8. ULUSLARARASI

TRAKYA

BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ

20-21 ARALIK 2025

EDİRNE



EDİTÖR:
DOÇ. DR. UĞUR BAŞARMAK

www.isarconference.org

İKSAD Publishing House

KONGRE KİTABI

INDEX

CONGRES ID		II-VII
PROGRAM		VIII-LXV
GALLERY		LXVI-LXX
ACADEMIC INCENTIVE		LXXI
NOTIFICATIONS		LXII-XCV

CONGRESS ID

CONGRESS TITLE

8th INTERNATIONAL CONGRESS OF THRACE SCIENTIFIC RESEARCH

DATE AND PLACE

20-21, DECEMBER 2025 EDIRNE ONLINE PRESENTATIONS

ORGANIZATION

ISARC INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

GENERAL COORDINATOR

Uzm. Yasemin AĞAOĞLU

EDITOR

Doç.Dr. Uğur BAŞARMAK

ORGANIZING COMMITTEE

Prof. Dr. Cenk YAVUZ
Prof. Dr. Mahire HÜSEYNOVA
Prof. Dr. İbrahim BAYRAMOV
Prof. Dr. Hilmi YÜCEL
Prof. Dr. Mehmet DEMİR
Prof. Dr. Mukadder MOLLAOĞLU
Prof. Dr. Neslihan ŞAHİN
Prof. Dr. Sancar BULUT
Prof. Dr. Serpil ÜNVER SARAYDIN
Prof. Dr. Tolga ULUSOY
Prof. Dr. Yadigar GÜLSEVEN SIDIR
Assoc. Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE
Assoc. Prof. Dr. Başak Gül AKAR
Assoc. Prof. Dr. Caner YERLİ
Assoc. Prof. Dr. Çiğdem BOGENÇ
Assoc. Prof. Dr. Elif Feyza TOPDAŞ
Assoc. Prof. Dr. Erhan ERDEL
Assoc. Prof. Dr. Filiz RANDA ZELYÜT
Assoc. Prof. Dr. Gamze Ebru ÇİFTÇİ
Assoc. Prof. Dr. Gönül HASANOVA
Assoc. Prof. Dr. Hüseyin Murat IŞIK
Assoc. Prof. Dr. Kübra KARAMAN
Assoc. Prof. Dr. Orhan TURAN
Assoc. Prof. Dr. Malik YILMAZ
Assoc. Prof. Dr. Melih OKCU
Assoc. Prof. Dr. Nursen IŞIK
Assoc. Prof. Dr. Özlem ÜLGER DANACI
Assoc. Prof. Dr. Sahure YARİŞ
Assoc. Prof. Dr. Seda BENGİ
Assoc. Prof. Dr. Sema SAĞLIK
Assoc. Prof. Dr. Şükrü KALAYCI
Assoc. Prof. Dr. Zamıg TEHMEZOV
Assoc. Prof. Dr. Zeynep Deniz ŞAHİN İNAN
Assoc. Prof. Dr. Zühal OKCU
Dr. Abdullah ATILGAN
Dr. Canan TERCAN
Dr. Elvan CAFEROV
Dr. Fatma AZİZOĞLU
Dr. Gönül GÖKÇAY
Dr. Hakkı ŞİMŞEK
Dr. Hayri YILDIRIM
Dr. Sevil ÖZCAN
Dr. Sümeyye GÖKÇENOĞLU
Dr. Şengül ŞENTÜRK

ISBN: '978-625-378-518-5'

“COMPLIANCE WITH PUBLICATION ETHICS IS THE SOLE RESPONSIBILITY OF THE AUTHORS; ACCORDINGLY, THEY BEAR BOTH ETHICAL AND LEGAL ACCOUNTABILITY”

SCIENCE AND ADVISORY COMMITTEE

Prof. Dr. Ali OKATAN
İstanbul Aydın University

Prof. Dr. Anwar Ali Shah G. SYED
University Of Sindh Jamshoro

Prof. Dr. Ivan PAVLOVİC
Scientific Institute of Veterinary Medicine of Serbia

Prof. Dr. Morakeng Edward
Kenneth LEBAKA University Of Zululand

Prof. Dr. Mukadder MOLLAOĞLU
Cumhuriyet University

Prof. Dr. Jaın SADHNA
Unıversıty Of Delhı

Prof. Dr. Manole COJOCARU
Titu Maiorescu University

Prof. Dr. Mustafa Fedai ÇAVUŞ
Osmaniye Korkut Ata University

Prof. Dr. Mustafa Onur ALADAĞ
Selçuk University

Prof. Dr. Nurdan KALAYCI
Gazi University

Prof. Dr. Mustafa METE
Gaziantep University

Prof. Dr. Neslihan ŞAHİN
Sivas Cumhuriyet University

Prof. Dr. Orhan ZEYBEK
Balıkesir University

Prof. Dr. Selahattin YAVUZ
Erzincan Binali Yıldırım University

Prof. Dr. Seyfi ŞEVİK
Hitit University

Prof. Dr. Sevi ÖZ
Ankara Hacı Bayram Veli University

Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI
Atatürk University

Prof.Dr. Yadigar GÜLSEVEN SIDIR
Bitlis Eren University

Prof. Dr. Zharkynbıke SULEIMENOVA
Kazakh Natıonal Women's Pedagogıcal Unıversıty

Assoc. Prof. Dr. Abdulkerim DİLER
Atatürk University

Assoc. Prof. Dr. Armel MBON
Marien Ngouabi University

Assoc. Prof. Dr. Azimbaeva GULBAYRA
Kazakh National Women's Pedagogical University

Assoc. Prof. Dr. Betül GÜZELDİR
Atatürk University

Assoc. Prof. Dr. Çiğdem BOGENÇ
Karabük Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Elif Feyza TOPDAŞ
Atatürk University

Assoc. Prof .Dr. Ersoy ZENGİN
Munzur University

Assoc. Prof. Dr. Hasan TELLİ
Mersin University

Assoc. Prof. Dr. Oqtay QULİYEV
Azerbaycan Devlet İktisat University

Assoc. Prof. Dr. Ömer Faruk RENÇBER
Gaziantep University

Assoc. Prof. Dr. Sahure YARİŞ
Dicle University

Assoc. Prof. Dr. Salman Bashir MEMON
Shah Abdul Latif University

Assoc. Prof. Dr. Sancar BULUT
Kayseri University

Assoc. Prof. Dr. Sevcan YILDIZ
Akdeniz University

Assoc. Prof. Dr. Syed Ali
Raza NAQVI Government College University Faisalabad

Assoc. Prof. Dr. Tamer TURGUT
Atatürk University

Assoc. Prof. Dr. Victoria POSTOLACHE
Alecu Russo Balti State University

Doç. Dr. Yılmaz SEÇİM
Necmettin Erbakan University

Assoc. Prof. Dr. Zamıg TEHMEZOV
Azerbaycan Devlet Pedagoji University

Dr. Ajay B. GADİCHA
Sant Gadge Baba Amravati University

Dr. Amira TANDİROVİC GURSEL
Adana Alparslan Türkeş University of Science and Technology

Dr. Aqil MEMMEDOV
Azerbaycan Devlet İktisat University

Dr. Babak SAFAEI
Tsinghua University

Dr. Elşen MEMMEDLİ
Azerbaycan Devlet İktisat University

Dr. Faisal SULTAN
Hazara University

Dr. Ghanshyam BARMAN
Uka Tarsadia University

Dr. Gülnar MİRZEYEVA
Azerbaycan Devlet İktisat University

Dr. Gülşen MEHERREMOVA
Azerbaycan Diller University

Dr. Hassan ZARIOUH
Mohammed First University

Dr. Iram Liaqat AWAN
Government College University

Dr. Irina-Ana DROBOT
Technical University of Civil Engineering Bucharest, Romania

Dr. İslam DEVİREN
MEB

Dr. Joanna HERNİK
West Pomeranian University of Technology

Dr. Nurhoca AKBULAYEV
Azerbaycan Devlet İktisat University

Dr. Rida ZULFİQAR
University of Szeged

Dr. Taha Yasin ÖLMEZTOPRAK
Adıyaman University

Dr. Tatia DOLİDZE
European University

Dr. Yaşar SUBAŞI
Van Yüzüncü Yıl University

8th INTERNATIONAL CONGRESS OF THRACE SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS
20-21 DECEMBER /2025 EDİRNE TÜRKİYE

Congress Program

Participant Countries:

TÜRKİYE-AZERBAYCAN-ALGERIA-ALBANIA-BANGLADESH-CHENNAI-GEORGIA-IRAN-IRAQ-INDIA-INDONESIA-KOSOVO-MOROCCO-NIGERIA-ROMANIA-PAKISTAN- PHILIPPINES-TUNUSIA- UKRANIE-VIETNAM

IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

To be able to make a meeting online, login via **https://zoom.us/join** site, enter ID instead of "Meeting ID or Personal Link Name" and solidify the session. The presentation will have **15 minutes** (including questions and answers). The Zoom application is free and no need to create an account. The Zoom application can be used without registration. The application works on tablets, phones and PCs. Speakers must be connected to the session **10 minutes before** the presentation time. All congress participants can connect live and listen to all sessions. During the session, your camera should be turned on at least %70 of session period. Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

TECHNICAL INFORMATION

Make sure your computer has a microphone and is working. You should be able to use screen sharing feature in Zoom. Attendance certificates will be sent to you as pdf at the end of the congress. Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session. **Before you login to Zoom please indicate your name surname and hall number, exp. Hall-1, Fatih KARİPOĞLU**

ÖNEMLİ, DİKKATLE OKUYUNUZ LÜTFEN

Kongremizde Yazım Kurallarına uygun gönderilmiş ve bilim kurulundan geçen bildiriler için online (video konferans sistemi üzerinden) sunum imkanı sağlanmıştır. Sunumlar için **15 dakika** (soru ve cevaplar dahil) süre ayrılmıştır. Online sunum yapabilmek için **https://zoom.us/join** sitesi üzerinden giriş yaparak "Meeting ID or Personal Link Name" yerine ID numarasını girerek oturuma katılabilirsiniz. Zoom uygulaması ücretsizdir ve hesap oluşturmaya gerek yoktur. Zoom uygulaması kaydolmadan kullanılabilir. Uygulama tablet, telefon ve PC'lerde çalışıyor. Her oturumdaki sunucular, sunum saatinden **10 dk öncesinde** oturuma bağlanmış olmaları gerekmektedir. Tüm kongre katılımcıları canlı bağlanarak tüm oturumları dinleyebilir. Moderatör – oturumdaki sunum ve bilimsel tartışma (soru-cevap) kısmından sorumludur.

TEKNİK BİLGİLER

Bilgisayarınızda mikrofon olduğuna ve çalıştığına emin olun. Zoom'da ekran paylaşma özelliğine kullanabilmelisiniz. Katılım belgeleri kongre sonunda tarafınıza pdf olarak gönderilecektir. Kongre programında yer ve saat değişikliği gibi talepler dikkate alınmayacaktır. **Zoom'a giriş yaparken önce lütfen adınızı, soyadınızı ve SALON numaranızı yazınız, Örnek: Hall-1, Fatih KARİPOĞLU**

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 387067

https://us02web.zoom.us/meetings/82092564523/invitations?signature=9bThGtccPiffrlBXR4qF0NobncuDg9J8T8c49UKkpz4

20.12.2025 / Hall-1, Session-1

ANKARA LOCAL TIME	MEETING ID: 820 9256 4523
10 ^{00} : 12 ^{00}	PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr.Fatma AZİZOĞLU

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
The Future Of Nursing Education: Meta-Learning And Digital Clinics	Assist. Prof. Dr.Fatma AZİZOĞLU Banu TERZİ	Haliç University TÜRKİYE Akdeniz University TÜRKİYE
Ethical Leadership In Nursing: Value-Based Management Approaches	Assist. Prof. Dr.Fatma AZİZOĞLU Banu TERZİ	Haliç University TÜRKİYE Akdeniz University TÜRKİYE
Investigation Of Kinesiophobia And Fall Fear/Anxiety In Elderly Individuals	Fatma AVCI Assoc. Prof. Dr. Şebnem AVCI	Abant Izzet Baysal University TÜRKİYE
Closed Loop In Surgical Team Communication	Uğurcan AKBAŞ Assist. Prof. Dr.Hatice ERDOĞAN	Maltepe University TÜRKİYE
Poland Syndrome With Congenital Facial Palsy In An 11-Year-Old: Case Report And Rehabilitation Outcomes	Assist. Prof. Dr. Elisa ÇALIŞGAN	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi TÜRKİYE
Antibiofilm Effect Of Leaf And Flower Of Scaboisa Columbaria Subsp. Columbaria Var. Columbaria L.	Assist. Prof. Dr.Uğur KARDİL Azer ÖZAD DÜZGÜN Zeynep AKAR	Gümüşhane University TÜRKİYE
The Role Of Nursing Interventions In Preventing Pressure Sores During Surgery	İnci COŞKUN Assist. Prof. Dr. Yasemin ÖZER GÜÇLÜEL	Haliç University TÜRKİYE
Graftless Solutions In The Atrophic Maxilla: An Overview Of Zygomatic Implant	Res. Assist. Serra ACAR Seçil ÇOBANOĞLU	Eskişehir Osmangazi University TÜRKİYE

20.12.2025 / Hall-2, Session-1

ANKARA LOCAL TIME
10 00 : 12 00

MEETING ID: 820 9256 4523
PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Res. Assist.İbrahim Halil AVCILAR

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Mental Health Among Young People In The Digital Age: Social Media Use, Digital Addictions And Psychological Well-Being	Res. Assist. Kadriye OLĞAÇ AK Hasret YALÇINÖZ BAYSAL	Mardin Artuklu University TÜRKİYE Atatürk University TÜRKİYE
Mental Health In The Community After A Disaster: Psychological Resilience, Post-Traumatic Stress And Community-Based Interventions	Res. Assist. Kadriye OLĞAÇ AK Hasret YALÇINÖZ BAYSAL	Mardin Artuklu University TÜRKİYE Atatürk University TÜRKİYE
Complementary And Integrative Therapies In Palliative Care	Şahizer ERAYDIN	Tokat Gaziosmanpaşa University TÜRKİYE
Wound Care In Palliative Patients	Şahizer ERAYDIN	Tokat Gaziosmanpaşa University TÜRKİYE
Effects Of Geographical Origin And Extraction Methods On The Antioxidant Activities Of Salvia Officinalis	Duygu MISIRLI	University of Health Sciences TÜRKİYE
The Effect Of Mentoring And Role Modeling: The Professional Development Of Operating Room Nurses	Hande DİYEK Assist. Prof. Dr.Hatice ERDOĞAN	Maltepe University TÜRKİYE
Freehand Direct Composite Resin Restoration Of A Traumatic Central Crown Fracture: A Case Report	Res. Assist.İbrahim Halil AVCILAR	Dicle University TÜRKİYE
The Bidirectional Relationship Between Sleep And Functioning In Psychiatric Disorders: A Systematic Review	Tuba ÇÖMEZ İKİCAN	Istanbul University TÜRKİYE

20.12.2025 / Hall-3, Session-2

ANKARA LOCAL TIME

10 30 : 12 30

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Prof. Dr.Şerife VATANSEVER

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Effect Of The Concentrated Feeding Initiating Period On Live Weight Gains Of Hair Goat Kids In Edirne Province	Hikmet TİTREK Süleyman KÖK	Trakya University TÜRKİYE
The Effects Of Exercise On Skeletal Muscle Mitochondrial Function In Healthy Adults: A Systematic Review	Demet ARSLAN Prof. Dr.Şerife VATANSEVER	Bursa Uludag University TÜRKİYE
Effects Of Different Myofascial Release Techniques On General Joint Range Of Motion And Body Flexibility	Aysun VURAL Assist. Prof. Dr.Ayşe Neriman YILMAZ	Bolu Abant Izzet Baysal University TÜRKİYE
The Multifaceted Effects Of Suboccipital Release In The Literature	Durdana SHİRİNLİ Assist. Prof. Dr.Ayşe Neriman YILMAZ	Bolu Abant Izzet Baysal University TÜRKİYE
Bibliometric Analysis Of Research On Digital Transformation In The Context Of An Aging Workforce	Ayşegül ILGAZ	Akdeniz University TÜRKİYE
A Scientific Network Analysis Of The Literature On The Impact Of Digitalization On The Social Inclusion Processes Of Migrants	Ayşegül ILGAZ	Akdeniz University TÜRKİYE
Investigation Of Variational States Of The Coronary Artery On Cadavers: A Review Study	Yasemin KÜÇÜKTEPE Assist. Prof. Dr. Rukiye Sümeyye BAKICI	Karabuk University TÜRKİYE
Labour Regimes Of Syrian Construction Workers:Everyday Life, Silence, And The Reproduction Of Precariousness	Assoc. Prof. Dr. Fatih YAMAN	İstanbul Medeniyet University TÜRKİYE

20.12.2025 / Hall-4, Session-2

ANKARA LOCAL TIME	MEETING ID: 820 9256 4523
$10^{30} : 12^{30}$	PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Tuğba DEMİR

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Reactive Oxygen Species And Cellular Responses In The Pathogenesis Of Osteoarthritis	Suzan ONUR Melisa Nur YABAN	Karabuk University TÜRKİYE
Oxidative Mechanisms Shaping Ischemic Stroke: The Central Role Of Lipid Peroxidation	Suzan ONUR Melisa Nur YABAN	Karabuk University TÜRKİYE
Treatment Of Transmissible Venereal Tumor-Related Penile Necrosis And Paraphimosis In A Dog Using Total Penile Ablation And Prescrotal Urethrostomy	Assoc. Prof. Dr.İlker ŞEN	Sivas Cumhuriyet University TÜRKİYE
Pah Exposure In Meat And Fish Products And Carcinogenic Risk Assessment	Assoc. Prof. Dr. Tuğba DEMİR	Sivas Cumhuriyet University TÜRKİYE
Dioxin And Pcb Exposure In Fish And Seafood And Carcinogenic Risk Assessment	Assoc. Prof. Dr. Tuğba DEMİR	Sivas Cumhuriyet University TÜRKİYE

20.12.2025 / Hall-5, Session-2

ANKARA LOCAL TIME

10 30 : 12 30

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr.Tuğçe YILDIZ

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Determination Of The Hydrogen Storage Properties Of Ti 4 Zno 9 Mxenes	Çağrı KARADENIZ Prof. Dr. Gökhan SÜRÜCÜ Prof. Dr. Özge SÜRÜCÜ Assoc. Prof. Dr. Ayşenur GENCER	Gazi University TÜRKİYE Ankara Yildirim Beyazit University TÜRKİYE Karamanoglu Mehmetbey University TÜRKİYE
Assessment Of Flood Risk Through Nature-Based Solutions At The Sub-Basin Watershed Scale	Saadet Gökçen KARADUMAN Ufuk ÖZKAN	İzmir Katip Celebi University TÜRKİYE
Data-Driven Assessment Of Installed Power Safety Margins In Passenger Ships	Dr. Volkan ŞAHİN Dr. Orçun GÜNDOĞAN	Van Yuzuncu Yil University TÜRKİYE
Effect Of Annealing And Re-Entrant Lattice Thickness On The Compressive Performance Of Fdm-Printed Pla Auxetic Honeycomb Structures	Assist. Prof. Dr. Tuğçe YILDIZ Muhammet Mevlüt KARACA	Karabuk University TÜRKİYE
Investigation Of The Effect Of Crystal Lattice Configurations And Geometric Parameters On The Compressive Strength Of Auxetic Honeycomb Structures	Assist. Prof. Dr. Tuğçe YILDIZ Muhammet Mevlüt KARACA	Karabuk University TÜRKİYE
Rock-Eval Pyrolysis Analysis Of The Late Oligocene Coals From The Seam No. 6 In The İbrice Field And Statistical Evaluation (Thrace Basin, Nw Türkiye)	Assist. Prof. Dr. Rıza Görkem OSKAY Assist. Prof. Dr. Cüneyt BİRCAN Assoc. Prof. Dr. Khairul Azlan MUSTAPHA Lecturer (MSc) Damla KARAYİĞİT-YALÇINKAYA Prof. Dr. Ali İhsan KARAYİĞİT	Hacettepe University TÜRKİYE Balıkesir University TÜRKİYE University Malaya MAAYSIA
Research Trends And Methodological Gaps In Phase Change Materials (Pcm) (2000–2026)	Assist. Prof. Dr. Kadri AKÇALI Ali YARAŞ	Bartın University TÜRKİYE
Vacuum System Design For Easy-Open End Press Line	Nihat Can BAĞCI İbrahim Can TARMAN Muhammet Halit KARAKAYA Ece ŞENER	Sarıbekir Ambalaj San. ve Tic. A.Ş. TÜRKİYE

20.12.2025 / Hall-6, Session-2

ANKARA LOCAL TIME	MEETING ID: 820 9256 4523
$10^{30} : 12^{30}$	PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Asst.Prof.Dr. Keziban YALÇIN DOKUMACI

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Impact Of Partitioning Methods On The Performance Of Parallel Maximum Clique Enumeration	Ecem SALMAN Fahreddin Şükrü TORUN	Ankara Yıldırım Beyazıt University TÜRKİYE
Desıgn And Performance Analysıs Of An Off-Grıd Sıngle-Zone Resıdentıal Energy System: A Renewable Energy Approach	Arda YAVAŞER Bilal SOYDAN Barış SANDAL	İstanbul University-Cerrahpaşa TÜRKİYE
Comparıson Of Vertıcal And Inclıned Fan Configuratıons In An Orchard Aır-Blast Sprayer In Terms Of Aırflow And Power Consumptıon	Asst.Prof.Dr. Keziban YALÇIN DOKUMACI Ali Han GÜNDOĞDU Ali Yavuz ŞEFLEK	Selçuk University TÜRKİYE
Free Vibration Analysis Of Sandwich Metallic Foam Structures Using The Finite Element Analysis	Assist. Prof. Dr .Kerim Gökhan AKTAŞ Fatih PEHLİVAN	Karabuk University TÜRKİYE
Experimental Investigation Of The Effect Of Printing Speed On The Vibration Behaviour Of Fff 3d Printers	Fatih PEHLİVAN Assist. Prof. Dr. Kerim Gökhan AKTAŞ	Karabuk University TÜRKİYE
Author Name Ambiguity In Turkish Scientific Publications: A Bibliometric Verification Approach	Burak Emre TÜYLÜOĞLU Prof. Dr. İlker TÜRKER	Karabuk University TÜRKİYE
A Multi-Dataset Speech Emotion Recognition System Using Cnn And Classical Machine Learning	Najah Shuke FARAH Prof. Dr. İlker TÜRKER	Karabuk University TÜRKİYE

20.12.2025 / Hall-7, Session-2

ANKARA LOCAL TIME	MEETING ID: 820 9256 4523
$10^{30} : 12^{30}$	PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Emre SAVUT

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
The Role Of Natural Gas In Türkiye's Electricity Production: A Look From The Past To The Future	Aleyna HATUNOĞLU Assist. Prof. Sinem ATICI USTALAR	Atatürk University TÜRKİYE
Climate Stress, Economic Shocks, And Food Insecurity In Post- Socialist Countries	Dastan ASEİNOV	Kyrgyz-Turkish Manas University Kyrgyzstan
The Scope Of The Duty Of Loyalty In Employment Contracts: An Assessment Within The Framework Of The Employer's Legitimate Interests And The Principle Of Proportionality	Res. Assist. Mehmet Emin BEKIK Res. Assist. Fazlı Enes DONMEZ	Inonu University TÜRKİYE
Protection Of Employee Rights In The Process Of Commercial Enterprise Transfer: An Analysis In The Context Of The Turkish Commercial Code And Labour Act	Res. Assist. Mehmet Emin BEKIK Res. Assist. Fazlı Enes DONMEZ	Inonu University TÜRKİYE
Liquid Democracy As A New Method Of Political Participation In The Technological Age: Potentials And Problems	Assoc. Prof. Dr. Emre SAVUT	Burdur Mehmet Akif Ersoy University TÜRKİYE
The Efficiency Of Macroeconomic Indicators On Economic Growth: A Stochastic Frontier Analysis Approach	Res. Assist. Halil Osman ERBEK Ahmet Mete ÇİLİNGİRTÜRK	Marmara University TÜRKİYE
The Effect Of Misleading Discount Campaigns On Consumers' Perceived Deception And Behavioral Responses	Yusuf BİLGİN Ali ÇETİNKAYA Ayşenur DİNÇER	Bayburt University TÜRKİYE Duzce University TÜRKİYE
The Influence Of Price Sensitivity On Consumer Impulse Buying Behavior In Response To Online Promotions: The Mediating Role Of Promotion Tracking	Yusuf BİLGİN Ali ÇETİNKAYA Seda TEKMAN	Bayburt University TÜRKİYE Duzce University TÜRKİYE

20.12.2025 / Hall-8, Session-2

ANKARA LOCAL TIME	MEETING ID: 820 9256 4523
$10^{30} : 12^{30}$	PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. M. Reşat SÜMER

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Bibliometric Analysis Of Scientific Articles In The Field Of Sports Tourism In Turkey	Engin DERMAN Nidal ÇETİNKAYA	Akdeniz University TÜRKİYE
Determining The Motivations Of Marathon Tourists	Engin DERMAN Nidal ÇETİNKAYA	Akdeniz University TÜRKİYE
Important Invasıve Insect Specıes Spreadıng In Our Country And Theır Fıghtıng Strategıes	Dilek DOĞAN AKDAĞ MURAT GÜVEN	Iğdır University TÜRKİYE
Important Entomologıcal Problems And Sustaınable Management Approaches In Lentıl Productıon	Dilek DOĞAN AKDAĞ Nagihan KILIÇ	Iğdır University TÜRKİYE
The Interplay Of Salinity And Sodicity On Soil Hydraulic Hysteresis:From Physicochemical Mechanisms To Irreversible Degradation Modeling	Assist. Prof. Dr. M. Reşat SÜMER	Aydın Adnan Menderes University TÜRKİYE
Machine Learning For Predicting Soil Hydraulic Functions:State Of The Art, Transferability, And Data Ethics	Assist. Prof. Dr. M. Reşat SÜMER	Aydın Adnan Menderes University TÜRKİYE
Wild Edible Plant Diversity Of The Ulus District (Bartin)	Dr.Bilge TUNÇKOL	Bartın University TÜRKİYE
Research On The Tendency Of The Young Population To Remain In Agriculture	Emrah SAĞLAM Uğur BAŞER	Ondokuz Mayıs University TÜRKİYE

20.12.2025 / Hall-9, Session-3

ANKARA LOCAL TIME

11 [00] : 12 [15]

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Uğur BAŞARMAK

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
A New Approach For Symbol And Bit Error Probability In Rgb-Based Color-Shift Keying Modulation	Assist. Prof. Dr.Emin TUĞCU	Karadeniz Technical University TÜRKİYE
Effects Of Screen Use And Cartoon Contents On Child Development In Early Childhood: A Chatgpt And Literature-Based Analysis	Assoc. Prof. Dr. Uğur BAŞARMAK	Kırşehir Ahi Evran University TÜRKİYE
An Analysis Of The Technology And Digital Literacy Dimension Of The Türkiye Century Maarif Model Preschool Education Program	Assoc. Prof. Dr. Uğur BAŞARMAK	Kırşehir Ahi Evran University TÜRKİYE
Customer Classification In The Energy Sector Using Fuzzy Clustering Method	AHMET GÜRGAŞİN	Astor Enerji A.Ş., AR-GE Merkezi TÜRKİYE
Customer Classification Using Supervised Learning Methods: An Application In The Energy Sector	AHMET GÜRGAŞİN	Astor Enerji A.Ş., AR-GE Merkezi TÜRKİYE

20.12.2025 / Hall-10, Session-3

ANKARA LOCAL TIME
11 00 : 13 00

MEETING ID: 820 9256 4523
PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Freshwater Sponges In Türkiye: Systematic, Ecological Characteristics And Geographical Distribution	Prof. Dr. Önder AKSU Murat AKPINAR	Munzur University TÜRKİYE
Diver Operations, Mort Management And Occupational Risks In Cage Fish Farming: A Comprehensive Assessment Of Türkiye And World Practices	Prof. Dr. Önder AKSU Murat AKPINAR	Munzur University TÜRKİYE
Molecular-Level Response Mechanisms Of Plants Under Abiotic Stress Conditions	Assist. Prof. Dr. Ümit Haydar EROL Res. Assist. Berna ERGUN ÇETİN Dr. Soner ÖNDER	Kilis 7 Aralik University TÜRKİYE Malatya Turgut Özal University TÜRKİYE
Potential Of Controlled Release Systems To Modulate Defense And Quality Metabolism In Vegetables	Assist. Prof. Dr. Ümit Haydar EROL Res. Assist. Berna ERGUN ÇETİN	Kilis 7 Aralik University TÜRKİYE
Evaluatıon Of The Germınatıon Effıcıency Of Ornamental Plant Seeds Under Salt Stress	Assoc. Prof. Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU Prof. Dr. Yusuf UZUN	Van Yüzüncü Yıl University TÜRKİYE
Effects Of Melatonin And Gelatin Applications On The Postharvest Quality Parameters Of Chestnut Mushroom (Agaricus Campestris)	Ramazan AĞIN Assoc. Prof. Dr.Şeyda ÇAVUŞOĞLU	Van Yüzüncü Yıl University TÜRKİYE
The Effect Of Different Organic Fertiliser Applications On The Aesthetic And Morphological Characteristics Of Ornamental Plants	Assoc. Prof. Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU	Van Yüzüncü Yıl University TÜRKİYE
Examination And Significance Of Flue Dust Generated In The Electric Arc Furnace Scrap-Based Steelmaking Process	Seçkin ERTÜRK Prof. Dr. Hilmi YURDAKUL	Kütahya Dumlupınar University TÜRKİYE

20.12.2025 / Hall-11, Session-3

ANKARA LOCAL TIME

11 00 : 12 15

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: **Prof. Dr. Ahmet Sait ÖZKUL**

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Artificial Intelligence Literacy: A Study In Schools	Fatma Zehra İLTER Meral ÇALIŞ DUMAN	Malatya Turgut Ozal University TÜRKİYE
An Examination Of Abdi Tevfik's Book"Amelî Ve Nazarî Mâlûmât-I Ticariye"	Prof. Dr. Ahmet Sait ÖZKUL	Süleyman Demirel University TÜRKİYE
"Immaterial Capital" In The Economic Thought Of Abdülgani Seni	Prof. Dr. Ahmet Sait ÖZKUL	Süleyman Demirel University TÜRKİYE
Reading The Personnel Management Mentality Through A Directive On The Duties Of Officials	Res. Assist. Dr.Ramazan Furkan ÖZKUL	Süleyman Demirel University TÜRKİYE
An Overview Of Personnel And Workflow Arrangements Through "Yolcu Eşyasinin Muayenesine Dair Talimatname"	Res. Assist. Dr.Ramazan Furkan ÖZKUL	Süleyman Demirel University TÜRKİYE
The Effect Of Foreign Trade Between The Republic Of Turkiye And Somalia On Inflation And Other Macroeconomic Indicators	Mustafa Kerem BÖRÜ Assist. Prof. Dr. Esat DAŞDEMİR	Istanbul Gelisim University TÜRKİYE

20.12.2025 / Hall-12, Session-3

ANKARA LOCAL TIME	MEETING ID: 820 9256 4523
11 ^{00} : 12 ^{15}	PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr.Derya ÇAKICI

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
An Evaluation Of Yalvaç's Traditional Women's Clothing Culture In The Context Of Urban Identity	Ayşe Gül AKÇALI Mustafa HİZMETLİ	Bartın University TÜRKİYE
The 1930 Law On The Protection Of The Value Of The Turkish Currency As A Reflection Of Economic Orientations In The Early Republican Period And The Press's Perspective On The Law	Assist. Prof. Dr.Derya ÇAKICI	Trabzon University TÜRKİYE
The Considerations For Reasons Of The Density Roman Grey Wares In Hadrianopolis	Assoc. Prof. Dr. Ersin ÇELİKBAŞ Elifnur ÇAKMAK	Karabük University TÜRKİYE
A Special Lamp From Parion	Assoc. Prof. Dr. Ersin ÇELİKBAŞ	Karabük University TÜRKİYE
The Innate Foundations Of Male-Female Complementarity According To The Qur'an	Prof. Dr. Ahmet ÖZ	Hatay Mustafa Kemal University TÜRKİYE

20.12.2025 / Hall-13, Session-3

ANKARA LOCAL TIME

11 00 : 12 45

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: ***Prof. Dr. İzzet KARAKUR***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
A Critical Reading Of Christo And Beyond In The Context Of Environmental Art	Prof. Dr. Güldane ARAZ AY	Anadolu University TÜRKİYE
The Relationship Between Reality, Mimesis, And Metaphor In The Art Of Painting In Light Of Plato's Allegory Of The Cave	Prof. Dr. Güldane ARAZ AY	Anadolu University TÜRKİYE
Doğatölye Workshop: Exploring Nature, History, And Art Through The Anthotype Technique	Assist. Prof. Dr.Asuman ÖZDEMİR	Karabuk University TÜRKİYE
Comparison Of Handmade Papers Produced From Different Types Of Waste Paper In Terms Of Art Techniques	Assist. Prof. Dr. Mustafa TUNÇ	Karabük University TÜRKİYE
Digital Transformation In Turkish Theatre: The Effect Of Virtual Reality And Augmented Reality Applications On The Theatre Experience	Ayşenur Kübra NUHOĞLU	Haliç University TÜRKİYE
The Philosophical Journey Of The Balance Of Form And Expression In Aesthetic Music Education: "From Pythagoras To Reimer"	Damla IŞIK Assist. Prof. Dr. Pınar ÇELİK DEMİRAY	Bolu Abant İzzet Baysal University TÜRKİYE
A Study On Refik Halid Karay's Plays Gizli Fikir And Maymunun Marifeti	Dr.Yusuf ÇOPUR	Ministry Of National Education TÜRKİYE

20.12.2025 / Hall-14, Session-3

ANKARA LOCAL TIME

11 00 : 13 00

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Aysun ATAGAN ÇETİN

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
A Review Of Assessment And Evaluation Studies On Expression Skills In 5th Grade Turkish Coursebooks Based On The 2019 And 2024 Turkish Curricula	Dr. Aliye İlkay YEMENİCİ Betül Büşra YAVUZ Anıl ŞAKAR	Afyon Kocatepe University TÜRKİYE
A Content Analysis Study On Game And Mathematics-Focused Theses (2015–2025)	Nihal GÖKTAŞ GÖKGÖZ Prof. Dr. Melek ÇAKMAK	Gazi University TÜRKİYE
Primary School Teachers' Beliefs Regarding Educational Neuromyths, The Underlying Causes Of These Beliefs, And Their Implications For Instructional Practice	Nuriye Büşra VARLI Davut HOTAMAN	Yıldız Teknik University TÜRKİYE
An Interactive Digital Platform Proposal For Teaching International Standards On Auditing	Assoc. Prof. Dr. Aysun ATAGAN ÇETİN	Trakya University TÜRKİYE
University Students Life Satisfaction And Perception Of Access To Public Social Welfare Services	Zeynep GÜNGÖR Abdurrahman KESKİN	Bayburt University TÜRKİYE
Structural Characterization Of Compounds Containing 1,2,3-Triazole Alcohol: A-Glucosidase Inhibition And Molecular Delivery Studies	Assoc. Prof. Dr.Seyit Ali GÜNGÖR Assist. Prof. Dr. Özge GÜNGÖR	Kahramanmaras Sutcu Imam University TÜRKİYE
Structural Characterization Of Compounds Containing 1,2,3- Triazole Alcohols Dna Binding And Molecular Docking Studies	Assoc. Prof. Dr.Seyit Ali GÜNGÖR Assist. Prof. Dr. Özge GÜNGÖR	Kahramanmaras Sutcu Imam University TÜRKİYE
Digital Marketing Strategies For Next-Generation Smart Marinas	Assoc. Prof. Dr.Güzide Öncü EROĞLU PEKTAŞ	Istanbul University- Cerrahpaşa TÜRKİYE

20.12.2025 / Hall-16, Session-4

ANKARA LOCAL TIME

11 30 : 13 30

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Associated Prof. PhD. Brîndușa Mihaela RADU

Topic Title	AUTHORS	AFFILIATION
The Impact Of Labor Migration On The Labor Market In Romania:Determinants, Consequences And Public Policy Directions	Associated Prof. PhD. Brîndușa Mihaela RADU	Institute for Economic Forecasting ROMANIA
Structural Transformations And Emerging Challenges In The Romanian Labor Market: An Integrated Analysis Of Recent Trends	Associated Prof. PhD. Brîndușa Mihaela RADU	Institute for Economic Forecasting ROMANIA
Morphology And DNA Barcodes Reveal The Presence Of The Duck Freshwater Leech Theromyzon Tessulatum (Hirudinida: Glossiphoniformes: Glossiphoniidae) In North Africa	Raja BEN AHMED	Université de Tunis El Manar
Therapeutic Potential Of Vitex Negundo Linn. : A Review Of Preclinical And Clinical Studies	M.K.VIJAYALAKSHMI R.VIDHYALAKSHMI KOWSIKA.M DHINESH.E BHARATH.S	BHARATH INSTITUTE OF HIGHER EDUCATION AND RESEARCH,SELAIYUR CHENNAI
Therapeutic Potential Of Vitex Negundo Linn. : A Review Of Preclinical And Clinical Studies	M.K.VIJAYALAKSHMI R.VIDHYALAKSHMI KOWSIKA.M DHINESH.E BHARATH.S	BHARATH INSTITUTE OF HIGHER EDUCATION AND RESEARCH,SELAIYUR CHENNAI
Evaluation And Optimization Through Simulation Of An Agri-Food Production Line: Application To The Couscous Industry	Prof. Dr. Boussalia latifa	Constantine 1 university, Algeria
Efficient Photocatalytic Removal Of Pharmaceutical Pollutant By Zn/Fe Bimetallic Mofs	Lynda FERFECHE Nadra DEBBACHE	Frères Mentouri Constantine 1 University ALGERIA
The Impact Of Iso 9001 Implementation On University Innovation: The Mediating Role Of Quality Management System Effectiveness	Dr. Shahzaf Iqbal	Universiti Utara Malaysia
Designing High-Performance Organic Solar Cell Donors: A Computational Approach Using Quinoxaline Derivatives.	El mostafa Benharaf Ikram Mennas A. Arif Zidane Zohra Ayoub cherrat Abdellah Zeroual Mohammed El idrissi	Sultan Moulay Slimane University MOROCCO Mohammed V University in Rabat MOROCCO

20.12.2025 / Hall-15, Session-4

ANKARA LOCAL TIME

11 30 : 13 30

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: ***Dr. Nixon Samuel Vijayakumar***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Strengthening Cybersecurity And Sharia Compliance In The Digital Transformation Of Sharia Banking Towards 2025 Technology Trends	Khaniyatun Nafiyah Rima Aulia Faza Alfina	Islamic State University INDONESIA
Attestation In Criminal Lawsuits According To Vietnamese Criminal Procedure Law	Ms. Tran Thi Thanh Hang Nguyen Thi Khanh Ly	Thu Dau Mot University
Effectiveness Of Implementation Of Social Inclusion Program For Persons With Physical Disabilities At The Social Rehability Center For Persons With Physical Disabilities (Brspdf) In Makassar City Indonesia	Nurul Amira Syakila Abdul Mahsyar Ihyani Malik Nur Suqya Rahma	Muhammadiyah University of Makassar
Overview Of River Cultural Tourism	Thi Si Bel Dr Nguyen Thi Be Ba Nguyen Mai Quoc Viet	Can Tho University
Edublock – A Blockchain Powered Platform For Secure Educational Credential Management And Forgery	O.SHRAVYA CH.Sunil Kumar Ms.kanimozhi R Syeda Hifsa Naaz	Bharat Institute ofEngineering and Technology
Digital Detox	Rapolu Praveen Dr.Tawseef Ahmad M.suresh Ch.sunil kumar	Bharat Institute ofEngineering and Technology
Valorization Of The Algal Biomass Of Dunaliella Salina From The Western Salt Flats Of Algeria	ADJOUDJ Abdellatif	University of Tipaza ALGERIA
Decoding Inheritance Patterns And Heterosis For Agronomic Traits In Half-Diallel Hybrids Of Brassica Rapa L.	Mst. Shamima Yesmin Kazi Md. Kamrul Huda Shahanaz Parveen Md. Harun-Ur-Rashid	Sher-e-Bangla Agricultural University Bangladesh
Microplastic Contamination In Commercially Important Marine Finfish And Shellfish: A Systematic Review	Sayeed Hasan-Al-Banna Tanim	Chattogram Veterinary and Animal Sciences University

20.12.2025 / Hall-17, Session-4

ANKARA LOCAL TIME
11 30 : 13 30

MEETING ID: 820 9256 4523
PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: **Prof.Dr. Abdulhameed. AL-MOUSSAOUI**

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Phytochemical, Haematological and Anti-Trypanosomal Potential of Carica papaya leaf in Rats Infected with Trypanosoma brucei brucei	Aminu A Idris H. Y Muhammad A. A Abdulkadir S Sunusi B. Balarabe S	Yusuf Maitama Sule Federal University NIGERIA Bayero University NIGERIA
Bridging the Digital and Vocational Skills Gap for Street Children: Evidence from the Cybercatch Project in Nigeria	Nimota Jibola Kadir ABDULLAHI Muinat Bolanle Mulikat L. A. MUSTAPHA Nafisat A. ADEDOKUN-SHITTU Hafsat A. AMEEN Halimat A. ABDULRAHIM	University of Ilorin
An analysis of the development of Saudi-Iranian relations.	Prof.Dr. Abdulhameed. AL-MOUSSAOUI	IMAM-ALKHDHEM UNIVERSITY
Design, synthesis, computational studies and biological evaluation of pyridylpiperazine hybrid derivatives as urease inhibitors	Sumayya Akram Prof. Dr. Matloob Ahmad Dr. Sana Aslam	Government College University Faisalabad PAKISTAN
Assessing the Thermal and Flow Characteristics of MHD Micropolar Squeezing Flow between Parallel Disks with Activation Energy	Samson A. Odunlami Ephesus O. Fatunmbi	Federal Polytechnic NIGERIA
Extremism According To Some Demographic Variables and the Effectiveness of Realistic counseling To Reduce the Cognitive and Emotional Components of Teachers Under Training	Profe Dr. Imad Abed Hamza Al-Atabi	Al-Muthanna University IRAQ
The Critical Role of Light Microscopy in Documenting Embryonic Development in Polyclad Flatworms	MEHREZ GAMMOUDI AICHA SOUID RAJA BEN AHMED	University of Tunis El Manar Tunisia
A problem where the representation of the problem statement is not operational	HASSAN ZARIOUH TARIK RHARMAOUI ADIL ZEROUALI AMRI MOUNIA MOUZOURI	Director of Regional Academy of Education and Training of the Oriental MOROCOO

20.12.2025 / Hall-18, Session-4

ANKARA LOCAL TIME
11 30 : 13 30

MEETING ID: 820 9256 4523
PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Dr. Saloni Sharma

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Sustainable Retail Environments: A Design-Based Exploration Of Zero-Waste Grocery Stores	Ayesha Zulfiqar Farhana Naz Maryam Usman	Women University PAKISTAN
Unlocking Nanoscale Potential: Nanoparticles For Plant Disease Management In Bangladesh	Mahmud Sindid Ikram Sumiya Akter Moni	Bangladesh Agricultural University BANGLADESH
Sustainable Nitrogen Management For Reducing Environmental Impacts In Agriculture	ELABBARI Chaimaa Pr. Labjar Najoua Pr.EL Hajjaji souad	Mohammed V University in Rabat MOROCCO
Women In Education And Leadership	Samina kouser	Ahlul bayt internTional University PAKISTAN
An Overview Of The Social Protection System In Interwar Romania	Cristian-Alin BORDEA Professor Dr. Remus RUNCAN	"Aurel Vlaicu" University ROMANIA
Numerical Simulation Of The Proton Exchange Membrane Electrolyzer Performance	Ibrahim NACHIT	Laboratory of Renewable Energy and Dynamic of Systems MOROCCO
CFD-Based Thermal And Exergetic Enhancement Of Hybrid Photovoltaic/Thermal Systems	Mouad Benaicha Youssef Es-Sabry Elmiloud Chaabelasri Youssef.Ech-Chine Mohammed El Goual	Mohammed 1st University MOROCCO
Composition And Distribution Of Aquatic Insects In Relation To Water Quality Of Saru Lake, Gummi Local Government Zamfara State.	Lauwali Yusuf I.O. Obaroh B.J. Danjumma Iliya Ibrahim	Abdullahi Fodiyo State University Aliero.
Role Of Ayurveda And Phytopharmaceuticals In Managing Digestive Disorders	Dr. Saloni Sharma Suhani Sharma	Deemed to be University INDIA

20.12.2025 / Hall-19, Session-4

ANKARA LOCAL TIME	MEETING ID: 820 9256 4523
11 30 : 13 30	PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Associate Professor Dr. Derra Mourad

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Tradıtıonal Medıcınal Plant Knowledge And Practıces In Northern Algerıan Communıtıes	Dr. Meriem CHEBAANI Dr. Fahima NABI	Université Ziane Achour Djelfa ALGERIA
Exploiting Indigenous Legume Biodiversity To Enhance Drought Tolerance: Germination Responses Under Osmotic Stress	Dr. Meriem CHEBAANI Dr. Fahima NABI Dr. Habıb MOUISSA	Université Ziane Achour Djelfa ALGERIA
Heritage Resources And Tourism Development In Southwestern Nigeria: Focussing On Challenges And The Way Forward.	Dr. Akintunde John Oloidi Dr. Okechukwu O. Anozie Dr. Emmanuella U. Anozie	University of Nigeria
Development And Optimization Of A Functional Red Beer Enriched With Bioactive Compounds From Rosehip Waste	Andrei BORŞA Alexandra Raluca BOGDAN (BORŞA) Mircea Valentin MUNTEAN	Veterinerlik Cluj-Napoca, Romanya
Child-Centered Constitutional Reasoning In Contemporary Family Law: Insights From The Italian Constitutional Court And The Ecthr	Prof.Asoc.Dr.Enkelejda Koka	University of Tirana ALBANIA
Traditional Culinary And Medicinal Uses Of Wild Truffles In The Maamora Forest, Morocco	Anas Fellaki Mohamed Abourouh Houda ElYacoubi Asmaa ElYamani Atmane Rochdi	Ibn Zohr University MOROCCO
Quantitative Evaluation Of Crack Geometry In Metals Through Ultrasonic Diffraction Analysis	Associate Professor Dr. Derra Mourad	Ibn Zohr University MOROCCO
A High-Fidelity Ultrasonic Technique For Quantitative Soc And Soh Assessment In Lithium-Polymer Batteries	Associate Professor Dr. Derra Mourad	Ibn Zohr University MOROCCO

20.12.2025 / Hall-20, Session-4

ANKARA LOCAL TIME
11 30 : 13 30

MEETING ID: 820 9256 4523
PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Farjallah Sarra

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Non-Destructive Testing By Ultrasonic And Rebound Hammer Methods For Evaluating The Properties Of Ordinary Concrete	Samir BELMAHİ Abdelmoutalib BENFRİD Ibrahim KLOUCHE DJEDİD	University of Sidi belabes ALGERIA
Neurobiological Mechanisms Through Which Physical Exercise May Slow The Pathophysiology Of Alzheimer's Disease: A Mini-Review	Jihane HILALI Rochdi DAIBI Anas ANAAYOUB Mariam BEN SAGUA Amine ARFAOUI Bouchra TAIB	Ibn Tofail University MOROCCO Mohammed V University in Rabat MOROCCO
First Molecular Identification Of Microcotyle Isyebi (Microcotylidae) Parasitizing Boops Boops (Teleostei: Sparidae) From Coastal Waters Of Tunisia And Italy	Farjallah Sarra	University of Tunis El Manar Tunisia
Using Molecular Approaches To Identify Flagellated Protozoans In Domestic Chickens From Tunisia	Farjallah Sarra	University of Tunis El Manar Tunisia
Phytochemical Profile And Preservative Potential Of Piper Nigrum In Food Systems	Chaymae Ghaffouli Khaoula Faiz Adil Roukbani Bouchra Louasté	University Sidi Mohammed Ben Abdellah MOROCCO
Acute Glycemic Regulation And Episodic Memory Enhancement Following High-Intensity Interval Training In Adolescents: Evidence Of A Sex-Dependent Metabolic Response.	Rochdi DAIBI Jihane HILALI Youssef SQALLI HOUSSAINI Jaouad ROUANE Anas ANAAYOUB El Mokhtar ELOUALI Fouad BOUGHANZAI Walid Bouzid Mariam BEN SAGUA Abdelhalem MESFIOUI	Ibn Tofail University MOROCCO Hassan I University MOROCCO
Comparative Study Of The Phytochemical Composition Of Fumaria Parviflora From Three Regions Of Morocco	Salma MAKDOUF Karima El Bouqdaoui Abdelhakim El Makssoudi Mounia Cherki	Hassan II University MOROCCO
The Effect Of Cultivation Strategy Of Critical Thinking In Developing Writing Skills Of College Students	Prof. Dr. Sabeeha Hamza Dehham Assist. Lect. Murtdha Ayad Mohammed	University of Babylon IRAQ

20.12.2025 / Hall-21, Session-5

ANKARA LOCAL TIME
12 00 : 14 00

MEETING ID: 820 9256 4523
PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Dr. Maria Taj

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
From Waste To Resource : Sustainable Valorization Of Dairy Sludge	Mohamed EL MORSY Prof. Dr.,Laila AFIA	Ibnou Zohr University
Prevalence And Psychosocial Impact Of Loneliness And Social Isolation On The Well-Being Of Older Adults: A Systematic Review	Bakut Janet Naman Musah Khadijat Toyin Dhikroh Oriyomi Adekola Adekola Saheed Ayodeji Obande Ifeoma Elizabeth Sodiq Adetunji Adekola	University of Abuja NIGERIA
Combustion Synthesis And Characterization Of Ni 1-X Eu X O (X = 0.0, 1.0, 2.0, 4.0 And 6.0 Wt.%) For Supercapacitor Applications	Mohd. Shkir	King Khalid University SAUDI ARABIA
Design And Fabrication Of A Medium-Scale Garri Sieving Machine	Samson A. Odunlami	Federal Polytechnic NIGERIA
Hostile Takeovers İn Corporate Markets: Trends, Drivers, And Impact	Geanina Gabriela PRODAN	Alexandru Ioan Cuza University ROMANIA
Natural Material-Mediated Synthesis Of Agnps For Sensitive Mercury Detection In Wastewater	Dr. Maria Taj	Jinnah University for women PAKISTAN
Determination De La Periode De Receptivité Du Palmier Dattier Et Son Effet Sur La Qualité Des Fruits	Chelli Afaf Mezerdi Farid Filali Malak Zeguerrou Reguia Mesnoua Mohammed	Université Mohamed khider Biskra ALGERIA Mohamed Khider University ALGERIA
Geotechnical Characterization Of Raw Soil.	GACEB ASMAA CHIRAZ MOKHTARI FATIHA	University of science and technology Mohammed Boudiaf

20.12.2025 / Hall-22, Session-5			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 820 9256 4523
	12 ^{00} : 14 ^{00}		PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Dr.B. M. Mahmudul Hasan

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Sustainability Healthcare Quality And Nursing Job Satisfaction In Private Hospital: An Empirical Review	Odianosen, Veronica Jegbefumen Isuekebhor Mabel Dr. Daniel Marcel	Mudiame University NIGERIA
Isolation, Identification And Phenotypic Analysis Of The Oral Bacterial Species From Supragingival Dental Plaque And Their Association With Different Factors	Dr. Mehwash Kashif Prof. Dr. Mehmooda Kazmi Prof. Dr. Farzeen Tanwir Prof. Dr. Shazia Akbar Fatima Mujtaba Prof. Dr. Somia Gul	Karachi Metropolitan University PAKISTAN Jinnah University for women PAKISTAN Bahria University PAKISTAN
Isolation, Identification And Characterization OF RHIZOBIUM SP.(BARI RLC-107, BARI RCA-220, BARI RVM- 330)	Dr.B. M. Mahmudul Hasan	NPI Universityof Bangladesh
Current Progress Of Nanocellulose In Biomedicine Application	Dr. Mohamad Nurul Azman Bin Muhammed Taib	University of Malaya MALAYSIA
:From Displacement To Cultivation: Historical Trajectories Of Agrarian Adaptation Among Rohingya Refugees In Cox's Bazar (1978–2025)	Mst.Shamima Islam Abir Hasan	Khulna University BANGLADESH
Understanding Challenges In Digital Empathy And Socialization: A Multi-Domain Inquiry Into Social Exclusion And Trust In Virtual Environments	Md. Fahim Shahriar Md. Abu Rayehan Al Asraf Rafi Sumaiya Suhani	University of Rajshahi, Rajshahi BANGLADESH
On A Fractional Laplacian Problem With A Singular Nonlinear Term	Y. EL GHALI J. IGBIDA N. ELHARRAR A. KADDAR	Chouaïb Doukkali University MOROCCO
Circular Economy-Based Construction Optimisation: Technology, Practice, And Policy In China And Nigeria	Barau Amir Sulaiman Tongsheng Zhang Kazeem Ibraheem Ajadi	Ahmadu Bello University NIGERIA

20.12.2025 Hall-23, Session-5

ANKARA LOCAL TIME
12 00 : 14 00

MEETING ID: 820 9256 4523
PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Dr. M. Rezaul Karim

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Forecasting And Optimizing Cryptocurrency Markets Using Hybrid Machine Learning And Neutrosophic Programming	Nabil Ahmed Khan Ahmad Yusuf Adhami	Aligarh Muslim University INDIA
Design And Manufacturing Of Missile Long Shell Component By CNBC Turn-Mill Center	Helal Uddin Md. Naimul Haque	Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University BANGALDESH
Unveiling Core Genomic Regions Shaping Productivity, Seed Quality And Stress Response In Sesame (Sesamum Indicum): Insights From Meta-Qtl Study Into Breeding Targets	Md. Yeamin Hossain Md. Shohag Rana Mahfuj Ahmed Md. Ridwanul Islam Nishat Tasnim Ananty Abu Yousuf Hossin Mst. Sufara Akhter Banu Md. Mahmudul Hassan Md. Golam Rabbani Shahanaz Parveen Kazi Md. Kamrul Huda Md. Harun-Ur-Rashid	Sher-e-Bangla Agricultural University Bangladesh
Exploring Strategic Decision-Making Through The Lens Of Management Accounting In Nigerian Organizations	Umar Baba Shaaba	Umar Baba Shaaba
Vietnamese Law On Compulsory Heirs Irrespective Of The Contents Of The Will	Mr. Nguyen Hoang Phat	Thu Dau Mot University VIETNAM
The Role Of Markets In Rural Development: A Case Study Of Gbugbu Market In Edu Local Government Area, Kwara State, Nigeria	Umar Baba Shaaba Babalulu , Madu Saba Mohammadu(PhD)	Ahman Pategi University NIGERIA
The Evolving Role Of Pharmacists In Depression Care: A Scoping Review	S. Deepak A. Palanisamy S. Kalaivanan Lavanya Babu C.Ravi K. Dinesh rajan	Bharath Institute of Higher Education and Research INDIA
A Complex Polysaccharide-Rich Sulphated Extract (CPSE) From The Marine Red Algae Gracilaria Tenuistipitata Attenuates Liver Fibrosis And Restores Hepatic Function In A Mouse Model	Dr. M. Rezaul Karim	Jahangirnagar University BANGLADESH

20.12.2025 / Hall-24 Session-5

ANKARA LOCAL TIME	MEETING ID: 820 9256 4523
12 ^{00} : 14 ^{00}	PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Dr. Adriana Qafa

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Molecular Epidemiology and Public Health Significance of Toxoplasma gondii in Humans from District Rawalpindi, Pakistan	Muhammad Adnan Sabir Mughal Muhammad Kasib Khan Nida Naazir Muhammad Hanan Azhar Sehla Jabbar Maryam Nusrat Kashif Hussain	University of Agriculture PAKISTAN
"Internalization Of Harajaon Batak Toba As A Framework For Management Ethics In Christian Religious Education"	Abdi Syukur Siahaan Yohanes Oktavianus	Universitas Kristen Indonesia
Traditional Vs. Modern English Teaching Methods: A Comparative Study	Shabnam Jurambekova	Webster University Uzbekistan
Assessing The Impact Of Digital Entrepreneurship Skills On Productivity In Small And Medium-Sized Enterprises: Insights From Anambra State, Nigeria.	Ndubuisi-Okolo Purity Uzoamaka,PhD, Kekeocha Mary Ezinne, PhD Emmanuel Yusuf Attah, PhD.	Nnamdi Azikiwe University NIGERIA
Children's Use Of Technologu: Privacy Rules And Their Impact"	Dr. Adriana Qafa	"Barleti" University, Tiranë
Design And Development Of Novel Approach For File Sharing For Security Using Blockchain Technology : Literature Review	Deepak Bansal	Greater Noida INDIA
The Current Trend Of Tuberculosis In The 21st Century: A Mini Review Study	Babatope Sunday Meduteni Adekola Saheed Ayodeji Musah Khadijat Toyin Bakare Mustapha Umar Sodiq Adetunji Adekola	University of Abuja NIGERIA
Arylated Carbazole Derivatives: Synthetic Strategies And Potential Applications	Saeeda Mubashra, Tanzeela	Government College University PAKISTAN

20.12.2025 / Hall-25, Session-5

ANKARA LOCAL TIME	MEETING ID: 820 9256 4523
12 ^{00} : 14 ^{00}	PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Dr. Vivien Vágner

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Effect of Risk Committee Independence on Financial Performance of Commercial Banks in Nigeria	Yusuf Ahmed Tijjani Zaharaddeen Khamis	Ahmadu Bello University NIGERIA
Climate Change Impacts and Adaptation Strategies for Building Climate-Resilient Livestock Production Systems among Smallholder Farmers in Sabon Gari LGA, Kaduna State, Nigeria	Bashir, M.B Lamus, Z.U Emenuwa, G. C Mukhtar, Y. Isah, S.	Ahmadu Bello University NIGERIA Zamfara State University NIGERIA
Assessing Effects of Agriculture and Industry on CO 2 Emissions in Bangladesh	Md. Mahafuzur Rahman Shah Tania Akter Sujana	Begum Rokeya University BANGLADESH
Identifying Key Influencers of Patient Satisfaction Using an Explainable Machine Learning Approach	Md. Mahafuzur Rahman Shah Tania Akter Sujana	Begum Rokeya University BANGLADESH
Spatial Multicriteria Analysis Using GIS for Green Hydrogen (GH_2) Production Suitability Mapping	Amina Yahia	Oum el Bouaghi University ALGERIA
Exploring Regime Shifts in Energy Market and Macro-Policy Variables: Evidence from BICS Using Threshold Modelling	Dr. Rubia Jalal Gopinathan. R	University of Jammu INDIA
The Impact of National Culture on Organizational Culture and Organizational Success	Dr. Vivien Vágner	Eötvös Loránd University
Structure-based drug repurposing to inhibit the DNA gyrase of Mycobacterium tuberculosis	Balasubramani G L Rinky Rajput Manish Gupta Pradeep Dahiya Jitendra K Thakur Rakesh Bhatnagar Abhinav Grover	Jawaharlal Nehru University INDIA

20.12.2025 / Hall-26, Session-6

ANKARA LOCAL TIME	MEETING ID: 820 9256 4523
12 ^{30} : 14 ^{30}	PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Dr. Bhawana Pal

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
The Growth Performance Of African Catfish (Clarias Gariepinus) Fed Diet With Varying Level Of Senna Tora Leaf Meal	Umar Abubakar Abdulrahman Dantani Alhassan Abdullahi	Kebbi State Polytechnic
Combined Magnetic And Electrokinetic Effects On Nanofluid Transport In Mixed Convection Vertical Channels	Usman S Rilwan Michael O Oni	Ahmadu Bello University NIGERIA
Where To Use Grounded Theory In Research For Better Results?	Dr. Bhawana Pal	Bankers Institute of Rural Development, Kolkata
From Streets To Parliament: Mapping The Movement-To-Party Pipeline In Contemporary Democracies.	Gilda Hoxha	Mediterranean University of Albania
Comparative Study Of Fruit Development Of Fig Trees (Ficus Carica L.) Propagated By Cuttings And In Vitro Tissue Culture	Dr. Chokri Bayoudh Dr. Faten Zaouay Mrs. Afifa Majdoub Prof. Dr. Mars	IRESA-University of Sousse TUNISIA
The Role Of Hybrid Music In Strengthening Tourism Destination Branding	Dr.Ade Irma ANGGRAENI Byasmara Orıon BHAMAKERTI	Universitas Jenderal Soedirman INDONESIA
Sedentary Work, Musculoskeletal Risk And Rehabilitation Needs: Chronic Neck Pain From A Human Security Perspective	PhD c. Esida Hoxha Dr. Kristaq Xharo	Tirana Avrupa Üniversitesi
Valorization Of Quinoa Processing By-Products As Emerging Nutraceutical Resources For Improved Human Health And Well-Being	BENYAHOUB Rabie CHOUANA Toufik AZIB Salim	Kasdi Merbah University ALGERIA

20.12.2025 / Hall-27, Session-6

ANKARA LOCAL TIME
12 30 : 14 30

MEETING ID: 820 9256 4523
PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Prof Dr Rizwan Akram Rana

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Using Sign Language At Undergraduate Level For Inclusion: Challenges And Opportunities	Dr Irfan Bashir Sidra Bano Prof Dr Yasira Waqar Dr Afshan Naseem Prof Dr Rizwan Akram Rana Dr Almas Shoaib Dr Aisha Sami Dr Abdul Malik Dr Aqila Rafique Ms Fareeha Sherazi Ms Yasmin Zohaib	University of Management and Technology PAKISTAN
Identifying Hidden Structures In The Taoudeni Basin Using Gravity Data Interpretation	Yassine Charikki Driss Khattach Mohammed-Rachid Houari Radia El Gout	Mohamed First University MOROCCO
Innovations In Effective Construction	Ketevan Jerenashvili	Georgian Technical University GEORGIA
Synthesis And Characterization Of 5,5'-(Methylenebis(1,3,4-Oxadiazole-5,2- Diyl))Bis(Benzene-1,3-Diamine)	Assiya Atif Houssine Ait Sir	Chouaib Doukkali University MOROCCO
The Khattarat System: Traditional Water Governance In Oases Of Middle Draa.	AIT YOUSSEF Ali	Ibn Tofail University MOROCCO
Electrochemical Behavior And Electropolymerization Of A New Carbazole-Based Imine Monomer	Assala Marir Mounia Guergouri Rafik Bensegueni	Constantine, Frères Mentouri University ALGERIA Mohamed Cherif Messaadia University ALGERIA
The Effectiveness Of High-Tone Therapy İn The Complex Rehabilitation Of Servicemen With Traumatic Brain İnjury	Prof. Alexander Plakida Kostyantyn Babov Sergey Gushcha	Ukrainian Research Institute of Medical Rehabilitation and Resort Therapy of theMinistry of Health of Ukraine
First-Principles Study Of Silicon-Doped Tetragonal Graphene For Enhanced Photocatalytic Performance	M. Houmad K. Ribag A. El Kenz A. Benyoussef	Mohammed V University MOROCCO

20.12.2025 / Hall-28, Session-6

ANKARA LOCAL TIME

12 30 : 14 30

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Dr Elham Vahidi

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Revolutionizing Cancer Diagnosis: The Potential of 3D Printed Nanosensors	Babita Gupta	Integral University INDIA
Title:Religious Freedom And The Hijab Controversy: A Human Rights Perspective	Nasrin Ziayee Dr Elham Vahidi	University:-Ahlul-Bayt International University IRAN
Application Of Artificial Intelligence In Public Administration Institutions: On The Example Of The Court And Public Registry	Tamar Bochorishvili Sofia Dogonadze	Georgian Technical University GEORGIA
Integration Of Hierarchical Process Analysis And GIS For Mapping Potential Stormwater Harvesting Sites In A Semi-Arid Context: Application To The Province Of Khémisset, Morocco	Aziz Bourass Miloud Chakit Rajaa Kaddar Sanae El Harche Mohamed Manaouch Mohamed Aghad Mohamed Sadiki	Ibn Tofail University MOROCCO
Mapping Stormwater Harvesting Potential In Semi-Arid Zones Using A Human-Physical Analysis-Geographic Information System: Implications For Sustainable Development In The Khémisset Region	Aziz Bourass Miloud Chakit Rajaa Kaddar Sanae El Harche Mohamed Manaouch Mohamed Aghad Mohamed Sadiki	Ibn Tofail University MOROCCO
Application Of Artificial Intelligence In Public Administration Institutions: On The Example Of The Court And Public Registry	Tamar Bochorishvili	Georgian Technical University GEORGIA
The Impact Of Building Deterioration On Valuation	Aleksandra Mamardashvili Grigol Amaglobeli	Georgian Technical University GEORGIA
Existence Of Panmictic Hilsa Shad (Tenualosa Ilisha) Populations From Two Large River Ecosystems In Bangladesh Revealed By Mitochondrial Control Region	Mumtahina Khatun Md. Rashedul Kabir Mondol Sharmeen Rahman	University of Rajshahi, Bangladesh

20.12.2025 / Hall-29, Session-6

ANKARA LOCAL TIME

12 30 : 14 30

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Dr. Chike Okoli

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
AI Auditability Vs Trade Secrets In Nigeria: Balancing Transparency, Innovation, And Regulatory Readiness	Tarms Kagbala Esq	Federal Polytechnic Ekowe NIGERIA
Oxidation Of The Organoborane And Molecular Docking Studies Of The Produced Alcohol	Mohammed Denzira Ali Barhoumi El mostafa Benharaf Abdessamad Tounsi Mohammed El idrissi	Sultan Moulay Slimane University MOROCCO
Evaluating The Retention Of Secondary School Biology Students Using Infographics In Niger State, Nigeria	John Ransome Dr. Ali Fati Dr. Chike Okoli	Federal University of Technology Minna
Strengthening Public-Private Partnerships For Disease Control In Nigeria: A Review Of NCDC's Collaborations With Private Sector Stakeholders.	Unamu Emmanuel Adekola S.A Musah Khadijat Toyin Bakare Mustapha Umar Sodiq Adetunji Adekola	University of Abuja NIGERIA
Using Digital Education Practices To Empower Underserved Communities Through Quadruple Helix Model	Abubakar Sidiq Nurudeen	Federal Polytechnic NIGERIA
Effect Of Short-Duration Moderate-Intensity Physical Activity On Glycaemic Control And Antioxidant Capacity Of Prediabetic Population	Associate Professor Zubia Shah Assistant Professor Dr. Sarah Shahid Assistant Professor Dr. Farida Ahmad Assoc. Professor Dr. Afsheen Mahmood	Khyber Girls Medical College ALGERIA
Contribution To The Spatiotemporal Study Of The Impacts Of Pollution On The Tipaza Coastline « North Of Algeria »	Kamel BELHADJ TAHAR Abdellatif ADJOUDJ Mohammed missoum BENMEDDAH	University Morsli Abdellah of Tipaz ALGERIA University Abdelhamid Ibn Badis ALGERIA
Fraud And Deposit Money Banks'; Performance Nexus In Nigeria	ACHUGAMONU Bede Uzoma NWANKWO Alexius Ndudi OMANKHANLEN Alexander Ehimare	Covenant University NIGERIA

20.12.2025 / Hall-30, Session-6

ANKARA LOCAL TIME

12 30 : 14 30

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: **Prof., PhD, Oksana Pysmenna**

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Ai-Driven Early Warning Systems For Fish Disease Outbreaks In Small-Scale Aquaculture	Md. Saikot Hasan Akhi Akther	Bangladesh Agricultural University BANGLADESH
Evolution Of Ukrainian Solo Song: From The 19th-Century Romance To Modern Chamber Lyricism	Prof., PhD, Oksana Pysmenna Assoc. Prof., PhD., Svitlana MYSHKO	Uzhhorod National University UKRANIE
Development And Formulation Of Antibiotic-Loaded Microparticles Loaded In Hydrogel For Topical Application Of DFU.	Amit Magar Dr Aamir Mirza Prof. Zeenat Iqbal Ayesha Siddiqui Fairy Rahmuddin Khan	-
Ensuring The Quality Of Education Under Martial Law: Challenges And Adaptation Strategies	Iliichuk Liubomyra	Vasyl Stefanyk Carpathian National University UKRANIE
Effects Of Covid-19 On The Shellfish Industry Of Bangladesh	Maruf Hasan. Md. Nishat Hawlader. Tareq Rashid Md. Mizanur Rahman	Patuakhali Science and Technology University BANGLADESH
Structural And Electronic Properties Of Tl X B 1-X P Ternary Compounds İn Zinc Blende Phase Using Mbj-GGA Approximation	Abed zoulikha Laid Abdelali	Sidi Bel Abbes University ALGERIA
Determination Of Residual Nitrite In Meat Products With Natural Preservatives Addition	Marsida SULO Ilirjana BOCI Elda RAMA	Tirana University ALBANIA
“Structure-Guided Design And Molecular Evaluation Of Potent 1,2,4-Triazole Derivatives Against Hepg2 Cancer Cells”	Zainib Razzaq Samreen Gul Khan Fozia Anjum Kiran Aftab Mehr un Nisa	Government College University PAKISTAN University of Lahore PAKISTAN

21.12.2025 / Hall-1, Session-1

ANKARA LOCAL TIME

10 00 : 11 45

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Dr. Emre KUZUGÜDENLİ

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Effects Of Climate Change On Reproductive Phenology Of Wildlife And Implications For Forest Ecosystems Effects Of Forest Fires On Wildlife	Dr. Emre KUZUGÜDENLİ Yasin ÜNAL	Applied Sciences University TÜRKİYE
Assessment Of Ecological Relationships Between Understory Vegetation And Small Mammal Communities	Dr. Emre KUZUGÜDENLİ Yasin ÜNAL	Applied Sciences University TÜRKİYE
Sensitive Adsorptive Stripping Voltammetric Determination Of Luteolin At Boron Doped Diamond Electrode In Presence Of Surfactant	Assist. Prof. Dr. Dilek ÖZCAN YARDIM Pınar TALAY PINAR	Van Yuzuncu Yil University TÜRKİYE
Introgression Of Wild Species In Eggplant Breeding And Modern Breeding Approaches	Mehmet DURAN DOKSÖZ Assist. Prof. Dr. Sevtap DOKSÖZ BONCUKÇU	Tokat Gaziosmanpaşa University TÜRKİYE
Carbon And Nitrogen Footprint In Agriculture: A Key Measure For A Sustainable Future	Rukiye DEMİR Dr. Öznur ÖZ ATASEVER	Tokat Gaziosmanpaşa University TÜRKİYE

21.12.2025 / Hall-2, Session-1

ANKARA LOCAL TIME

10 00 : 12 00

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Dr. Hasan Kıvanç YEŞİLTAŞ

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Development Of Market Clearing Price Forecasting System Based On Artificial Intelligence And Statistical Methods	Doğa KÖKEN Emirhan YAMAN Ceren ULUS M. Fatih AKAY	SMARTIKS SOFTWARE TÜRKİYE EFA Innovation Consulting and Technology TÜRKİYE Çukurova University TÜRKİYE
The Effect Of Low-Pressure Plasma Treatment On The Color, Fastness And Wastewater Properties In The Dyeing Of Polyamide Fabrics With Natural Dyes	Görkem GEDİK Assist. Prof. Dr.Yağmur Meltem AYDIN KIZILKAYA	Pamukkale University TÜRKİYE
Endemic Plants And Their Ecological Importance	Assoc. Prof. Dr. Nacide KIZILDAĞ ÖZDAL Hüsniye AKA SAĞLIKER	Çukurova University TÜRKİYE Osmaniye Korkut Ata University TÜRKİYE
Plants As A Renewable Energy Source: A Short Review	Hüsniye AKA SAĞLIKER Assoc. Prof. Dr. Nacide KIZILDAĞ ÖZDAL	Osmaniye Korkut Ata University TÜRKİYE Çukurova University TÜRKİYE
Design Of Asymmetric Quadratic Chirped Inverse-Gaussian Fbg Sensor For Dual-Parameter Sensing Based On Side-Lobe Asymmetry	Fatih YALINBAŞ Prof. Dr. Güneş YILMAZ	Bursa Uludağ University TÜRKİYE
Sustainable Water Policies In Turkey: Rainwater Harvesting And Grey Water Management	Dr. Hasan Kıvanç YEŞİLTAŞ	Cukurova University TÜRKİYE
Green Buildings In The Fight Against Climate Change: Urban Heat Islands And Green Roof Applications	Dr. Hasan Kıvanç YEŞİLTAŞ	Cukurova University TÜRKİYE
Investigating The Effects Of Landscape Metrics On Conceptual Hydrological Model Parameters	Mohammad Musawwir RAMJEET Assoc. Prof. Dr.Hüseyin AKAY	Gazi University TÜRKİYE

21.12.2025 / Hall-3, Session-2

ANKARA LOCAL TIME

10 30 : 12 30

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Şahin ÇETİNKAYA

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
An Examination Of Physical Education Teachers' Perceptions Of Organizational Justice According To Some Variables	Reha BOZGÜNEY Assoc. Prof. Dr. Abdullah Yavuz AKINCI	Süleyman Demirel University TÜRKİYE
An Examination Of University Students' Financial Attitude And Behavior According To Some Variables	Reha BOZGÜNEY Assoc. Prof. Dr. Abdullah Yavuz AKINCI	Süleyman Demirel University TÜRKİYE
The Role Of Heavy Polluting Industries In Sustainable Development An Assessment	Assoc. Prof. Dr. Şahin ÇETİNKAYA	Aksaray University TÜRKİYE
Health Tourism And General Tourism Revenues In Turkey	Assoc. Prof. Dr. Şahin ÇETİNKAYA	Aksaray University TÜRKİYE
Nursing Approach During The Intensive Care Process Of A Patient Who Underwent Bilateral Foot Amputation Due To Advanced Buerger's Disease: A Case Report	Sema YILDIRIM Assoc. Prof. Dr. Elif BÜLBÜL Emre AKKUŞ	Bakırköy Dr. Sadi Konuk Training and Research Hospital TÜRKİYE Sağlık Bilimleri University TÜRKİYE
The Nursing Role In Evidence Preservation And The Management Of Forensic Cases In Emergency Departments: A Case Presentation	Emre AKKUŞ Sema YILDIRIM Assoc. Prof. Dr.Elif BÜLBÜL	Bakırköy Dr. Sadi Konuk Training and Research Hospital TÜRKİYE Sağlık Bilimleri University TÜRKİYE
Evaluation Of A Calf Case Associated With Passive Transfer Failure	Lec. Ali Burak DÖRTKARDEŞ Prof. Dr. Ramazan YILDIZ	Burdur Mehmet Akıf Ersoy Unıversıty TÜRKİYE
Disease-Related Nutritional Disorders In Cats: A Case-Based Approach	PHD Student Ramazan UMAR Prof. Dr. Ramazan YILDIZ	Burdur Mehmet Akıf Ersoy Unıversıty TÜRKİYE

21.12.2025 / Hall-4, Session-2

ANKARA LOCAL TIME

10 30 : 12 45

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr.Ebru SAĞLAM

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Chronic Symptoms And Care Management In Patients With Gynecological Cancer Undergoing Brachytherapy	Assit. Prof. Ulku SAYGİLİ DUZOVA	Selçuk University TÜRKİYE
Quality Of Life And Symptom Assessment In Patients Receiving Hormone Therapy	Assit. Prof. Ulku SAYGİLİ DUZOVA	Selçuk University TÜRKİYE
Turkish Adaptation Of The Climate Change Literacy Scale: A Validity And Reliability Study	Nihan TÜRKOĞLU Dilek KILIÇ Büşranur TOK	Atatürk University TÜRKİYE
The Importance Of Periodontal Health In Pregnancy	Assoc. Prof. Dr.Ebru SAĞLAM	Istanbul Medeniyet University TÜRKİYE
Management Of Mobility In Maxillary Incisors: Clinical And Radiographic Effects Of Periodontal Splinting And Phase I Therapy	Assoc. Prof. Dr.Ebru SAĞLAM Res. Assist. Dr.Burak BAYAR	Istanbul Medeniyet University TÜRKİYE
The Role Of Fair Play In The Development Of Sporting Morality	Ertuğrul ÖZCAN Kamuran KARA Prof. Dr. Hüseyin ÖZTÜRK Res. Assist.Mete Berk DEMİRYOL	Gaziantep University TÜRKİYE
Topics Covered In Fair Play Education In Sports	Zaman ADLIM Şahin APAYDIN Prof. Dr. Hüseyin ÖZTÜRK Res. Assist.Mete Berk DEMİRYOL	Gaziantep University TÜRKİYE

21.12.2025 / Hall-5, Session-2

ANKARA LOCAL TIME

10 30 : 12 30

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: **Assoc. Prof. Dr.Ayhan AKSAKALLI**

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Electrochemical Synthesis And Characterization Of In 2 O 3 - Graphene Nanocomposities	Hülya ÖZTÜRK DOĞAN Mertcan Sezgin	Atatürk University TÜRKİYE
The Effect Of Brachistochron Curve Teaching On Students' Conceptual Understanding And Epistemological Attitudes	Assoc. Prof. Dr.Ayhan AKSAKALLI	Bayburt University TÜRKİYE
An Examination Of Out-Of-School Learning Environments And Activities For The 7th Grade Science Course From The Perspective Of The Türkiye Century Maarif Model	Emre ERDEN Prof. Dr. Orhan KARAMUSTAFAOĞLU	Amasya University TÜRKİYE
Investigation Of Outdoor Activities In The 8th Grade Science Course In The Türkiye Century Maarif Model: Learning Settings, Cognitive Processes, And Implementation Proposals	Emre ERDEN Prof. Dr. Orhan KARAMUSTAFAOĞLU	Amasya University TÜRKİYE
Design Design, Synthesis, Dna Binding, And Locking Studies Of 1,2,3-Triazole Compounds	Assist. Prof. Dr. Özge GÜNGÖR Dr. Büşra Albayrak MISIR	Kahramanmaras Sutcu Imam University TÜRKİYE
Design And Synthesis Of A New 1,2,3-Triazole Derivative As A Potential Antidiabetic Agent: Investigation Of Its □- Glucosidase Inhibition Property	Assist. Prof. Dr. Özge GÜNGÖR Dr. Büşra Albayrak MISIR	Kahramanmaras Sutcu Imam University TÜRKİYE
On Some Properties Of Eisenstein Series	Süleyman Sait DÜNDAR Prof.Dr.İlker İNAM	Bilecik Seyh Edebali University TÜRKİYE
An Overview Of Accelerator-Based Neutrino Research At Fermilab	Mustafa KANDEMIR	Recep Tayyip Erdogan University TÜRKİYE

21.12.2025 Hall-6, Session-2

ANKARA LOCAL TIME

10 30 : 11 45

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Burak AYÇİÇEK

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Integrating Soft Skills Into Efl Teaching: Whys And Hows	Huriye YASAR-KARAGUCUK Vasif KARAGUCUK	Gaziantep Islam Science and Technology University TÜRKİYE
Self-Efficacy Of Efl Teachers Through The Ai Age: A Bibliometric Analysis	Vasif KARAGUCUK Huriye YASAR-KARAGUCUK	Gaziantep Islam Science and Technology University TÜRKİYE
Literary Reflections Of Jihad In The 16th-Century Ottoman Frontier: İrşâdü'l-Mücâhidîn By Mahmud B. Abdülmennân,Composed In Hatvan	Büşra KAPLAN	Kırklareli University TÜRKİYE
Exploring Factors Shaping Teachers' Experiences: Social-Emotional Competence Perspective	Assoc. Prof. Dr. Burak AYÇİÇEK Lect. Dr. Burcu KARAFİL	Tokat Gaziosmanpaşa University TÜRKİYE Yalova University TÜRKİYE
The Impacts Of Critical Thinking-Focused Vs. Traditional Writing Instruction On Argumentative Essay Writing Skills Of Intermediate Students At English Prep School	Seray ATALAY	İstanbul Aydın University TÜRKİYE
A Study On Staccato Technique And Types Of Staccato In Piano	Gökçe GÜVEN	Trakya University TÜRKİYE
Historical Evolution Of Opera Singing From Vocal Aesthetic To Stage Reality	Assist. Prof. Dr. Funda YAZIKSIZ	Ankara Music and Fine Arts University TÜRKİYE

21.12.2025 / Hall-7 Session-2

ANKARA LOCAL TIME	MEETING ID: 820 9256 4523
10^{30} : 12^{30}	PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Ergin ALTUNSABAK

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
The Ritualisation Of Food And The Kitchen As A Venue For Folkloric Practices	Assist. Prof. Dr. Ergin ALTUNSABAK	Aksaray University TÜRKİYE
From Stone To Food - From Food To Tradition: The Mortar	Kübra Dilaver YILDIRIM	Trakya University TÜRKİYE
Personality Beliefs And Decision-Making Styles In A Non- Clinical Sample	Assist. Prof. Dr. Gaye ÖZEN AKIN	Kırklareli University TÜRKİYE
Immersive Technologies And The Transformation Of Journalistic Witnessing	Res. Assist. Oğuz GÜLLEB	Marmara University TÜRKİYE
The Ontological Chasm Between Thought And Matter: A Critique Of Mind-Object Dualism Centered On Rorty';S Radicalism	Melek Edanur YAROĞLU Assoc. Prof. Dr. Ferdi SELIM	Cumhuriyet University TÜRKİYE
Multiplicative Helical Trajectories Of A Point On The Multiplicative Sphere	Assoc. Prof. Dr.Zehra ÖZDEMİR	Amasya University TÜRKİYE
Magnetic Trajectorieson Multiplicative 2-Sphere	Assoc. Prof. Dr.Zehra ÖZDEMİR	Amasya University TÜRKİYE

21.12.2025 / Hall-8, Session-2

ANKARA LOCAL TIME

10^{30} : 12^{15}

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Yusuf KURT

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Investigation Of The Antimicrobial And Antioxidant Properties Of Kombuchas Produced Using Different Plant Materials	Zeyneb Tuba KAYGUSUZ Assoc. Prof. Dr.Berna DUMAN AYDIN	Dicle University TÜRKİYE
The Effect Of Elemental Sulfur Dosages In Melon Cultivation	Ahmet Şafak MALTAŞ	Akdeniz University TÜRKİYE
Comparison Of Powdered And Granular Potassium Sulfate Fertilizers In Radish Cultivation	Ahmet Şafak MALTAŞ	Akdeniz University TÜRKİYE
Emotional Engineering In Practice: The Case Of Apple	Heydar SALAMOV Assoc. Prof. Dr. Aşkın Nurdan TÜMBEK TEKEOĞLU	Istanbul Ticaret University TÜRKİYE Istanbul University TÜRKİYE
The Relationship Between Cash Effective Tax Rate And Capital Intensity: An Application On The Bist	Assoc. Prof. Dr. Yusuf KURT	Van Yüzüncü Yıl University TÜRKİYE
Development Of A Flour With High Sheetability And Softness Suitable For Paratha Production	Nuri Serdar GÜNDOĞAN Mehmet UÇAR İbrahim Selçuk AVCI	Tellioğlu Yem Gıda Entegre Tesisleri San. ve Tic. A.Ş. TÜRKİYE
Investigation Of The Effect Of Cognitive Impairment On The Capacity Of Short-Term Visual And Auditory Memory	Ass. Prof. E.J.Huseynova L.A.Heydarli	Gandja State University AZERBAYCAN

21.12.2025 / Hall-9, Session-2

ANKARA LOCAL TIME

10^{30} : 12^{30}

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Müslüm ÖZTÜRK

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Comparative Analysis Of Criteria Weighting In Multi-Criteria Decision-Making Processes Using Interval Type-2 Fuzzy BWM, RANCOM, And SWARA Methods	Assist. Prof. Dr. Müslüm ÖZTÜRK	Kilis 7 Aralık University TÜRKİYE
Type-2 Fuzzy Logic And Its Use In Multi-Criteria Decision-Making Methods In Turkey	Assist. Prof. Dr. Müslüm ÖZTÜRK	Kilis 7 Aralık University TÜRKİYE
Investigation Of The Effect Of Aluminum Hydroxide Addition On The Physical, Chemical, Mechanical And Flammable Properties Of Chloroprene Rubber-Based Products	Suzan ÇİFTÇİ İlker KÖPRÜ Salih Hakan YETGİN	Seçil Kauçuk San. ve Tic. A.Ş. TÜRKİYE
Brake Pedal Feel Modeling In Electric Vehicles: A Simulation-Based Investigation On Driver Comfort And Deceleration Linearity	Dr.Tevfik ATAMAN	Cankiri Karatekin University TÜRKİYE
Comparative Simulation Analysis Of Regenerative And Mechanical Braking Models In Electric Vehicles	Dr.Tevfik ATAMAN	Cankiri Karatekin University TÜRKİYE
An Analysis Of The 8th Grade Algebra Learning Area In The Context Of Mathematics History In The 8th And 15th Centuries	Zeynep Zerda ÖTELEŞ Elife Neval KAR Serbay DURAN	Adıyaman University TÜRKİYE
Experimental Analysis Of The Response Of Household Electrical Appliances To Voltage Variability	Metin TÜYSÜZ Dr. Önder CİVELEK	Karadeniz Technical University TÜRKİYE
High-Performance Heart Disease Prediction Using The Bagging Ensemble Method	Dr. Önder CİVELEK	Karadeniz Technical University TÜRKİYE

21.12.2025 / Hall-10, Session-3

ANKARA LOCAL TIME
11 00 : 13 00

MEETING ID: 820 9256 4523
PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr.Erhan İŞCAN

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Factors Affecting The Real Sector's Inflation Expectations In Turkey	Assoc. Prof. Dr.Erhan İŞCAN	Cukurova University TÜRKİYE
Impact Of Commodity Prices On Industrial Production: Evidences From Turkey	Assoc. Prof. Dr.Erhan İŞCAN	Cukurova University TÜRKİYE
Analysis Of The Financial Performance Of Bist Technology Index Companies Using The Entropy-Based Aras Method (2022–2024)	Assoc. Prof. Dr.Nevzat ÇALIŞ Prof. Dr. Hasan Hüseyin YILDIRIM	Bandırma Onyedi Eylül University TÜRKİYE Balıkesir University TÜRKİYE
Analysis Of The Financial Performance Of Bist Electricity Index Companies Using The Critic-Based Edas Method (2022–2024)	Assoc. Prof. Dr.Nevzat ÇALIŞ Prof. Dr. Hasan Hüseyin YILDIRIM	Bandırma Onyedi Eylül University TÜRKİYE Balıkesir University TÜRKİYE
Determinants Of Capital Adequacy Within The Scope Of Risk, Deposit, And Credit Dynamics	Assoc. Prof. Dr. Burak BÜYÜKOĞLU	Gaziantep University TÜRKİYE
Central Bank Policy Rate Decisions And The Short-Term Effects On The Bist Banks Index	Assoc. Prof. Dr. Burak BÜYÜKOĞLU	Gaziantep University TÜRKİYE
Waste Outlook And Economic Analysis Of Solar Panels Used In Türkiye's Energy Production	Assist. Prof. Dr.Kenan KOÇKAYA	Sivas Cumhuriyet University TÜRKİYE
Beyond The Oil Economy: A Comprehensive Analysis Of Digital Transformation Maturity In The Azerbaijani Banking Sector	Nurlan SAFARZADE	Institute of Economics of the Ministry of Science and Education AZERBAYCAN

21.12.2025 / Hall-11, Session-3

ANKARA LOCAL TIME

11 00 : 13 30

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Res. Assist. Ayşe Merve SARAÇOĞLU GEZER

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Monitoring Temporal Changes In Ursus Arctos L. Habitat Using Landscape Metrics	Prof. Dr. Şükran ŞAHİN Assist. Prof. Dr. Duygu DOĞAN Esin KAYAALP	Ankara University TÜRKİYE Pamukkale University TÜRKİYE
The Effect Of New Generation Aluminum-Based Materials On Heat Flow In Air-Cooled Pv Panels	Neslihan HIZLIER Assist. Prof. Dr.Veli Gökhan DEMİR	Balıkesir University TÜRKİYE
Investigation Of The Performance And Co 2 /No X Emissions Of The Sr-30 Micro Gas Turbine Depending On The Pressure Ratio	Adnan TAŞ Assist. Prof. Dr.Veli Gökhan DEMİR	Balıkesir University TÜRKİYE
The Investigation Of Effect Of Ether/Ester Type Lubricant Use In Polyacrylic Rubber On Physical And Mechaical Properties	Orhan TERZİOĞLU Muhammet KARA	Elatek Kauçuk San. Tic. A.Ş TÜRKİYE
Geochemical Characteristics Of High-Level Massive Hornblende Gabbros From The Devedami Area (Aksaray, Central Turkey) And Constraints On The Cretaceous Neotethyan Ophiolites	Prof.Dr. Kerim KOÇAK Bilal Faruk KAYIHAN	Konya Technical University TÜRKİYE
Geochemical Characteristics Of The Cooled Zones In Volcanic Enclaves From The Erenlerdağı Volcanic Complex (Konya,Central Anatolia)	Prof.Dr. Kerim KOÇAK	Konya Technical University TÜRKİYE
Traditional Courtyard Houses From The Ottoman Period In Syria	Res. Assist. Ayşe Merve SARAÇOĞLU GEZER Osman Ziyaettin YAĞCI	Karabük University TÜRKİYE
Facade Aesthetics And Formal Characteristics Of Traditional San'a Houses In Yemen	Res. Assist. Ayşe Merve SARAÇOĞLU GEZER Osman Ziyaettin YAĞCI	Karabük University TÜRKİYE

21.12.2025 / Hall-12, Session-3

ANKARA LOCAL TIME

11 00 : 13 00

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Tuğba KANMAZ

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Preschool 21st-Century Skills: A Systematic Review Of Studies Conducted In Türkiye	Assist. Prof. Dr. Tuğba KANMAZ	Kirsehir Ahi Evran University TÜRKİYE
Coding In Updated Early Childhood Education Programs: An Analysis Of The Türkiye Century Maarif Model And The Meb–Unicef Curriculum	Assist. Prof. Dr. Tuğba KANMAZ	Kirsehir Ahi Evran University TÜRKİYE
Evidence-Based Assessment Methods In Chronic Obstructive Pulmonary Disease	Fzt. Beyza KEŞOĞLU ÖZDEMİR Assoc. Prof. Dr. Ayşe ÜNAL	Alanya Alaaddin Keykubat University TÜRKİYE
Muscle Dysfunction, Proprioception, And Motor Control In Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Multidimensional Assessment	Fzt. Beyza KEŞOĞLU ÖZDEMİR Assoc. Prof. Dr. Ayşe ÜNAL	Alanya Alaaddin Keykubat University TÜRKİYE
Language Acquisition In Deaf Babies	Assoc. Prof. Dr. Mehmet Akif DUMAN	Necmettin Erbakan University TÜRKİYE
Language Acquisition In 12–24-Month-Old Babies	Assoc. Prof. Dr. Mehmet Akif DUMAN	Necmettin Erbakan University TÜRKİYE
A Meta-Analysis Study On The Relationship Between Occupational Stress And Psychological Well-Being	Ethem TOPÇUOĞLU Selen UYGUNGİL-ERDOĞAN Onur OKTAYSOY	Giresun University TÜRKİYE Osmaniye Korkut Ata University TÜRKİYE Kafkas University TÜRKİYE
A Bibliographic Analysis On Identity Leadership	Selen UYGUNGİL-ERDOĞAN Onur OKTAYSOY Ethem TOPÇUOĞLU	Osmaniye Korkut Ata University TÜRKİYE Kafkas University TÜRKİYE Giresun University TÜRKİYE

21.12.2025 / Hall-13, Session-3

ANKARA LOCAL TIME

11 00 : 13 00

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr.Burcu KAYA SAYARI

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Determination Of The Macroeconomic Factors Affecting The Bist 100 Index	Prof. Dr. Önder BÜBERKÖKÜ Assist. Prof. Dr.İbrahim YILDIRIMÇAKAR	Van Yuzuncu Yil University TÜRKİYE
Examining The Relationship Between Income Inequality And Wealth Inequality For G7 And Brics-T Countries	Prof. Dr. Önder BÜBERKÖKÜ Assist. Prof. Dr. İbrahim YILDIRIMÇAKAR	Van Yuzuncu Yil University TÜRKİYE
The Divergent Effects Of Trade Openness In The Labor Market: An Analysis Of Overall And Youth Unemployment	Muhammet ARIKAN Assist. Prof. Dr. Süleyman UĞURLU	Karabük University TÜRKİYE
Performance Of Mint Countries In The Legatum Prosperity Index: An Assessment Of Economic Quality And Investment Environment Components	Tuğçe ÇITIR Assist. Prof. Dr. Süleyman UĞURLU	Karabük University TÜRKİYE
Between Heritage Representation And Performance: Unveiling Actors Of Authenticity	Assist. Prof. Dr.Burcu KAYA SAYARI	Anadolu University TÜRKİYE
Evaluation Of The Cultural Tourism Development In Turkey Within The Context Of Sustainability	Assist. Prof. Dr.Burcu KAYA SAYARI Assoc. Prof. Dr.Ebru DÜŞMEZKALENDER	Anadolu University TÜRKİYE Eskişehir Osmangazi University TÜRKİYE
Examination Of The Predictive Level Of Teacher Communication Skills On Affective And Self-Regulation Variables In 4th Grade Students	Nalan PEMBE ÖZTÜRK Merve ÖNOL	Canakkale Onsekiz Mart University TÜRKİYE
Analytical Justification Of Economic And Institutional Instruments For Expanding Production Entrepreneurship In Industrial Parks	Mehman Hasanli	Azerbaycan Mimarlık ve İnşaat Üniversitesi

21.12.2025 / Hall-14, Session-3

ANKARA LOCAL TIME

11 00 : 12 30

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: **Lect. Dr. Mehmet Hanifi KAYA**

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Effects of Manual Therapy and Orthosis Use on Pain, Functional Capacity, and Quality of Life in Rheumatologic Rehabilitation: A Randomized Controlled Pilot Study	Lect. Dr. Mehmet Hanifi KAYA	Kırşehir Ahi Evran University TÜRKİYE
Effects of Manual Therapy Combined with Lumbosacral and Ankle–Foot Orthoses on Pain, Balance, and Functional Capacity in Rheumatologic Rehabilitation: A Randomized Controlled Pilot Study	Lect. Dr. Mehmet Hanifi KAYA	Kırşehir Ahi Evran University TÜRKİYE
Mitigating Online Harassment Against Athletes: The Threat Matrix Algorithm At The Paris 2024 Olympic Games	Res. Assist. Dr.Mehmet Ali HOROZOĞLU	Karamanoğlu Mehmetbey University TÜRKİYE
Development And Characterization Of Self-Emulsifying Pharmaceutical Dosage Forms Containing Cholecalciferol	Movloud ZOGHALCHI Mine DİRİL Bilge Eylül ŞENTÜRK H. Yeşim KARASULU	Ege University TÜRKİYE
Development And Characterization Of Zonisamide-Loaded Nanostructured Lipid Formulations	Emre Şefik ÇAĞLAR Derya AKYÜZ Emine SALDAMLI	University of Health Sciences TÜRKİYE Istanbul Univesity TÜRKİYE
Innovative Approach In Chronic Wound Management: Therapeutic Efficacy And Translational Potential Of Advanced Chitosan-Based Nanosystems	Emre Şefik ÇAĞLAR Mehmet EVREN OKUR Neslihan ÜSTÜNDAĞ OKUR	University of Health Sciences TÜRKİYE
The Effects Of Exercise On Epigenetic Mechanisms: Evaluation Of Dna Methylation, Microrna Regulation And Histone Modifications	Şener MUTLU Şerife VATANSEVER	Bursa Uludağ University TÜRKİYE

21.12.2025 / Hall-15, Session-3

ANKARA LOCAL TIME	MEETING ID: 820 9256 4523
11 ^{00} : 12 ^{00}	PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Fatma Dilek TURAN

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Children's Perceptions Of Hospitalization And Technological Approaches: A Pediatric Nursing Perspective	Assoc. Prof. Dr. Fatma Dilek TURAN	Akdeniz University TÜRKİYE
Peer Bullying In Childhood And Current Approaches: A Pediatric Nursing Perspective	Assoc. Prof. Dr. Fatma Dilek TURAN	Akdeniz University TÜRKİYE
Digital And Virtual Interventions Supporting Quality Of Life In Cancer Patients And Caregivers: A Narrative Review	Assist. Prof. Dr.Hülya TOSUN	Kütahya University TÜRKİYE
Relationships Between Menopause And Autoimmune Diseases	Assist. Prof. Dr.Hülya TOSUN	Kütahya University TÜRKİYE
Political Behavior in Nurses: Causes, Consequences, and Organizational Implications	Selver KEKEÇ Mehmet Batuhan ERGÜN Ebru ÖZEN BEKAR	Düzce University TÜRKİYE

21.12.2025 / Hall-16, Session-3

ANKARA LOCAL TIME
11 00 : 12 45

MEETING ID: 820 9256 4523
PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr.Gökhan AŞKAR

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
The Effect Of Er Addition On The Microstructural Properties In Al–Fe–Mn Alloy	Ecem Ayşe ÇAKIR Assist. Prof. Dr. Funda Gül KOÇ	Kocaeli University TÜRKİYE
Next-Generation Smart Grid 2.0 In All Aspects: Optimization,Communication, Control And Energy Management Approaches	Asım KAYGUSUZ Prof.Dr.Serdar Ethem HAMAMCI	Inonu University TÜRKİYE
Modelling And Analysis Of A Memcapacitor-Based Chaotic Circuit	Sevgi GÜRSUL KALAÇ Prof.Dr.Serdar Ethem HAMAMCI Zehra Gülru ÇAM TAŞKIRAN	Inonu University TÜRKİYE
A Policy Proposal For Addressing Food Safety Challenges: The Independent Food Safety And Inspection Centre	Ebru DİLEK Utku AYBUDAK Yasin TAŞPINAR Assist. Prof. Dr.Gökhan AŞKAR	Karabuk University TÜRKİYE
Governance In Development Agencies: A Review Of Development Councils	Assist. Prof. Dr.Gökhan AŞKAR	Karabuk University TÜRKİYE

21.12.2025 Hall-17, Session-4

ANKARA LOCAL TIME

12 00 : 14 00

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: MSc Slađana Martinović

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Psychological Effects Of Coronavirus On Reception Delinquency In Undergraduate Students	Amara Sahraoui	School for the Deaf and Mute ALGERIA
Study Of Structural, Microstructural And Optical Properties Of Zno, Zn 0.90 Co 0.05 M 0.05 O (M= Na, Al, Cd, Cu) Thin Films By USP Method.	Sabrina Roguai	University of Abbes Laghrour Khenchela ALGERIA
Neutronic Modeling Of A Nuscale-Type SMR With Openmc: Analysis Of K Eff And Burnup Behavior	CHAKROUNE Soukaina MAGHNOUJ Abdelmajid EL MAHJOUB Chakir	Sidi Mohamed Ben Abdellah University MOROCCO Ibn Tofail University MOROCCO
Epidemiological Trends And Emerging Challenges Of Dengue Fever In Bangladesh: A Comprehensive Analysis	Ashikur Rahman Bhuyain	Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University BANGLADESH
Isolating And Utilizing Beneficial Soil Microbes To Reduce Tomato Vascular Wilt Incidence	Malak FILALI Laâla DJEKIREF Afaf CHELLI	Mohamed Khider University ALGERIA
Justification Of The Component Composition Of An Extemporaneous Lotion For The Treatment Of Acne	Assoc. Prof.Svitlana OLIINYK Prof. Dr. VYSHNEVSKA Assoc. Prof.Tetiana KOVALYOVA	National University of Pharmacy UKRANIE
Analysis Of Situational Test Results In Young Female Handball Players	MSc Slađana Martinović	University of Montenegro
Differences In Quality Of Life Between Male And Female Students Of The Faculty Of Philosophy In Nikšić (Montenegro)	Milena Mitrović	Univerity of Montenegro

21.12.2025 / Hall-18, Session-4

ANKARA LOCAL TIME

12 00 : 14 00

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Shah Tania Akter Sujana

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Potential And Constraints Of Beekeeping Development In Sri Lanka: A Review On Socioeconomic, Technological, And Environmental Perspectives	Mahamarakkalahage Nethmi Ayodya Perera	Unıversıty of Ruhuna
Exploring Women's Preferences For Husbands' Presence In The Delivery Room During Childbirth In Northern Bangladesh	Shah Tania Akter Sujana Md. Mahafuzur Rahman	Begum Rokeya University BANGLADESH
Application Of Bioinformatic Tools In Cell Type Classification For Single-Cell RNA-Seq Data	Shah Tania Akter Sujana Md. Mahafuzur Rahman	Begum Rokeya University BANGLADESH
Immune Cell Type Classification And Identification Of Cell Type-Specific Genes Using Machine Learning In Single-Cell RNA-Seq Data With Functional Analysis And Drug Repurposing	Shah Tania Akter Sujana Md. Mahafuzur Rahman	Begum Rokeya University BANGLADESH
Effect Of Seaweed Enriched Humic Acid On Growth And Yield Of Bt. Brinjal (Solanum Melongena L.)	Md. Nazmul Hasan Arfin Nabiha Tasnim Ruhi MD.Rakibul Islam Sazib Akan Abdullah Al Kafi Dewan Hasan Al Mostakim Md. Rabbu Pramanik Samiu	Sylhet Agricultural University BANGLADESH
Serum Biochemical Response Of Rabbit Bucks Administered Maca Root Extract And Mucuna Pruriens Seed Extract	OBINNA, AL MACHEBE, NS AMAEFULE, BC NWOGA, CC ONODUGO, MO	University of Nigeria
Integrated Solar Desalination System With Thermal Storage And Energy Recovery	Badre Zinaoui Pr.Labjar Najoua Pr.EL Hajjaji souad	Mohammed V University MOROCCO
Social Sciences And Psychology	MSc.Selvije Lajqi Diana Vokshi Soreja Adzajlic Amina Adzajlic	University “Haxhi Zeka” Pejë KOSOVO

21.12.2025 / Hall-19, Session-4

ANKARA LOCAL TIME

12 00 : 14 00

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Dr. Neha

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Exosome-Based Drug Delivery Systems	D.Aravindhan S.Shakthi Sree	Bharath Institute of Higher Education and Research INDIA
Aerodynamic Design And Performance Evaluation Of Blade Angle Variations In A Small Horizontal-Axis Wind Turbine	Helal Uddin Mizanur Rahman Howlader Md. Ashikur Jaman Sakib Md Sohag Ahasan Mohammod Rasel SHARIF IBNE MIZAN AL MAHMUD	Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University BANGLADESH
Stability Analysis Of A One-Dimensional Elastic System With Double Porosity And Visco- Porous Dissipation	Aicha NEMSI Hana MERAH	University of El Oued ALGERIA
Green Education For Sustainable Future To Achieve Sustainable Development Goals (Sdgs)	X”XDr. Neha	Swami Vivekanand Subharti University INDIA
Risk-Based Management Accounting: Enhancing Risk Reduction And Strategic Stability In Modern Organizations	Givi Duchidze	East European University
Environment-Resistant Algal Feed For Sustainable Fish Production	Vandhana.K Murugesan Kamaraj	Faculty of Science and Humanities INDIA
Problem-Solving Skills And Mathematics Performance Of Junior High School Students: A Descriptive–Correlational Study	Lara C. Teh Aldwin T. Miranda	Agri-business and Marine and Aquatic School of Technology Philippines
Antibiotic Resistance	E.Praveena S.Rubinthara R .Swathi S.Deepak	Bharath Institute of Higher Education and Research INDIA

21.12.2025 / Hall-20, Session-4

ANKARA LOCAL TIME

12 00 : 14 00

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Dr. Parmod Kumar

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Workplace Inclusion As A Strategic HR Practice For Enhancing Employee Performance And Organizational Effectiveness	Dr. Parmod Kumar	-
Prevention Of Pediatric Caries Using Pit And Fissure Sealants:Indications, Materials, And Techniques	Dr. Saba Safaee	-
A Spatial And Socio-Economic Analysis Of Regional Competitiveness In Northern Bangladesh	Nashin Saiyara Teothy Md Abid Alam Gourab Halder Md Omik Hasan Md Sazibur Rahman	Rajshahi University BANGLADESH
Are Epiphytic Lichens Effective Indicators Of Air Quality And Environmental Stress?	Safaa Rhoulam Marouane Melloul El Alaoui Abdelaziz	Ibn Tofail University MOROCCO
Narta–Vjosa Delta As A Climate-Sensitive Wetland And Emerging Ecotourism Destination: Land-Use Transformation,Vulnerability, And Sustainable Development Opportunities	Phd. Esmeralda Laçi Asoc. Prof. Dr. Sonila Papathimiu	University of Vlora
Painting And Hospitality Management: A Systematic Literature Review On Visual Arts, Servicescape, And Guest Experience	Dr. Ade Irma Anggraeni Muhammad Fachrı Rahadı WARDOYO	Universitas Jenderal Soedirman INDONESIA
Microbial Degradation Of Organophosphate Pesticides In Polluted Soil: Mechanisms, Efficiency, And Environmental Impact	Emmanuel Bukola Iyiola Aanuoluwa Temitayo Iyiola Esther Opeyemi Aworeni Precious A. Idakwoji	Faculty of Life Sciences, University NIGERIA
Cesarean Section Rate Among Women Admitted To Azady Teaching Hospital: A Three-Month Observational Study	Razaw Omar Ibrahim	Kirkuk University

21.12.2025 / Hall-21, Session-4

ANKARA LOCAL TIME

12 00 : 14 00

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Dr. Parmod Kumar

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Sick Building Syndrome and Toxicological Assessment of Construction Materials among Workers and Residents in Dutse Metropolis, Jigawa State, Nigeria	Bate Garba Barde	Federal University NIGERIA
Growth and Instability Analysis of Rapeseed-Mustard in Haryana	Priyanka Dr. Kiran Bala	M.D. University
Workplace Inclusion as a Strategic HR Practice for Enhancing Employee Performance and Organizational Effectiveness	Neetu Tannu Dr. Parmod Kumar	M.D University
PROPOSED TOURIST CENTRE Optimisation of Safety Using Landscape Elements A JOURNAL PREPARED BY	Aliyu Suleiman Mohammed	Federal University of Technology Minna
Encouraging public-private partnerships at the university, towards a return on investment	Doctor RAHMOUNI Hanane	University of Oran 2 Mohamed Ben Ahmed ALGERIA
Synthesis of nanomaterials to remove organic impurities and heavy metals from aqueous solutions	Djellouli Amir Berredjem Yamina Yagoub Mohamed Guesmia Hadjer	University Badji Mokhtar ALGERIA
Artificial Intelligence in Human–Computer Interaction	J.Jeyavarshana Dr S.SELVAM	Nadar Mahajana Sangam S.Vellaichamy Nadar College INDIA
A Machine Learning-Based Approach for Automated Fake News Detection in Online Media	P. Veeralakshmi Dr. S. Selvam	Nadar Mahajana Sangam S.Vellaichamy Nadar College INDIA

21.12.2025 / Hall-22, Session-5

ANKARA LOCAL TIME

12 30 : 14 30

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Dr. Dharmananda M

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Natural Heritage Of Mirdita: Ecological Values, Anthropogenic Pressures, And Sustainable Development Perspectives	Xhulia BYGJYMI LUAN ARAPI Pal NIKOLLI	University of Tirana ALBANIA
Academic Performance And Financial Stress As Student Dropout Predictors: Evidence From A Secondary Data	Md Shahanur Hosen Mst Sumaiya Akter Pranto Roy	Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University BANGLADESH
Fungi And Biopolymers:An Eco-Friendly Route For Chitosan Production	Zakaria FAHYM Amine MOUBARIK Abdelouahed HAJJAJI	Sultan Moulay Slimane University MOROCCO
Comparative Study Of Sol-Gel And Solid-State Synthesized Wo_3 And Ag-Doped Wo_3 For Enhanced Resistive Humidity Sensing	Dr.Karunesh Tiwari Yosief Kassahun Hailu Dr.Mehertaeb Tsgai	Mai Nefhi College of science
"Impact Of Exchange Rates Fluctuations On Import Costs And Profit Margin"	Ms. Shreya A U Dr. Dharmananda M Dr. Harisha B S	Nitte Meenakshi Institute of Technology INDIA
"Impact of Global Event on Stock Market Volatility: A Comparative Study of Pre-, during- and Post-Event Performance"	Ms. Shreya A U Dr. Dharmananda M Dr. Harisha B S	Nitte Meenakshi Institute of Technology INDIA
"Evaluating the Performance of ESG Mutual Funds: A Comprehensive Study"	Mr. V Avinash Dr. Dharmananda M Dr. Harisha B S	Nitte Meenakshi Institute of Technology INDIA
Explainable and Fair AI for Predicting Health-Related Quality of Life among Diabetic Patients: A Cost-Sensitive Transformer–Boosting Approach in Bangladesh	Mezanur Rahman Sharukh Md. Shifat Karim Rezuana Sharmin Toma Mst. Sanjana Yasmin Mim	University of Rajshahi BANGLADESH

21.12.2025 / Hall-23, Session-5

ANKARA LOCAL TIME

12 30 : 14 30

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Dr. Kavita Singh

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Promoting green tourism towards sustainable development in Vietnam: Theoretical and practical basis	Ho Dieu Huyen Le Quang Ngoc	Vietnam Academy of Social Sciences
Crystal Structure, X-ray Diffraction Analysis, and Computational Study of a New Organic–Inorganic Compound: 2-Ethyl-N-phenylmethanaminium Dihydrogen Phosphite	El.Majdi S. Zerraf Said Belaaouad	Hassan II University MOROCCO
Endophytic Bacteria from Moroccan Medicinal Plants: Growth-Promoting and Biocontrol Capacities	Hicham EL KISSANI Hamza EL KISSANY Kaoutar ELFAZAZI Abdelouahed HAJJAJI	Sultan Moulay Slimane University MOROCCO
Combined Experimental and Theoretical Investigation of MelaminiumDihydrogen Pyrophosphate: Synthesis, Crystal Structure, Hirshfeld Surface Analysis, and Reactivity Mapping	Elmehdi Majdi Soufiane Zerraf Said Belaaouad	Hassan II University MOROCCO
Bridging the Education Gap: The Role of Financial Inclusion in Enhancing Higher Education Participation of ST Youth in Tamil Nadu	Dr. Kavita Singh Komal Yaditi Singh	SRM University
Modeling Spatial Dependence of Childhood Malnutrition in Thailand Using OLS and Spatial Regression Models	Most. Jannatul Fardos Asha Md. Aminur Rahman Md. Ashraful Islam Khan	University of Rajshahi BANGLADESH
Neuroprotective Efficacy of N-acetylcysteine in Polystyrene Microplastic-Mediated Cognitive Dysfunction	Dr. Huma Ikram Shahla Perveen Rumaisa Zakir Darakhshan J. Haleem	University of Karachi PAKISTAN
Investigating the Settlement Displacement in the Boropukuriya Coal Mining Area	Towhid Mursalin Shifat Rahedul Islam Rahe	Pabna University of Science and Technology

21.12.2025 Hall-24, Session-5

ANKARA LOCAL TIME

12 30 : 14 30

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Dr. Bharti Nair Khan

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
From Crime Scene To Courtroom: Comparative Study Of Forensic Accountability Frameworks To Wrongful Arrests And Miscarriages Of Justice	Dr. Bharti Nair Khan	School of Law INDIA Analyzing Levi Strauss & Co.'s Cash Flow, Capital Structure, and Shareholder Returns in 2024
Analyzing Levi Strauss & Co.'S Cash Flow, Capital Structure, And Shareholder Returns In 2024	NINDYA RESKA PUTRI RAYA SHAKILA HANNA	Universitas Lampung INDONESIA
The Impact Of Pricing Strategies On Customer Behavior And The Benefits Of Artificial Intelligence	Anna Maria KOSOVA Marsida KRASNIQI	Polis University ALBANIA
Recidivism In Juveniles Who Commit Criminal Offences At An Early Age	Esjurda TALLUSHI	University of Tirana ALBANIA
Potential Of Biomaterials Derived From Agricultural Waste For The Treatment Of Hospital Effluents: Application To Date Pits And Cloves	SAYERH Fatimazahra MOUHIR Latifa SAAFADI Laila	Hassan II University MOROCCO
Predicting Extreme Events Caused By Climate Change In Nigeria Using Machine Learning And Reanalysis Of Climate Data	ALIU, Olaniyi Habib OLAYIWOLA, Joy Oluwabukola	Federal Polytechnic Ilaro NIGERIA
Optical And Dielectric Properties Of Mn 2+ , Co 2+ , Ni 2+ , Zn 2+ Fe 3+ , And Ru 3+ , Complexes Films Derived From Azo-Azomethine Ligand For Photovoltaic Applications	W. N. El-Sayed M. M. Ebrahium M. Mohery J. Alkabli Anas J. Rasras K. A. Aly	University of Jeddah SAUDI ARABIA
From Disruption To Adaptation: An Interrupted Time Series Analysis Of COVID-19's Economic Impact On Morocco's Textile Industry	ARBAOUI RANIA AMZILE RAJAA	Mohammed V University MOROCCO
Epidemiology Of Chronic Kidney Disease In Moroccan Adult Population	Moustakim Rachida Friki Firdaous Barakat Imane EL Hendaoui Hajar Liba Habiba Mziwira Mohamed Belahsen Rekia	Chouaib Doukkali University MOROCCO

21.12.2025 / Hall-25, Session-5

ANKARA LOCAL TIME

12 30 : 14 30

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Dr. Tapas Chandra Bose

Percolation-Controlled Metal–Insulator Transition In High-Mobility Two- Dimensional Si-MOSFET	**Fahd Elmourabit Yassine Essakali Said Dlimi Abdelaziz Khoukh**	**-**
Ai-Assisted Judging In Ballroom Dance Competitions: Potential,Practice, And Ethical Considerations	**Milos Rabrenovic**	**Montenegro Dance Sport Federation**
Prevalence Of Obesity In 8 Aged Children From Central Region Of Montenegro	**Nebojša Pejović Viktor Krivokapić Ljubica Bošković Danilo Ječmenica**	**Univerity of Montenegro**
Polyfunctional Model For The Management Of Aquatic Biological Resources And The Environmental Policy Of Aquaculture	**Artem SOLOMAKHA**	**Kherson State Agrarian and Economic University UKRANIE**
AI Integration In Core Business Systems: ERP, CRM, And Workflow Automation	**S. Reashmi Dr. S. Selvam**	**S. Vellaichamy Nadar College INDIA**
Critically Assess The Public Financial Management (Pfm) In Bangladesh And Way Forward To Reform	**Dr. Tapas Chandra Bose**	**Peking University CHINA**
Development Of New Related Al-O-P And Si-O-P Phases In The Phosphoric Geopolymer Networks	**Y. Ballout Y. El Miz H. El Harouachi Y. El Miz D. Ahoudi M. Elgettafi R. Hakkou M.Loutou**	**University Mohammed first MOROCCO Cadi Ayyad University MOROCCO University Mohammed VI polytechnic MOROCCO**
Assessing Cognitive Functioning And Basic Concept Development In Children With Autism And Typically Developing Children	**Soyed Rakibuzzaman Roky Dr. Akram Uzzaman Akhi Akter Dola Al Amin Shuvo Rakibul Islam Jehad Sagota Deb**	**Jagannath University BANGLADESH**

21.12.2025 / Hall-26, Session-5

ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 820 9256 4523	
$12^{30} : 14^{30}$		PASSCODE: 3387067	

HEAD OF SESSION: DR. MEHWASH KASHIF

High-Resolution Drought Assessment Using Python-Based Remote Sensing And Sentinel-2 Data	Ziaul Haider CHOWDHURY Md. Osman Gani RASEL Md. Mahfuj Ahmed SIZAN	Hajee Mohammad Danesh Science & Technology University
DFT-Based Chemo- And Stereoselectivity Analysis Of The 1,3-Dipolar Cycloaddition Between 5,5-Dimethyl-3-Methylenepyrrolidin-2-One And Phenyl(Phenyldiazen-1-Ium-1-Ylidene)Methanide With Docking And ADMET Evaluation	Fatima MOUTAKIF Soukaina AMEUR Ahmed BENDAOUD Habib EL ALAOUI ABDELLAOUI Abdellah ZEROUAL	ChouaïbDoukkali University MOROCCO
Artificial Intelligence For Pre-Detection Of Diabetes A Biomedical Engineering Approach	Amr Farhan Abduladeem G.M. Al-Selwi Ayoub Echchahed Badreddine Labakoum Aissam Lyazidi	Hassan First University MOROCCO
Advanced Multi-Technique Methods For Mixed Radiation Separation	Imane Ahnouz	Mohammed V University MOROCCO
MEDT Insights Into The Regio And Stereoselectivity Of 1,3-Dipolar Cycloadditions Between Fused Pyrrole-2,3-Diones And Nitrones	Soukaina AMEUR Abdellah ZEROUAL Noureddine MAZOIR	ChouaïbDoukkali University MOROCCO
Bridging The Knowledge Gap: Evaluation Of Oral Microbiome Knowledge And Understanding Among Undergraduate Dental Students And Dentists	DR. MEHWASH KASHIF DR. IQRA MURTAZA DR. SEHRISH MURTAZA DR. AMAN ASHAR	Karachi Metropolitan University PAKISTAN
A Review Of The Effectiveness Of Short Fiber-Reinforced Resin-Based Composites And Polyethylene Fibers In Large Restorations Of Posterior Teeth	Pedram Tajeddini	-
Prevalence Of Obesity Among 6-Year-Old First-Grade Primary School Children In Herceg Novi And Nikšić	Ljubica Bošković Danilo Ječmenica	Univerity of Montenegro

21.12.2025 / Hall-27, Session-5

ANKARA LOCAL TIME

12 30 : 14 30

MEETING ID: 820 9256 4523

PASSCODE: 3387067

HEAD OF SESSION: Prial Chowdhury

Potassium Nitrate Halopriming Enhances Drought Stress Responses And Tolerance In Tomato	**Amira Mufida ZHARFA Rudi Hari MURTİ Budiastuti KURNIASIH**	**Universitas Gadjah Mada INDONESIA**
Spinacia Oleracea L. (Spinach): A Phytotherapeutic Resource From The Moroccan Central Plateau – Pharmacological Activities And Health Potential	**Jaayefar Fatima-ezzahra Belahbib Nadia Zidane Lahcen et Dahmani Jamila**	-
Magnetic Graphene Oxide (Mgo): The Best Solution For Removing Heavy Metals From Water	**Prial Chowdhury**	**University of Chittagong**
Digitalization Of Decision-Making Processes And Total Factor Productivity In Large-Scale Enterprises: A Comprehensive Review Of Organizational And Technological Evidence	**Elmira Azizi Norouzabadi Pegah Ghorbanpour**	**University of Tabriz IRAN**
Book Chapter Artificial Intelligence – Fundamentals And Applications	**VINAYAKALAKSHMI T MOHANAVEL T**	**Annamalai University CHNNAI**
Natural Dye From Alage For Textile	**Noman Habib Mahwish Salman Shahid Adeel Muhammad Usama**	**Government College University PAKISTAN**
Performance Analysis Of Shortest Path Algorithms	**VINAYAKALAKSHMI T MOHANAVEL T**	**Annamalai University CHNNAI**
Ai-Powered Threat Detection In Modern Computer Networks: A Comprehensive Study	**VINAYAKALAKSHMI T MOHANAVEL T**	**Annamalai University CHNNAI**

PHOTO GALLERY

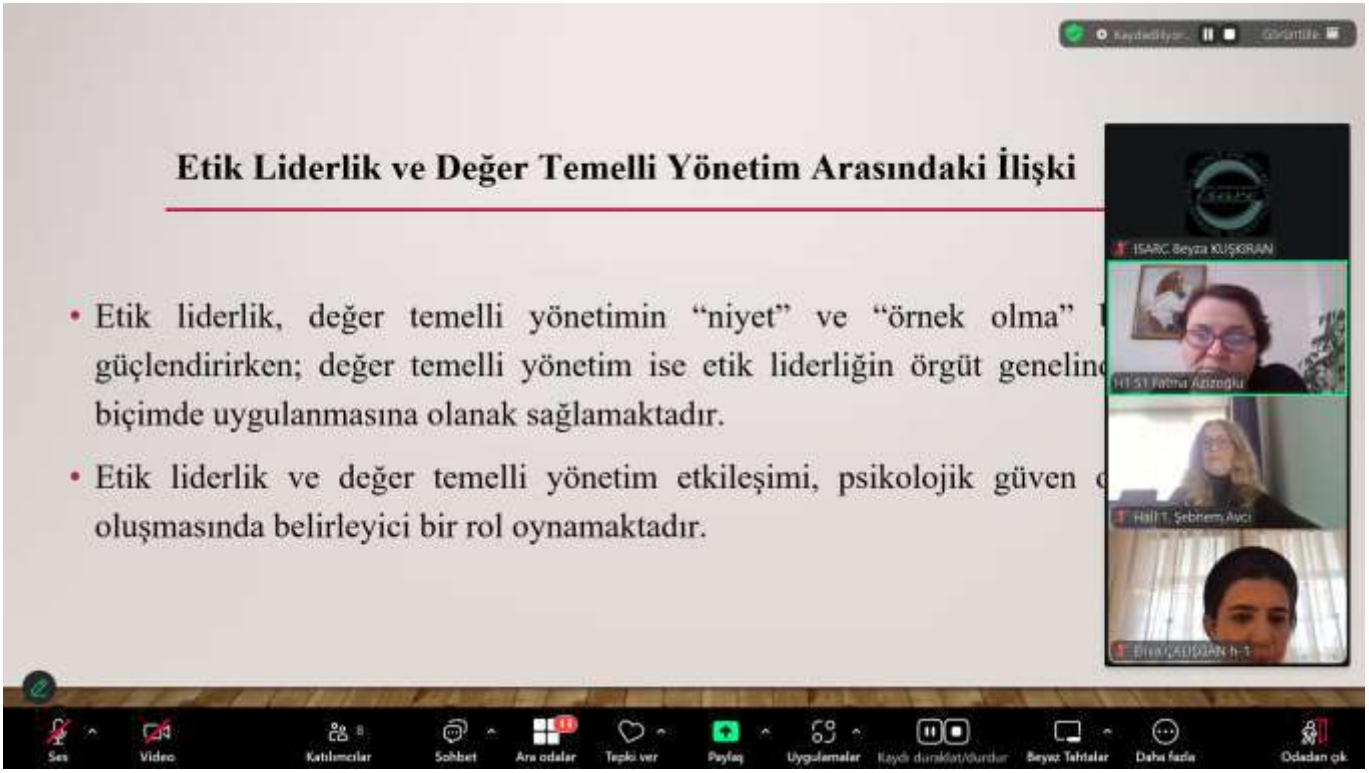
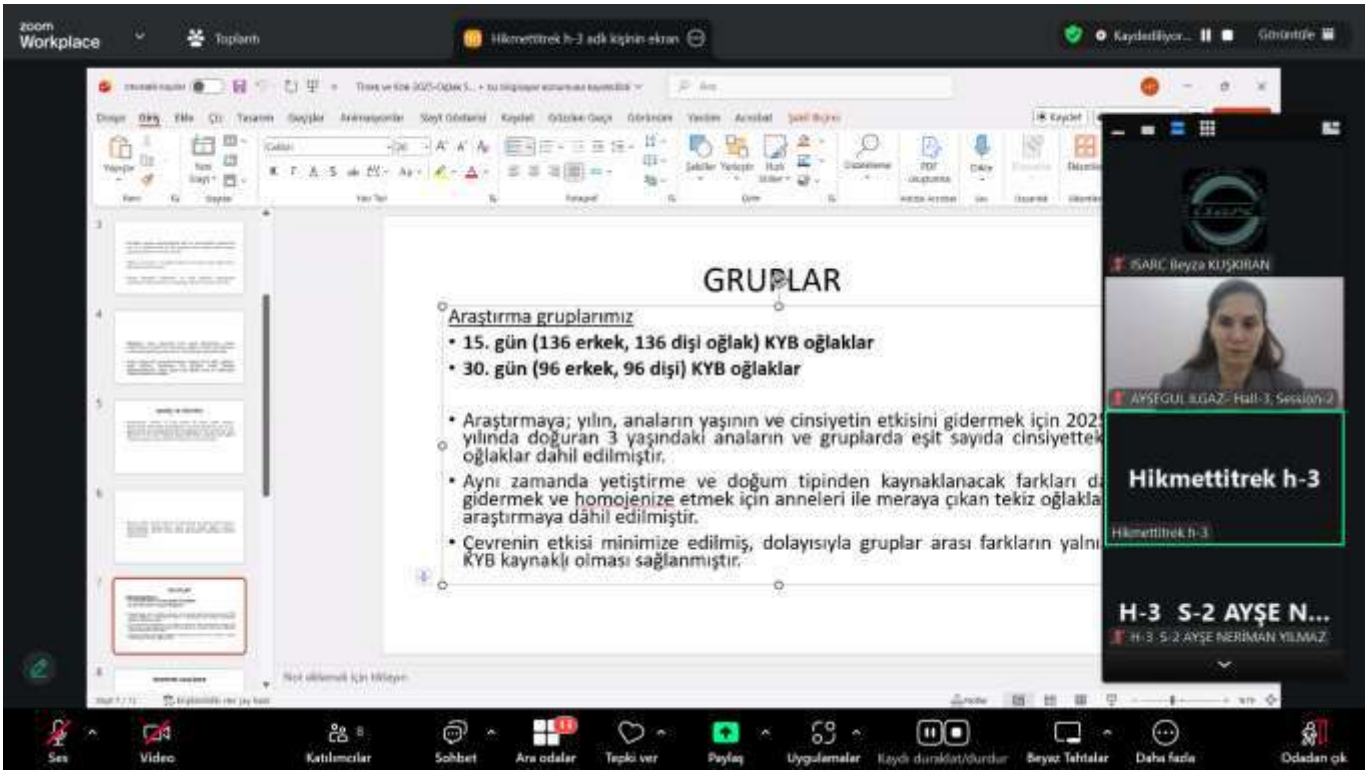




PHOTO GALLERY



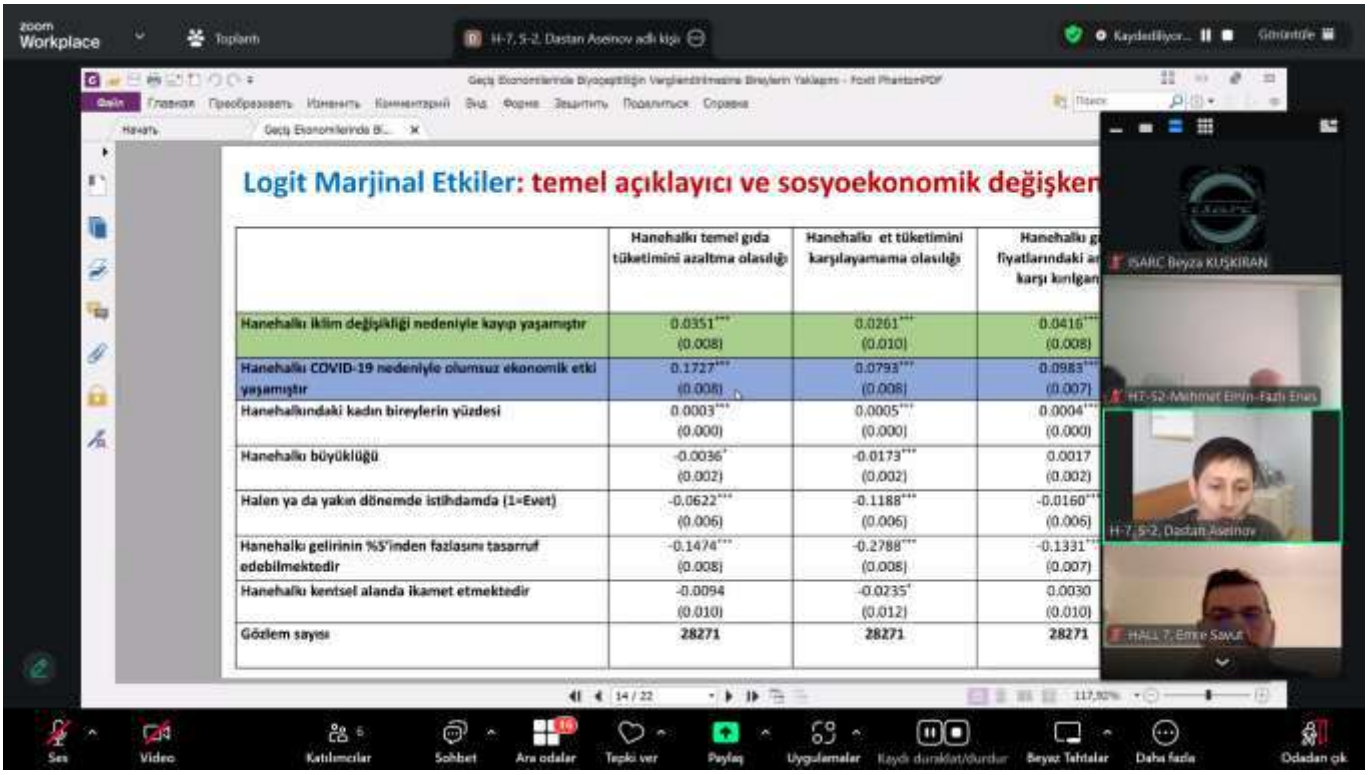


PHOTO GALLERY

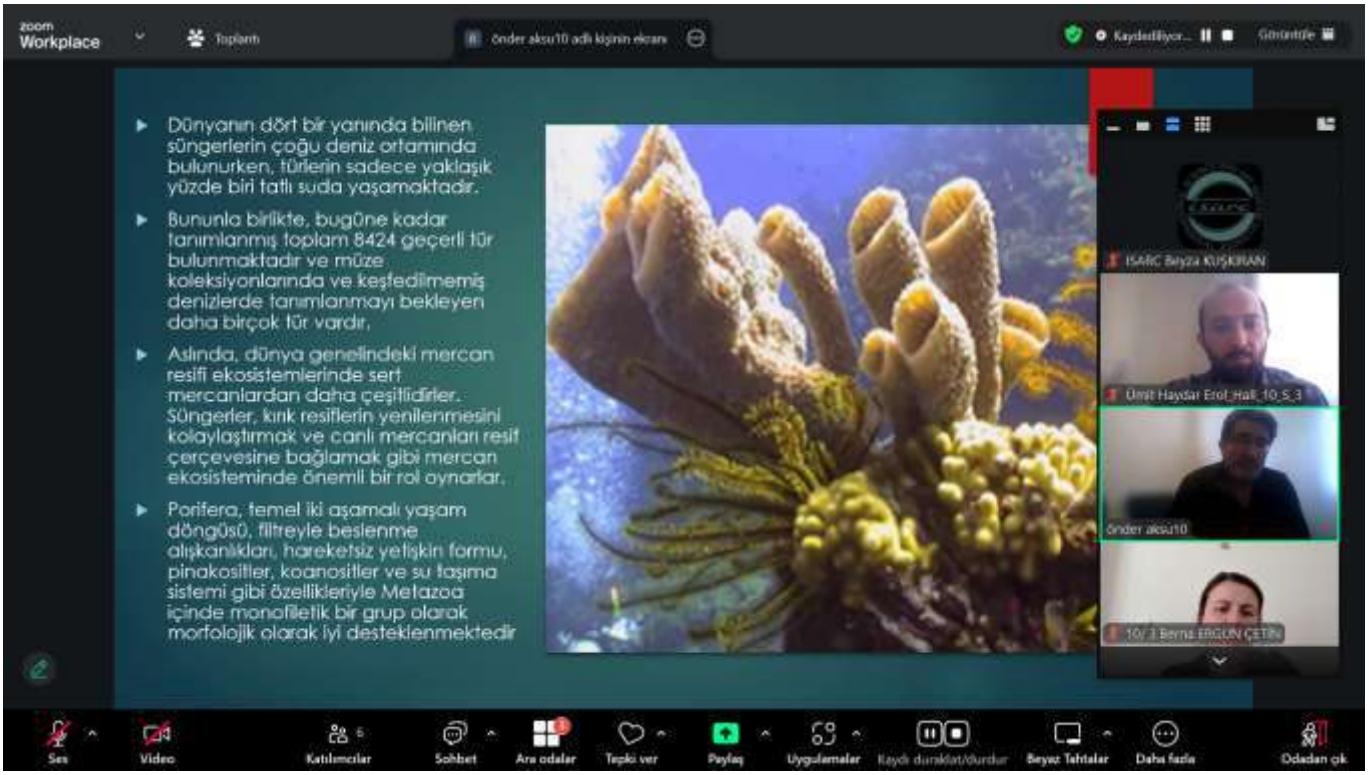
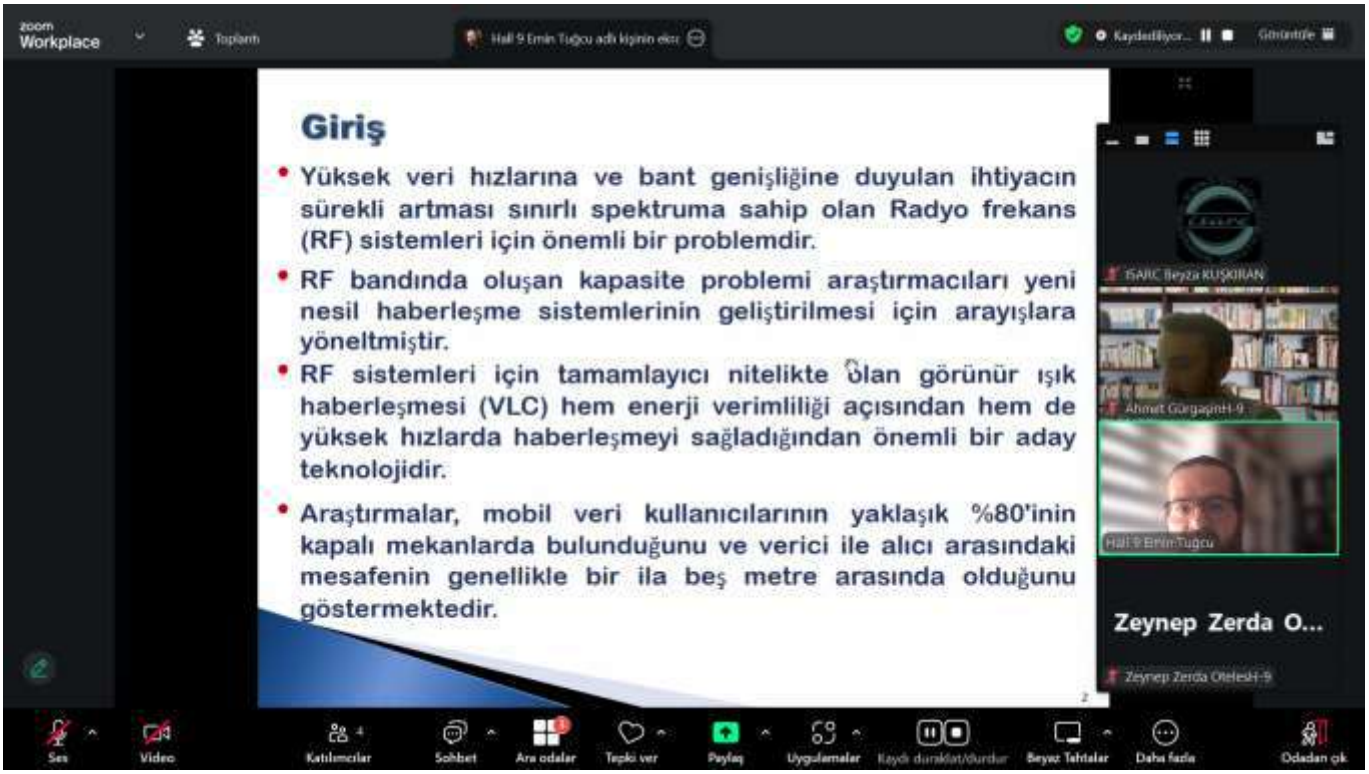




PHOTO GALLERY



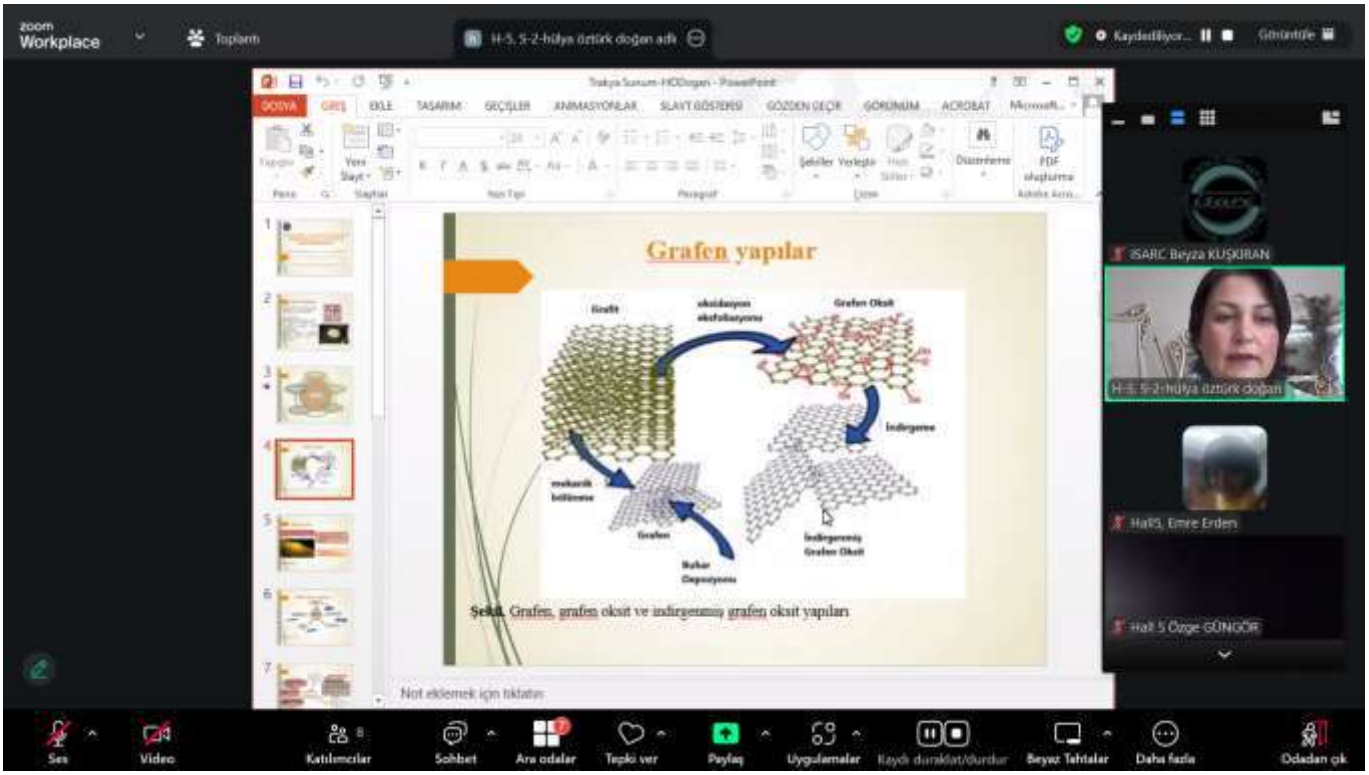
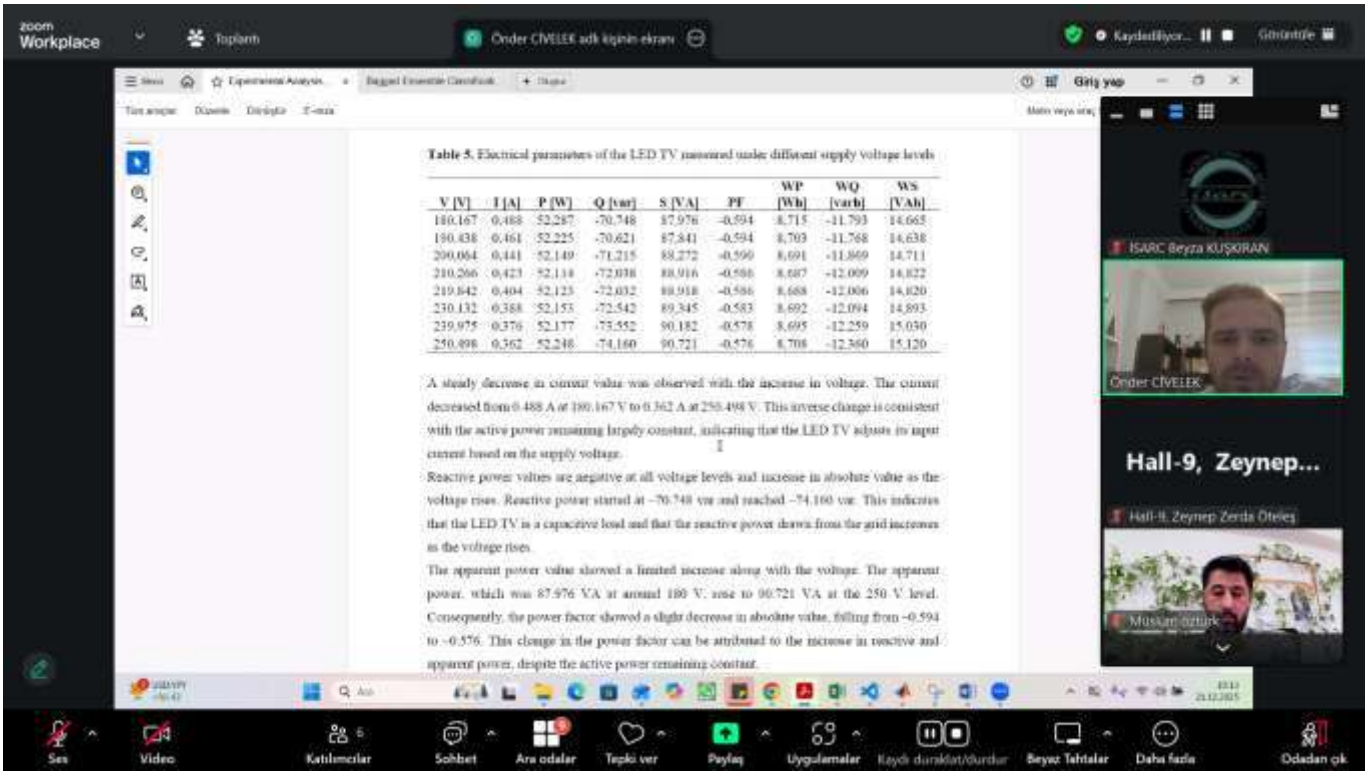
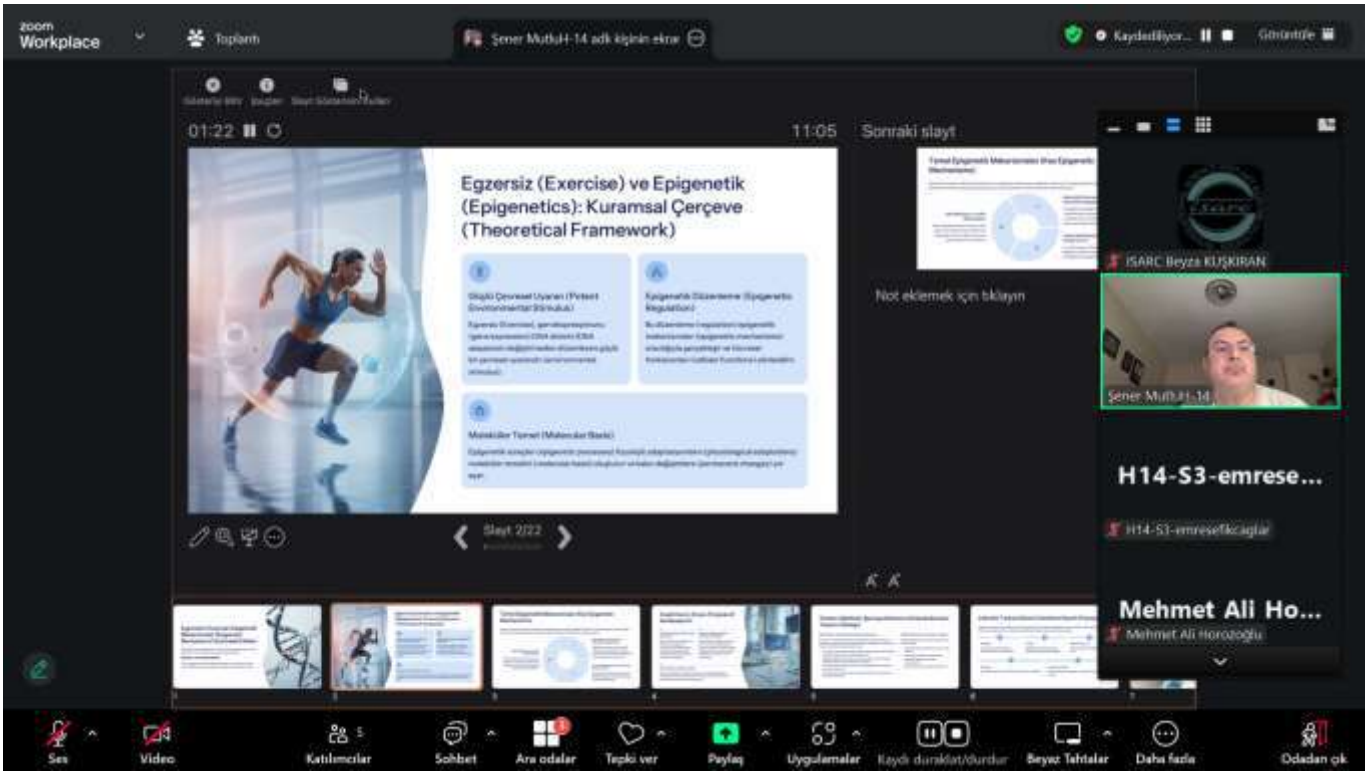


PHOTO GALLERY





INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

KONU:KONGRE KATILIMCI BİLGİSİ **27.12.2025**

İLGİLİ MAKAMA

8. ULUSLARARASI TRAKYA BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ 20-21 ARALIK 2025 tarihleri arasında EDİRNE 'de ve online olarak 19 farklı ülkeden (Türkiye:217 ve diğer Ülkeler:226 ; Toplam:443 akademisyen/araştırmacıların katılımı ile gerçekleşmiştir. Kongre, 16 Ocak 2020 Akademik Teşvik Ödeneği Yönetmeliğine getirilen '' Tebliğlerin sunulduğu yurt içinde veya yurtdışındaki etkinliğin uluslararası olarak nitelendirilebilmesi için Türkiye dışından en az 5 ülkeden farklı tebliğ sunan konuşmacının katılım sağlaması ve tebliğlerin yarıdan fazlasının Türkiye dışından katılımcılar tarafından sunulması esastır. '' değişikliğine uygun düzenlenmiştir. Bilgilerinize arz edilir.
Saygılarımla

Sefa Salih BİLDİRİCİ
HEAD OF İSARC

NOTIFICATIONS

AUTHOR	TITLE	No
Şahizer ERAYDIN	WOUND CARE IN PALLIATIVE PATIENTS	1-6
Şahizer ERAYDIN	COMPLEMENTARY AND INTEGRATIVE THERAPIES IN PALLIATIVE CARE	7-12
Beyza KEŞOĞLU ÖZDEMİR Ayşe ÜNAL	EVIDENCE-BASED ASSESSMENT METHODS IN CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE	13-18
Beyza KEŞOĞLU ÖZDEMİR Ayşe ÜNAL	MUSCLE DYSFUNCTION, PROPRIOCEPTION, AND MOTOR CONTROL IN CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE: A MULTIDIMENSIONAL ASSESSMENT	19-22
Tuğba DEMİR	PAH EXPOSURE IN MEAT AND FISH PRODUCTS AND CARCINOGENIC RISK ASSESSMENT	23-26
Tuğba DEMİR	DIOXIN & PCB EXPOSURE IN FISH AND SEAFOOD AND CARCINOGENIC RISK ASSESSMENT	27-30
Emre ERDEN Orhan KARAMUSTAFAOĞLU	INVESTIGATION OF OUTDOOR ACTIVITIES IN THE 8TH GRADE SCIENCE COURSE IN THE TÜRKİYE CENTURY MAARIF MODEL: LEARNING SETTINGS, COGNITIVE PROCESSES, AND IMPLEMENTATION PROPOSALS	31- 36
Emre ERDEN Orhan KARAMUSTAFAOĞLU	AN EXAMINATION OF OUT-OF-SCHOOL LEARNING ENVIRONMENTS AND ACTIVITIES FOR THE 7TH GRADE SCIENCE COURSE FROM THE PERSPECTIVE OF THE TÜRKİYE CENTURY MAARİF MODEL	37- 43
Tran Thi Thanh Hang Nguyen Thi Khanh Ly	ATTESTATION IN CRIMINAL LAWSUITS ACCORDING TO VIETNAMESE CRIMINAL PROCEDURE LAW	44- 49
Suzan ÇİFTÇİ İlker KÖPRÜ Salih Hakan YETGİN	INVESTIGATION OF THE EFFECT OF ALUMINUM HYDROXIDE ADDITION ON THE PHYSICAL, CHEMICAL, MECHANICAL, AND FLAMMABLE PROPERTIES OF CHLOROPRENE RUBBER-BASED MATERIALS	50-56
Halil Osman ERBEK Ahmet Mete ÇİLİNGİRTÜRK	THE EFFICIENCY OF MACROECONOMIC INDICATORS ON ECONOMIC GROWTH: A STOCHASTIC FRONTIER ANALYSIS APPROACH	57-73
Aminu A Idris H. Y Muhammad A. A Abdulkadir S Sunusi B. Balarabe S	PHYTOCHEMICAL, HAEMATOLOGICAL AND ANTI-TRYPANOSOMAL POTENTIAL OF *CARICA PAPAYA* LEAF IN RATS INFECTED WITH *TRYPANOSOMA BRUCEI BRUCEI*	74-78
Emre AKKUŞ Sema YILDIRIM Elif BÜLBÜL	THE ROLE OF NURSING IN THE MANAGEMENT OF FORENSIC CASES IN EMERGENCY DEPARTMENTS: EVIDENCE PRESERVATION AND CLINICAL INTERVENTION	79- 83
Sema YILDIRIM Emre AKKUŞ Elif BÜLBÜL	NURSING APPROACH DURING THE INTENSIVE CARE PROCESS OF A PATIENT WHO UNDERWENT BILATERAL FOOT AMPUTATION DUE TO ADVANCED BUERGER'S DISEASE: A CASE	84-88
AHMET GÜRGAŞİN	CUSTOMER CLASSIFICATION IN THE ENERGY SECTOR USING FUZZY CLUSTERING METHOD	89-93
AHMET GÜRGAŞİN	CUSTOMER CLASSIFICATION USING SUPERVISED LEARNING METHODS: AN APPLICATION IN THE ENERGY SECTOR	94-99
NINDYA RESKA PUTRI RAYA SHAKILA HANNA	ANALYZING LEVI STRAUSS & CO.'S CASH FLOW, CAPITAL STRUCTURE, AND SHAREHOLDER RETURNS IN 2024	100-106
Tamar Bochorishvili Sofia Dogonadze	APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PUBLIC ADMINISTRATION INSTITUTIONS: ON THE EXAMPLE OF THE COURT AND PUBLIC REGISTRY	107-109

Asım KAYGUSUZ Serdar Ethem HAMAMCI	NEXT-GENERATION SMART GRID 2.0 IN ALL ASPECTS: OPTIMIZATION, COMMUNICATION, CONTROL AND ENERGY MANAGEMENT APPROACHES	110-117
Ahmet Sait ÖZKUL	AN EXAMINATION OF ABDİ TEVFİK'S BOOK "AMELÎ VE NAZARÎ MÂLÛMÂT-I TİCÂRİYE"	118-122
Ahmet Sait ÖZKUL	"IMMATERIAL CAPITAL" IN THE ECONOMIC THOUGHT OF ABDÜLGANİ SENİ	123-127
Ayşenur Kübra Nuhoğlu	DIGITAL TRANSFORMATION IN TURKISH THEATRE: THE EFFECT OF VIRTUAL REALITY AND AUGMENTED REALITY APPLICATIONS ON THE THEATRE EXPERIENCE	128-139
Önder CİVELEK	HIGH-PERFORMANCE HEART DISEASE PREDICTION USING THE BAGGING ENSEMBLE METHOD	140-148
Metin TÜYSÜZ Önder CİVELEK	EXPERIMENTAL ANALYSIS OF THE RESPONSE OF HOUSEHOLD ELECTRICAL APPLIANCES TO VOLTAGE VARIABILITY	149-161
Reha BOZGÜNEY Abdullah Yavuz AKINCI	AN EXAMINATION OF PHYSICAL EDUCATION TEACHERS' PERCEPTIONS OF ORGANIZATIONAL JUSTICE ACCORDING TO SOME VARIABLES	162-166
Reha BOZGÜNEY Abdullah Yavuz AKINCI	AN EXAMINATION OF UNIVERSITY STUDENTS' FINANCIAL ATTITUDE AND BEHAVIOR ACCORDING TO SOME VARIABLES	167-171
Mehmet Emin BEKIK Fazlı Enes DONMEZ	PROTECTION OF EMPLOYEE RIGHTS IN THE PROCESS OF COMMERCIAL ENTERPRISE TRANSFER: AN ANALYSIS IN THE CONTEXT OF THE TURKISH COMMERCIAL CODE AND LABOUR ACT	172-176
Mehmet Emin BEKIK Fazlı Enes DONMEZ	THE SCOPE OF THE DUTY OF LOYALTY IN EMPLOYMENT CONTRACTS: AN ASSESSMENT WITHIN THE FRAMEWORK OF THE EMPLOYER'S LEGITIMATE INTERESTS AND THE PRINCIPLE OF PROPORTIONALITY	177-180
Tuğçe YILDIZ Muhammet Mevlüt KARACA	INVESTIGATION OF THE EFFECT OF CRYSTAL LATTICE CONFIGURATIONS AND GEOMETRIC PARAMETERS ON THE COMPRESSIVE STRENGTH OF AUXETIC HONEYCOMB STRUCTURES	181-188
Tuğçe YILDIZ Muhammet Mevlüt KARACA	EFFECT OF ANNEALING AND RE-ENTRANT LATTICE THICKNESS ON THE COMPRESSIVE PERFORMANCE OF FDM-PRINTED PLA AUXETIC HONEYCOMB STRUCTURES	189-195
Müslüm ÖZTÜRK	TYPE-2 FUZZY LOGIC AND ITS USE IN MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING METHODS IN TURKEY	196-196
Müslüm ÖZTÜRK	COMPARATIVE ANALYSIS OF CRITERIA WEIGHTING IN MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING PROCESSES USING INTERVAL TYPE-2 FUZZY BWM, RANCOM, AND SWARA METHODS	215-235
Melek Edanur YAROĞLU Ferdi Selim	THE ONTOLOGICAL CHASM BETWEEN THOUGHT AND MATTER: A CRITIQUE OF MIND-OBJECT DUALISM CENTERED ON RORTY'S RADICALISM	236-241
Şahin ÇETİNKAYA	THE ROLE OF HEAVY POLLUTING INDUSTRIES IN SUSTAINABLE DEVELOPMENT AN ASSESSMENT	241-249
Şahin ÇETİNKAYA	HEALTH TOURISM AND GENERAL TOURISM REVENUES IN TURKEY	250-260
Yusuf BİLGİN Ali ÇETİNKAYA Ayşenur DİNÇER	THE EFFECT OF MISLEADING DISCOUNT CAMPAIGNS ON CONSUMERS' PERCEIVED DECEPTION AND BEHAVIORAL RESPONSES	261-272
Yusuf BİLGİN Ali ÇETİNKAYA Seda TEKMAN	THE INFLUENCE OF PRICE SENSITIVITY ON CONSUMER IMPULSE BUYING BEHAVIOR IN RESPONSE TO ONLINE PROMOTIONS: THE MEDIATING ROLE OF PROMOTION TRACKING	273-285

Nevzat ÇALIŞ Hasan Hüseyin YILDIRIM	ANALYSIS OF THE FINANCIAL PERFORMANCE OF BIST ELECTRICITY INDEX COMPANIES USING THE CRITIC-BASED EDAS METHOD (2022–2024)	286-296
Nevzat ÇALIŞ Hasan Hüseyin YILDIRIM	FINANCIAL PERFORMANCE ASSESSMENT OF BIST TECHNOLOGY INDEX COMPANIES USING AN INTEGRATED ENTROPY–ARAS METHOD (2022–2024)	297-307
Ulku Saygili Duzova	CHRONIC SYMPTOMS AND CARE MANAGEMENT IN PATIENTS WITH GYNECOLOGICAL CANCER UNDERGOING BRACHYTHERAPY	308-311
Ulku Saygili Duzova	QUALITY OF LIFE AND SYMPTOM ASSESSMENT IN PATIENTS RECEIVING HORMONE THERAPY	312-317
Ahmet Şafak MALTAŞ	COMPARISON OF POWDERED AND GRANULAR POTASSIUM SULFATE FERTILIZERS IN RADISH CULTIVATION	318-324
Ahmet Şafak MALTAŞ	THE EFFECT OF ELEMENTAL SULFUR DOSAGES IN MELON CULTIVATION	325-330
Tuğçe ÇITIR Süleyman UĞURLU	PERFORMANCE OF MINT COUNTRIES IN THE LEGATUM PROSPERITY INDEX: AN ASSESSMENT OF ECONOMIC QUALITY AND INVESTMENT ENVIRONMENT COMPONENTS	331-339
Muhammet ARIKAN Süleyman UĞURLU	THE DIVERGENT EFFECTS OF TRADE OPENNESS IN THE LABOR MARKET: AN ANALYSIS OF OVERALL AND YOUTH UNEMPLOYMENT	340-351
Volkan ŞAHİN Orçun GÜNDOĞAN	DATA-DRIVEN ASSESSMENT OF INSTALLED POWER SAFETY MARGINS IN PASSENGER SHIPS	352-363
Derya ÇAKICI	THE 1930 LAW ON THE PROTECTION OF THE VALUE OF THE TURKISH CURRENCY AS A REFLECTION OF ECONOMIC ORIENTATIONS IN THE EARLY REPUBLICAN PERIOD AND THE PRESS'S PERSPECTIVE ON THE LAW	364-376
Kadriye OLĞAÇ AK Hasret YALÇINÖZ BAYSA	MENTAL HEALTH AMONG YOUNG PEOPLE IN THE DIGITAL AGE: SOCIAL MEDIA USE, DIGITAL ADDICTIONS AND PSYCHOLOGICAL WELL-BEING	377-382
Kadriye OLĞAÇ AK Hasret YALÇINÖZ BAYSAL	MENTAL HEALTH IN THE COMMUNITY AFTER A DISASTER: PSYCHOLOGICAL RESILIENCE, POST-TRAUMATIC STRESS AND COMMUNITY-BASED INTERVENTIONS	383-388
Dilek DOĞAN AKDAĞ Nagihan KILIÇ	IMPORTANT ENTOMOLOGICAL PROBLEMS AND SUSTAINABLE MANAGEMENT APPROACHES IN LENTIL PRODUCTION	389-399
Dilek DOĞAN AKDAĞ Nagihan KILIÇ	IMPORTANT INVASIVE INSECT SPECIES SPREADING IN OUR COUNTRY AND THEIR FIGHTING STRATEGIES	400-414
Zeynep GÜNGÖR Abdurrahman KESKİN	UNIVERSITY STUDENTS LIFE SATISFACTION AND PERCEPTION OF ACCESS TO PUBLIC SOCIAL WELFARE SERVICES	415-427
Emre SAVUT	LIQUID DEMOCRACY AS A NEW METHOD OF POLITICAL PARTICIPATION IN THE TECHNOLOGICAL AGE: POTENTIALS AND PROBLEMS	428-433
Ebru DİLEK Utku AYBUDAK Yasin TAŞPINAR Gökhan AŞKAR	A POLICY PROPOSAL FOR ADDRESSING FOOD SAFETY CHALLENGES: THE INDEPENDENT FOOD SAFETY AND INSPECTION CENTER	434-440
Gökhan AŞKAR	GOVERNANCE IN DEVELOPMENT AGENCIES: A REVIEW OF DEVELOPMENT COUNCILS	441-448
Erhan İŞCAN	IMPACT OF COMMODITY PRICES ON INDUSTRIAL PRODUCTION: EVIDENCES FROM TURKEY	449-453
Erhan İŞCAN	FACTORS AFFECTING THE REAL SECTOR'S INFLATION EXPECTATIONS IN TURKEY	454-457
Emin TUĞCU	A NEW APPROACH FOR SYMBOL AND BIT ERROR PROBABILITY IN RGB-BASED COLOR-SHIFT KEYING MODULATION	458-466

Fatih YALINBAŞ Güneş YILMAZ	DESIGN OF ASYMMETRIC QUADRATIC CHIRPED INVERSE-GAUSSIAN FBG SENSOR FOR DUAL-PARAMETER SENSING BASED ON SIDE-LOBE ASYMMETRY	467-472
Engin DERMAN Nidal ÇETİNKAYA	"BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF SCIENTIFIC ARTICLES IN THE FIELD OF SPORTS TOURISM IN TURKEY"	473-478
Engin DERMAN Nidal ÇETİNKAYA	"DETERMINING THE MOTIVATIONS OF MARATHON TOURISTS"	479-483
Enkelejda Koka	CHILD-CENTERED CONSTITUTIONAL REASONING IN CONTEMPORARY FAMILY LAW: INSIGHTS FROM THE ITALIAN CONSTITUTIONAL COURT AND THE ECTHR	484-496
Mohammad Musawwir RAMJEET Hüseyin AKAY	INVESTIGATING THE EFFECTS OF LANDSCAPE METRICS ON CONCEPTUAL HYDROLOGICAL MODEL PARAMETERS	497-506
Esjurda TALLUSHI	RECIDIVISM IN JUVENILES WHO COMMIT CRIMINAL OFFENCES AT AN EARLY AGE	507-510
Tevfik ATAMAN	BRAKE PEDAL FEEL MODELING IN ELECTRIC VEHICLES: A SIMULATION-BASED INVESTIGATION ON DRIVER COMFORT AND DECELERATION LINEARITY	511-515
Tevfik ATAMAN	COMPARATIVE SIMULATION ANALYSIS OF REGENERATIVE AND MECHANICAL BRAKING MODELS IN ELECTRIC VEHICLES	516-521
Görkem GEDİK Yağmur Meltem AYDIN KIZILKAYA	THE EFFECT OF LOW-PRESSURE PLASMA TREATMENT ON THE COLOR, FASTNESS AND WASTEWATER PROPERTIES IN THE DYEING OF POLYAMIDE FABRICS WITH NATURAL DYES	522-529
Asuman ÖZDEMİR	DOĞATÖLYE WORKSHOP: EXPLORING NATURE, HISTORY, AND ART THROUGH THE ANTHOTYPE TECHNIQUE	530-541
Duygu MISIRLI	EFFECTS OF GEOGRAPHICAL ORIGIN AND EXTRACTION METHODS ON THE ANTİOXİDANT ACTIVITIES OF *SALVIA OFFICINALIS*	542-545
Saadet Gökçen KARADUMAN Ufuk ÖZKAN	ASSESSMENT OF FLOOD RISK THROUGH NATURE-BASED SOLUTIONS AT THE SUB-BASIN WATERSHED SCALE	546-557
Svitlana OLIINYK Liliia VYSHNEVSKA Tetiana KOVALYOVA	JUSTIFICATION OF THE COMPONENT COMPOSITION OF AN EXTEMPORANEOUS LOTION FOR THE TREATMENT OF ACNE	558-563
Xhulia BYGJYMI LUAN ARAPI Pal NIKOLLI	NATURAL HERITAGE OF MIRDITA: ECOLOGICAL VALUES, ANTHROPOGENIC PRESSURES, AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT PERSPECTIVES	564-570
Hülya ÖZTÜRK DOĞAN Mertcan Sezgin	ELECTROCHEMICAL SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF In_2O_3-GRAPHENE NANOCOMPOSITIES	570-570
Odianosen, Veronica Jegbefumen Isuekebhor Mabel Daniel Marcel	SUSTAINABILITY HEALTHCARE QUALITY AND NURSING JOB SATISFACTION IN PRIVATE HOSPITAL: REVIEW OF EMPIRICAL STUDIES	575-579
Suzan ONUR Melisa Nur YABAN	REACTIVE OXYGEN SPECIES AND CELLULAR RESPONSES IN THE PATHOGENESIS OF OSTEOARTHRITIS	580-582
Suzan ONUR Melisa Nur YABAN	OXIDATIVE MECHANISMS SHAPING ISCHEMIC STROKE: THE CENTRAL ROLE OF LIPID PEROXIDATION	583-585
Kerim Gökhan AKTAŞ Fatih PEHLİVAN	FREE VIBRATION ANALYSIS OF SANDWICH METALLIC FOAM STRUCTURES USING THE FINITE ELEMENT ANALYSIS	586-594
Fatih PEHLİVAN Kerim Gökhan AKTAŞ	EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF PRINTING SPEED ON THE VIBRATION BEHAVIOR OF FFF 3D PRINTERS	595-600

Gilda Hoxha	FROM STREETS TO PARLIAMENT: MAPPING THE MOVEMENT-TO-PARTY PIPELINES IN CONTEMPORARY DEMOCRACIES	601-604
Ersin ÇELİKBAŞ Elifnur ÇAKMAK	AN EVALUATION ON THE REASONS FOR THE DENSITY OF ROMAN GREY WARES IN HADRIANOPOLIS	605-610
Ersin ÇELİKBAŞ	THE RECONSIDERATION OF BRONZ OIL LAMP WITH MASK FROM PARION' THEATRE	611-623
Fatma Dilek TURAN	CHILDREN'S PERCEPTIONS OF HOSPITALIZATION AND TECHNOLOGICAL APPROACHES: A PEDIATRIC NURSING PERSPECTIVE	624-631
Fatma Dilek TURAN	PEER BULLYING IN CHILDHOOD AND CURRENT APPROACHES: A PEDIATRIC NURSING PERSPECTIVE	632-632
İnci COŞKUN Yasemin ÖZER GÜÇLÜEL	NURSING APPROACHES TO THE PREVENTION OF PRESSURE INJURIES DURING THE SURGICAL PROCESS	638-638
Önder BÜBERKÖKÜ İbrahim YILDIRIMÇAKAR	EXAMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN INCOME INEQUALITY AND WEALTH INEQUALITY FOR G7 AND BRICS-T COUNTRIES	647-653
Önder BÜBERKÖKÜ İbrahim YILDIRIMÇAKAR	DETERMINATION OF THE MACROECONOMIC FACTORS AFFECTING THE BIST 100 INDEX	654-662
Aysun ATAGAN ÇETİN	AN INTERACTIVE DIGITAL PLATFORM PROPOSAL FOR TEACHING INTERNATIONAL STANDARDS ON AUDITING	663-674
Ketevan Jerenashvili	INNOVATIONS IN EFFECTIVE CONSTRUCTION	675-675
Huriye YASAR-KARAGUCUK Vasif KARAGUCUK	INTEGRATING SOFT SKILLS INTO EFL TEACHING: WHYS AND HOWS	679-682
Vasif KARAGUCUK Huriye YASAR-KARAGUCUK	SELF-EFFICACY OF EFL TEACHERS THROUGH THE AI AGE: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS	683- 687
OBINNA, AL MACHEBE, NS AMAEFULE, BC NWOGA, CC ONODUGO, MO	SERUM BIOCHEMICAL RESPONSE OF RABBIT BUCKS ADMINISTERED MACA ROOT EXTRACT AND *MUCUNA PRURIENS* SEED EXTRACT	688-692
Mehmet DURAN DOKSÖZ Sevtap DOKSÖZ BONCUKÇU	INTROGRESSION OF WILD SPECIES IN EGGPLANT BREEDING AND MODERN BREEDING APPROACHE	693-693
Ali Burak DÖRTKARDEŞ Ramazan YILDIZ	EVALUATION OF A CALF CASE ASSOCIATED WITH PASSIVE TRANSFER FAILURE	697-700
Ramazan UMAR Ramazan YILDIZ	DISEASE-RELATED NUTRITIONAL DISORDERS IN CATS: A CASE-BASED APPROACH	701-704
Seçkin ERTÜRK Hilmi YURDAKUL	EXAMINATION AND SIGNIFICANCE OF FLUE DUST GENERATED IN THE ELECTRIC ARC FURNACE SCRAP-BASED STEELMAKING PROCESS	705-712
Önder AKSU Murat AKPINAR	DIVER OPERATIONS, MORT MANAGEMENT AND OCCUPATIONAL RISKS IN CAGE FISH FARMING: A COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF TÜRKIYE AND WORLD PRACTICES	713-718
Ertuğrul ÖZCAN Kamuran KARA Hüseyin ÖZTÜRK Mete Berk DEMİRYOL	THE ROLE OF FAIR PLAY IN THE DEVELOPMENT OF SPORTING MORALITY	718-723
Zaman ADLIM Şahin APAYDIN Hüseyin ÖZTÜRK Mete Berk DEMİRYOL	TOPICS COVERED IN FAIR PLAY EDUCATION IN SPORTS	724-727
Burcu Kaya Sayarı Ebru Düşmezkalender	EVALUATION OF THE CULTURAL TOURISM DEVELOPMENT IN TURKEY WITHIN THE CONTEXT OF SUSTAINABILITY	728-736
Burcu KAYA SAYARI	BETWEEN HERITAGE REPRESENTATION AND PERFORMANCE: UNVEILING ACTORS OF AUTHENTICITY	737-742
Kenan KOÇKAYA	WASTE OUTLOOK AND ECONOMIC ANALYSIS OF SOLAR PANELS USED IN TÜRKİYE'S ENERGY PRODUCTIO	743-750

Hasan Kıvanç YEŞİLTAŞ	GREEN BUILDINGS IN THE FIGHT AGAINST CLIMATE CHANGE: URBAN HEAT ISLANDS AND GREEN ROOF APPLICATIONS	751-756
Hasan Kıvanç YEŞİLTAŞ	SUSTAINABLE WATER POLICIES IN TURKEY: RAINWATER HARVESTING AND GREY WATER MANAGEMENT	757-761
Keziban YALÇIN DOKUMACI Ali Han GÜNDOĞDU Ali Yavuz ŞEFLEK	COMPARISON OF VERTICAL AND INCLINED FAN CONFIGURATIONS IN AN ORCHARD AIR-BLAST SPRAYER IN TERMS OF AIRFLOW AND POWER CONSUMPTION	762-772
Kerim KOÇAK Bilal Faruk KAYIHAN	GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF HIGH-LEVEL MASSIVE HORNBLENDE GABBROS FROM THE DEVEDAMI AREA (AKSARAY, CENTRAL TURKEY) AND CONSTRAINTS ON THE CRETACEOUS NEOTETHYAN OPHIOLITES	773-787
Kerim KOÇAK	GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE COOLED ZONES IN VOLCANIC ENCLAVES FROM THE ERENLERDAĞI VOLCANIC COMPLEX (KONYA, CENTRAL ANATOLIA)	788-798
Ayhan AKSAKALLI	THE EFFECT OF BRACHISTOCHRON CURVE TEACHING ON STUDENTS' CONCEPTUAL UNDERSTANDING AND EPISTEMOLOGICAL ATTITUDES	799-815
Mehmet Hanifi Kaya	EFFECTS OF MANUAL THERAPY COMBINED WITH LUMBOSACRAL AND ANKLE–FOOT ORTHOSES ON PAIN, BALANCE, AND FUNCTIONAL CAPACITY IN RHEUMATOLOGIC REHABILITATION: A RANDOMIZED CONTROLLED PILOT STUDY	816-819
Dilek ÖZCAN YARDIM Pınar TALAY PINAR	SENSITIVE ADSORPTIVE STRIPPING VOLTAMMETRIC DETERMINATION OF LUTEOLIN AT BORON DOPED DIAMOND ELECTRODE IN PRESENCE OF SURFACTANT	820-829
M. Reşat SÜMER	MACHINE LEARNING FOR PREDICTING SOIL HYDRAULIC FUNCTIONS: STATE OF THE ART, TRANSFERABILITY, AND DATA ETHICS	830-836
M. Reşat SÜMER	THE INTERPLAY OF SALINITY AND SODICITY ON SOIL HYDRAULIC HYSTERESIS: FROM PHYSICOCHEMICAL MECHANISMS TO IRREVERSIBLE DEGRADATION MODELING	837-841
Zeynep Zerda ÖTELEŞ Elife Neval KAR Serbay DURAN	AN ANALYSIS OF THE 8TH GRADE ALGEBRA LEARNING AREA IN THE CONTEXT OF MATHEMATICS HISTORY IN THE 8TH AND 15TH CENTURIES	842-850
Mehman HASANLI	ANALYTICAL JUSTIFICATION OF ECONOMIC AND INSTITUTIONAL INSTRUMENTS FOR EXPANDING PRODUCTION ENTREPRENEURSHIP IN INDUSTRIAL PARKS	851-861
Mehmet Ali Horozoğlu	MITIGATING ONLINE HARASSMENT AGAINST ATHLETES: THE THREAT MATRIX ALGORITHM AT THE PARIS 2024 OLYMPIC GAMES	862-868
Ramazan AĞIN Şeyda ÇAVUŞOĞLU	EFFECTS OF MELATONIN AND GELATIN APPLICATIONS ON THE POSTHARVEST QUALITY PARAMETERS OF CHESTNUT MUSHROOM (AGARICUS CAMPESTRIS)	869-887
Şeyda ÇAVUŞOĞLU	THE EFFECT OF DIFFERENT ORGANIC FERTILISER APPLICATIONS ON THE AESTHETIC AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF ORNAMENTAL PLANTS	888-892
Şeyda ÇAVUŞOĞLU Yusuf UZUN	EVALUATION OF GERMINATION EFFICIENCY OF ORNAMENTAL PLANT SEEDS UNDER SALT STRESS	893-898
Milena Mitrović	DIFFERENCES IN QUALITY OF LIFE BETWEEN MALE AND FEMALE STUDENTS OF THE FACULTY OF PHILOSOPHY IN NIKŠIĆ (MONTENEGRO)	899-904
Hüsniye AKA SAĞLIKER Nacide KIZILDAĞ ÖZDAL	PLANTS AS A RENEWABLE ENERGY SOURCE: A SHORT REVIEW	905-908
Nacide KIZILDAĞ ÖZDAL Hüsniye AKA SAĞLIKER	ENDEMIC PLANTS AND THEIR ECOLOGICAL IMPORTANCE	909-912

Nihal Göktaş Gökgöz Melek Çakmak	A CONTENT ANALYSIS STUDY ON GAME AND MATHEMATICS-FOCUSED THESES (2015–2025)	913-921
Nurlan SAFARZADE	BEYOND THE OIL ECONOMY: A COMPREHENSIVE ANALYSIS OF DIGITAL TRANSFORMATION MATURITY IN THE AZERBAIJANI BANKING SECTOR	922-925
Oğuz GÜLLEB	IMMERSIVE TECHNOLOGIES AND THE TRANSFORMATION OF WITNESSING IN JOURNALISM	926-946
Güzide Öncü EROĞLU PEKTAŞ	DIGITAL MARKETING STRATEGIES FOR NEXT-GENERATION SMART MARINAS	947-952
Elisa Çalışgan	POLAND SYNDROME WITH CONGENITAL FACIAL PALSY IN AN 11-YEAR-OLD: CASE REPORT AND REHABILITATION OUTCOMES	953-958
Selver KEKEÇ Mehmet Batuhan ERGÜN Ebru ÖZEN BEKAR	POLITICAL BEHAVIOR IN NURSES: CAUSES, CONSEQUENCES, AND ORGANIZATIONAL IMPLICATIONS	959-959
Kadri AKÇALI Ali YARAŞ	RESEARCH TRENDS AND METHODOLOGICAL GAPS IN PHASE CHANGE MATERIALS (PCM) (2000–2026)	963-975
Ramazan Furkan ÖZKUL	READING THE PERSONNEL MANAGEMENT MENTALITY THROUGH A DIRECTIVE ON THE DUTIES OF OFFICIALS	976-979
Ramazan Furkan ÖZKUL	AN OVERVIEW OF PERSONNEL AND WORKFLOW ARRANGEMENTS THROUGH “YOLCU EŞYASININ MUAYENESİNE DAİR TALİMATNAME”	980-983
Mehmet Hanifi Kaya	EFFECTS OF MANUAL THERAPY AND ORTHOSIS USE ON PAIN, FUNCTIONAL CAPACITY, AND QUALITY OF LIFE IN RHEUMATOLOGIC REHABILITATION: A RANDOMIZED CONTROLLED PILOT STUDY	984-987
Şükran ŞAHİN Duygu DOĞAN Esin KAYAALP	MONITORING TEMPORAL CHANGES IN *Ursus arctos* L. HABITAT USING LANDSCAPE METRİCS	988-1000
Demet ARSLAN Şerife VATANSEVER	THE EFFECTS OF EXERCISE ON SKELETAL MUSCLE MITOCHONDRIAL FUNCTION IN HEALTHY ADULTS: A SYSTEMATIC REVIEW	1001-1014
Esida Hoxha Kristaq Xharo	SEDENTARY WORK, MUSCULOSKELETAL RISK AND REHABILITATION NEEDS: CHRONIC NECK PAIN FROM A HUMAN SECURITY PERSPECTIVE	1015-1022
Sevgi GÜRSUL KALAÇ Serdar Ethem HAMAMCI Zehra Gülru ÇAM TAŞKIRAN	MODELLING AND ANALYSIS OF A MEMCAPACITOR-BASED CHAOTIC CIRCUIT	1023-1031
Seyit Ali GÜNGÖR Özge GÜNGÖR	STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF COMPOUNDS CONTAINING 1,2,3-TRIAZOLE ALCOHOLS DNA BINDING AND MOLECULAR DOCKING STUDIES	1032-1042
Seyit Ali GÜNGÖR Özge GÜNGÖR	STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF COMPOUNDS CONTAINING 1,2,3-TRIAZOLE ALCOHOL: α-GLUCOSIDASE INHIBITION AND MOLECULAR DELIVERY STUDIES	1043-1052
Doğa KÖKEN Emirhan YAMAN Ceren ULUS M. Fatih AKAY	DEVELOPMENT OF MARKET CLEARING PRICE FORECASTING SYSTEM BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND STATISTICAL METHODS	1053-1060
Rukiye DEMİR Öznur ÖZ ATASEVER	CARBON AND NITROGEN FOOTPRINT IN AGRICULTURE: A PRIORITY METRIC FOR A SUSTAINABLE FUTURE	1061-1066
Fatih YAMAN	LABOUR REGIMES OF SYRIAN CONSTRUCTION WORKERS: EVERYDAY LIFE, SILENCE, AND THE REPRODUCTION OF PRECARIOUSNESS	1067-1075
Yusuf ÇOPUR	A STUDY ON REFIK HALID KARAY'S PLAYS *GİZLİ FİKİR* AND *MAYMUNUN MARİFETİ*	1076-1081
Fatma AZİZOĞLU Banu TERZİ	THE FUTURE OF NURSING EDUCATION: META-LEARNING AND DIGITAL CLINICS	1082-1086

Fatma AZİZOĞLU Banu TERZİ	ETHICAL LEADERSHIP IN NURSING: VALUE-BASED MANAGEMENT APPROACHES	1087-1091
Mustafa TUNÇ	COMPARISON OF HANDMADE PAPERS PRODUCED FROM DIFFERENT TYPES OF WASTE PAPER IN TERMS OF ART TECHNIQUES	1092-1100
Tuba ÇÖMEZ İKİCAN	"THE BIDIRECTIONAL RELATIONSHIP BETWEEN SLEEP AND FUNCTIONING IN PSYCHIATRIC DISORDERS: A SYSTEMATIC REVIEW"	1101-1106
Uğur BAŞARMAK	EFFECTS OF SCREEN USE AND CARTOON CONTENTS ON CHILD DEVELOPMENT IN EARLY CHILDHOOD: A CHATGPT AND LITERATURE-BASED ANALYSIS	1107-1116
Uğur BAŞARMAK	AN ANALYSIS OF THE TECHNOLOGY AND DIGITAL LITERACY DIMENSION OF THE TÜRKIYE CENTURY MAARIF MODEL PRESCHOOL EDUCATION PROGRAM	1117-1123
Uğur KARDİL Azer ÖZAD DÜZGÜN Zeynep AKAR	ANTIBIOFILM EFFECT OF LEAF AND FLOWER OF *Scabiosa columbaria* subsp. *columbaria* var. *columbaria* L.	1124-1127
Mehmet Akif DUMAN	GESTURE ACQUISITION IN 12–24-MONTH-OLD BABIES	1128-1133
Mehmet Akif DUMAN	GESTURE ACQUISITION IN DEAF INFANTS	1134-1140
Burak AYÇİÇEK Burcu KARAFİL	EXPLORING FACTORS SHAPING TEACHERS' EXPERIENCES: SOCIAL-EMOTIONAL COMPETENCE PERSPECTIVE	1141-1146
Ayşegül ILGAZ	BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF RESEARCH ON DIGITAL TRANSFORMATION IN THE CONTEXT OF AN AGING WORKFORCE	1147-1155
Ayşegül ILGAZ	A SCIENTIFIC NETWORK ANALYSIS OF THE LITERATURE ON THE IMPACT OF DIGITALIZATION ON THE SOCIAL INCLUSION PROCESSES OF MIGRANTS	1156-1165
Durdana SHİRİNLİ Ayşe Neriman YILMAZ	THE MULTIFACETED EFFECTS OF SUBOCCIPITAL RELEASE IN THE LITERATURE	1166-1169
Aysun VURAL Ayşe Neriman YILMAZ	EFFECTS OF DIFFERENT MYOFASCIAL RELEASE TECHNIQUES ON GENERAL JOINT RANGE OF MOTION AND BODY FLEXIBILITY	1170-1175
Ebru SAĞLAM	THE IMPORTANCE OF PERIODONTAL HEALTH IN PREGNANCY	1176-1181
Hülya Tosun	DIGITAL AND VIRTUAL INTERVENTIONS SUPPORTING QUALITY OF LIFE IN CANCER PATIENTS AND CAREGIVERS: A NARRATIVE REVIEW	1182-1189
Selen UYGUNGİL-ERDOĞAN Onur OKTAYSOY Ethem TOPÇUOĞLU	A BIBLIOGRAPHIC ANALYSIS ON IDENTITY LEADERSHIP	1190-1196
Ethem TOPÇUOĞLU Selen Uygungil-Erdoğan Onur OKTAYSOY	A META-ANALYSIS STUDY ON THE RELATIONSHIP BETWEEN OCCUPATIONAL STRESS AND PSYCHOLOGICAL WELL-BEING	1197-1202
İlkay YEMENİCİ Anıl ŞAKAR Betül Büşra YAVUZ	A REVIEW OF ASSESSMENT AND EVALUATION STUDIES ON EXPRESSION SKILLS IN 5TH GRADE TURKISH COURSEBOOKS BASED ON THE 2019 AND 2024 TURKISH CURRICULA	1203-1215
Tuğba KANMAZ	CODING IN UPDATED EARLY CHILDHOOD EDUCATION PROGRAMS: AN ANALYSIS OF THE TURKIYE CENTURY MAARIF MODEL AND THE MEB–UNICEF CURRICULUM	1216-1228
Tuğba KANMAZ	PRESCHOOL 21ST-CENTURY SKILLS: A SYSTEMATIC REVIEW OF STUDIES CONDUCTED IN TÜRKİYE	1229-1241
Movloud ZOGHALCHI Mine DİRİL Bilge Eylül ŞENTÜRK H. Yeşim KARASULU	DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF SELF-EMULSIFYING PHARMACEUTICAL DOSAGE FORMS CONTAINING CHOLECALCIFEROL	1242-1252

Aleyna HATUNOĞLU Sinem ATICI USTALAR	DETERMINATION OF OXIDE AND ALKALINE EARTH METAL DISTRIBUTIONS IN PERLITE MINERALS	1253-1262
Ümit Haydar EROL Berna Ergun ÇETİN Soner ÖNDER	MOLECULAR LEVEL RESPONSE MECHANISMS OF PLANTS UNDER ABIOTIC STRESS CONDITIONS	1263-1271
Ümit Haydar EROL Berna Ergun ÇETİN	POTENTIAL OF CONTROLLED RELEASE SYSTEMS TO MODULATE DEFENSE AND QUALITY METABOLISM IN VEGETABLES	1272-1283
Burak Emre Tüylüoğlu İlker TÜRKER	AUTHOR NAME AMBIGUITY IN TURKISH SCIENTIFIC PUBLICATIONS: A BIBLIOMETRIC VERIFICATION APPROACH	1284-1292
Najah Shuke Farah İlker TÜRKER	A MULTI-DATASET SPEECH EMOTION RECOGNITION SYSTEM USING CNN AND CLASSICAL MACHINE LEARNING	1293-1303
Zehra ÖZDEMİR	MULTIPLICATIVE HELICAL TRAJECTORIES OF A POINT ON THE MULTIPLICATIVE SPHERE	1304-1310
Zehra ÖZDEMİR	MAGNETIC TRAJECTORIES ON MULTIPLICATIVE 2-SPHERE	1311-1316
Emre Şefik Çağlar Mehmet Evren Okur Neslihan Üstündağ Okur	INNOVATIVE APPROACH IN CHRONIC WOUND MANAGEMENT: THERAPEUTIC EFFICACY AND TRANSLATIONAL POTENTIAL OF ADVANCED CHITOSAN-BASED NANOSYSTEMS	1317-1321
Emre Şefik Çağlar Derya Akyüz Emine Saldamlı	DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF ZONISAMIDE-LOADED NANOSTRUCTURED LIPID FORMULATIONS	1322-1326
Emre KUZUGÜDENLİ Yasin ÜNAL	EFFECTS OF FOREST FIRES ON WILDLIFE	1327-1332
Emre KUZUGÜDENLİ Yasin ÜNAL	ASSESSMENT OF ECOLOGICAL RELATIONSHIPS BETWEEN UNDERSTORY VEGETATION AND SMALL MAMMAL COMMUNITIES	1333-1344
Aleksandra Mamardashvili Grigol Amaglobeli	THE IMPACT OF BUILDING DETERIORATION ON VALUATION	1345-1349
Ho Dieu Huyen *Le Quang Ngoc*	PROMOTING GREEN TOURISM TOWARDS SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN VIETNAM: THEORETICAL AND PRACTICAL BASIS	1350-1358
Gaye ÖZEN AKIN	PERSONALITY BELIEFS AND DECISION-MAKING STYLES IN A NON-CLINICAL SAMPLE	1359-1365
Funda YAZIKSIZ	HISTORICAL EVOLUTION OF OPERA SINGING FROM VOCAL AESTHETIC TO STAGE REALITY	1366-1370
Özge GÜNGÖR Büşra Albayrak MISIR	DESIGN DESIGN, SYNTHESIS, DNA BINDING, AND LOCKING STUDIES OF 1,2,3-TRIAZOLE COMPOUNDS	1371-1380
Özge GÜNGÖR Büşra Albayrak MISIR	DESIGN AND SYNTHESIS OF A NEW 1,2,3-TRIAZOLE DERIVATIVE AS A POTENTIAL ANTIDIABETIC AGENT: INVESTIGATION OF ITS a-GLUCOSIDASE INHIBITION PROPERTY	1381-1387
Mustafa Kerem BÖRÜ Esat DAŞDEMİR	THE EFFECT OF FOREIGN TRADE BETWEEN THE REPUBLIC OF TURKIYE AND SOMALIA ON INFLATION AND OTHER MACROECONOMIC INDICATORS	1388-1397
Önder AKSU Murat AKPINAR	FRESHWATER SPONGES IN TÜRKIYE: SYSTEMATIC, ECOLOGICAL CHARACTERISTICS AND GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION	1398-1405
Bilge TUNÇKOL	WILD EDIBLE PLANT DIVERSITY OF THE ULUS DISTRICT (BARTIN)	1406-1413
Ayşe Gül AKÇALI Mustafa HİZMETLİ	AN EVALUATION OF YALVAÇ'S TRADITIONAL WOMEN'S CLOTHING CULTURE IN THE CONTEXT OF URBAN IDENTITY	1414-1427
Fatma Zehra İLTER Meral ÇALIŞ DUMAN	ARTIFICIAL INTELLIGENCE LITERAC Y: A STUDY IN SCHOOLS	1428-1428

Ergin ALTUNSABAK	THE RITUALISATION OF FOOD AND THE KITCHEN AS A VENUE FOR FOLKLORIC PRACTICES	1437-1446
Ade Irma ANGGRAENI Byasmara Orıon BHAMAKERTI	THE ROLE OF HYBRID MUSIC IN STRENGTHENING TOURISM DESTINATION BRANDING	1447-1455
Adriana Qafa	CHILDREN'S USE OF TECHNOLOGY:PRIVACY RULES AND THEIR IMPACT ON DIGITAL DEVELOPMENT	1456-1459
Ecem Ayşe ÇAKIR Funda Gül KOÇ	THE EFFECT OF Er ADDITION ON THE MICROSTRUCTURAL PROPERTIES IN Al–Fe–Mn ALLOY	1460-1466
Ayşe Merve SARAÇOĞLU GEZER Osman Ziyaettin YAĞCI	FACADE AESTHETICS AND FORMAL CHARACTERISTICS OF TRADITIONAL SAN'A HOUSES IN YEMEN	1467-1472
Ayşe Merve SARAÇOĞLU GEZER Osman Ziyaettin YAĞCI	TRADITIONAL COURTYARD HOUSES FROM THE OTTOMAN PERIOD IN SYRIA	1473-1482
Güldane ARAZ AY	THE RELATIONSHIP BETWEEN REALITY, MIMESIS, AND METAPHOR IN THE ART OF PAINTING IN LIGHT OF PLATO'S ALLEGORY OF THE CAVE	1483-1487
Güldane ARAZ AY	A CRITICAL READING OF CHRISTO AND BEYOND IN THE CONTEXT OF ENVIRONMENTAL ART	1488-1492
Lynda FERFECHE Nadra DEBBACHE	EFFICIENT PHOTOCATALYTIC REMOVAL OF PHARMACEUTICAL POLLUTANT BY Zn/Fe BIMETALLIC MOFS	1493
Farjallah Sarra	USİNG MOLECULAR APPROACHES TO IDENTİFY FLAGELLATED PROTOZOANS İN DOMESTİC CHİCKENS FROM TUNİSİA	1494
Mouad Benaicha Youssef Es-Sabry Elmiloud Chaabelasri Youssef.Ech-Chine Mohammed El Goual	CFD-BASED THERMAL AND EXERGETIC ENHANCEMENT OF HYBRID PHOTOVOLTAIC/THERMAL SYSTEMS	1495
Büşra KAPLAN	LITERARY REFLECTIONS OF JIHAD IN THE 16TH-CENTURY OTTOMAN FRONTIER: *İRŞÂDÜ'L-MÜCÂHIDÎN* BY MAHMUD B. ABDÜLMENNÂN, COMPOSED IN HATVAN	1496-1497
Huma Ikram Shahla Perveen Rumaisa Zakir Darakhshan J. Haleem	NEUROPROTECTIVE EFFICACY OF N-ACETYLCYSTEINE IN POLYSTYRENE MICROPLASTIC-MEDIATED COGNITIVE DYSFUNCTION	1498
Derra Mourad	A HIGH-FIDELITY ULTRASONIC TECHNIQUE FOR QUANTITATIVE SOC AND SOH ASSESSMENT IN LITHIUM-POLYMER BATTERIES	1499
Pedram Tajeddini	A REVIEW OF THE EFFECTIVENESS OF SHORT FIBER-REINFORCED RESIN-BASED COMPOSITES AND POLYETHYLENE FIBERS IN LARGE RESTORATIONS OF POSTERIOR TEETH	1500
Abdi Syukur Siahaan Yohanes Oktavianus	"INTERNALIZATION OF HARAJAON BATAK TOBA AS A FRAMEWORK FOR MANAGEMENT ETHICS IN CHRISTIAN RELIGIOUS EDUCATION"	1501
Abed zoulikha Laid Abdelali	STRUCTURAL AND ELECTRONIC PROPERTIES OF $TL_XB_{1-X}P$ TERNARY COMPOUNDS IN ZINC BLENDE PHASE USING MBJ- GGA APPROXIMATION	1502
Zainib Razzaq Samreen Gul Khan Fozia Anjum Kiran Aftab Mehr un Nisa	"STRUCTURE-GUIDED DESIGN AND MOLECULAR EVALUATION OF POTENT 1,2,4-TRIAZOLE DERIVATIVES AGAINST HEPG2 CANCER CELLS"	1503

MEHREZ GAMMOUDI AICHA SOUID RAJA BEN AHMED	THE CRITICAL ROLE OF LIGHT MICROSCOPY IN DOCUMENTING EMBRYONIC DEVELOPMENT IN POLYCLAD FLATWORMS	1504
Chaymae Ghaffouli Khaoula Faiz Adil Roukbani Bouchra Louasté	PHYTOCHEMICAL PROFILE AND PRESERVATIVE POTENTIAL OF PIPER NIGRUM IN FOOD SYSTEMS	1505
Rubia Jalal Gopinathan. R	EXPLORING REGIME SHIFTS IN ENERGY MARKET AND MACRO-POLICY VARIABLES: EVIDENCE FROM BICS USING THRESHOLD MODELLING	1506
M. Houmad K. Ribag A. El Kenz A. Benyoussef	FIRST-PRINCIPLES STUDY OF SILICON-DOPED TETRAGONAL GRAPHENE FOR ENHANCED PHOTOCATALYTIC PERFORMANCE	1507
M. Rezaul Karim	A COMPLEX POLYSACCHARIDE-RICH SULPHATED EXTRACT (CPSE) FROM THE MARINE RED ALGAE *GRACILARIA TENUISTIPITATA* ATTENUATES LIVER FIBROSIS AND RESTORES HEPATIC FUNCTION IN A MOUSE MODEL	1508
Ndubuisi-Okolo Purity Uzoamaka,PhD Kekeocha Mary Ezinne Emmanuel Yusuf Attah	ASSESSING THE IMPACT OF DIGITAL ENTREPRENEURSHIP SKILLS ON PRODUCTIVITY IN SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES: INSIGHTS FROM ANAMBRA STATE, NIGERIA.	1509
Usman S Rilwan Michael O Oni	COMBINED MAGNETIC AND ELECTROKINETIC EFFECTS ON NANOFLUID TRANSPORT IN MIXED CONVECTION VERTICAL CHANNELS	1510
Assiya Atif Houssine Ait Sir	SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF 5,5'-(METHYLENEBIS(1,3,4-OXADIAZOLE-5,2-DIYL))BIS(BENZENE-1,3-DIAMINE)	1511-1512
Slađana Martinović	ANALYSIS OF SITUATIONAL TEST RESULTS IN YOUNG FEMALE HANDBALL PLAYERS	1513
Nashin Saiyara Teothy Abid Alam Gourab Halder Omik Hasan Sazibur Rahman	A SPATIAL AND SOCIO-ECONOMIC ANALYSIS OF REGIONAL COMPETITIVENESS IN NORTHERN BANGLADESH	1514
Towhid Mursalin Shifat Rahedul Islam Rahe	INVESTIGATING THE SETTLEMENT DISPLACEMENT IN THE BOROPUKURIYA COAL MINING AREA	1515
El.Majdi S. Zerraf Said Belaaouad	CRYSTAL STRUCTURE, X-RAY DIFFRACTION ANALYSIS, AND COMPUTATIONAL STUDY OF A NEW ORGANIC–INORGANIC COMPOUND: 2-ETHYL-N-PHENYLMETHANAMINIUM DIHYDROGEN PHOSPHITE	1516
Anna Maria KOSOVA Marsida KRASNIQI	THE IMPACT OF PRICING STRATEGIES ON CUSTOMER BEHAVIOR AND THE BENEFITS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE	1517
Milos Rabrenovic	AI-ASSISTED JUDGING IN BALLROOM DANCE COMPETITIONS: POTENTIAL, PRACTICE, AND ETHICAL CONSIDERATIONS	1518
Aliyu Suleiman Mohammed	PROPOSED TOURIST CENTRE Optimisation of Safety Using Landscape Elements JOURNAL PREPARED BY	1519
Zubia Shah Sarah Shahid Farida Ahmad Afsheen Mahmood	EFFECT OF SHORT-DURATION MODERATE-INTENSITY PHYSICAL ACTIVITY ON GLYCAEMIC CONTROL AND ANTIOXIDANT CAPACITY OF PREDIABETIC POPULATION	1520
Nihan TÜRKOĞLU Dilek KILIÇ Büşranur TOK	TURKISH ADAPTATION OF THE CLIMATE CHANGE LITERACY SCALE: A VALIDITY AND RELIABILITY STUDY	1521-1522

Abubakar Sidiq Nurudeen	USING DIGITAL EDUCATION PRACTICES TO EMPOWER UNDERSERVED COMMUNITIES THROUGH QUADRUPLE HELIX MODEL	1523
Jihane HILALI Rochdi DAIBI Anas ANAAYOUB Mariam BEN SAGUA Amine ARFAOUI Bouchra TAIB	*NEUROBIOLOGICAL MECHANISMS THROUGH WHICH PHYSICAL EXERCISE MAY SLOW THE PATHOPHYSIOLOGY OF ALZHEIMER'S DISEASE: A MINI-REVIEW*	1524-1525
Elmehdi Majdi Soufiane Zerraf Said Belaaouad	COMBINED EXPERIMENTAL AND THEORETICAL INVESTIGATION OF MELAMINIUM DIHYDROGEN PYROPHOSPHATE: SYNTHESIS, CRYSTAL STRUCTURE, HIRSHFELD SURFACE ANALYSIS, AND REACTIVITY MAPPING	1526
Assala Marir Mounia Guergouri Rafik Bensegueni	ELECTROCHEMICAL BEHAVIOR AND ELECTROPOLYMERIZATION OF A NEW CARBAZOLE-BASED IMINE MONOMER	1527
Yusuf Ahmed Tijjani Zaharaddeen Khamis	EFFECT OF RISK COMMITTEE INDEPENDENCE ON FINANCIAL PERFORMANCE OF COMMERCIAL BANKS IN NIGERIA	1528
Zakaria FAHYM Amine MOUBARIK Abdelouahed HAJJAJI	FUNGI AND BIOPOLYMERS: AN ECO-FRIENDLY ROUTE FOR CHITOSAN PRODUCTION	1529
Ibrahim NACHIT	NUMERICAL SIMULATION OF THE PROTON EXCHANGE MEMBRANE ELECTROLYZER PERFORMANCE	1530
ADJOUDJ Abdellatif	VALORIZATION OF THE ALGAL BIOMASS OF *DUNALIELLA SALINA* FROM THE WESTERN SALT FLATS OF ALGERIA	1531
Amit Magar Aamir Mirza Zeenat Iqbal Ayesha Siddiqui, Fairy Rahmuddin Khan	DEVELOPMENT AND FORMULATION OF ANTIBIOTIC-LOADED MICROPARTICLES LOADED IN HYDROGEL FOR TOPICAL APPLICATION OF DFU	1532
Soyed Rakibuzzaman Roky Akram Uzzaman Akhi Akter Dola Al Amin Shuvo Rakibul Islam Jehad Sagota Deb	ASSESSING COGNITIVE FUNCTIONING AND BASIC CONCEPT DEVELOPMENT IN CHILDREN WITH AUTISM AND TYPICALLY DEVELOPING CHILDREN	1533
Badre Zinaoui *Labjar Najoua* *EL Hajjaji souad*	INTEGRATED SOLAR DESALINATION SYSTEM WITH THERMAL STORAGE AND ENERGY RECOVERY	1534
Cristian-Alin BORDEA Remus RUNCAN	AN OVERVIEW OF THE SOCIAL PROTECTION SYSTEM IN INTERWAR ROMANIA	1535
Nazmul Hasan Arfin Nabiha Tasnim Ruhi Rakibul Islam Sazib Akan Abdullah Al Kafi Dewan Hasan Al Mostakim Rabbu Pramanik Samiu	EFFECT OF SEAWEED ENRICHED HUMIC ACID ON GROWTH AND YIELD OF BT. BRINJAL (*SOLANUM MELONGENA* L.)	1536
ELABBARI Chaimaa Labjar Najoua EL Hajjaji souad	SUSTAINABLE NITROGEN MANAGEMENT FOR REDUCING ENVIRONMENTAL IMPACTS IN AGRICULTURE	1537
Meriem CHEBAANI Fahima NABI Habıb MOUISSA	EXPLOITING INDIGENOUS LEGUME BIODIVERSITY TO ENHANCE DROUGHT TOLERANCE: GERMINATION RESPONSES UNDER OSMOTIC STRESS	1538-1539

Kamel BELHADJ TAHAR Abdellatif ADJOUDJ Mohammed missoum BENMEDDAH	CONTRIBUTION TO THE SPATIOTEMPORAL STUDY OF THE IMPACTS OF POLLUTION ON THE TIPAZA COASTLINE « NORTH OF ALGERIA »	1539
Mehwash Kashif Mehmooda Kazmi Farzeen Tanwir Shazia Akbar Fatima Mujtaba Somia Gul	ISOLATION, IDENTIFICATION AND PHENOTYPIC ANALYSIS OF THE ORAL BACTERIAL SPECIES FROM SUPRAGINGIVAL DENTAL PLAQUE AND THEIR ASSOCIATION WITH DIFFERENT FACTORS	1540-1541
SAYERH Fatimazahra MOUHIR Latifa SAAFADI Laila	POTENTIAL OF BIOMATERIALS DERIVED FROM AGRICULTURAL WASTE FOR THE TREATMENT OF HOSPITAL EFFLUENTS: APPLICATION TO DATE PITS AND CLOVES	1542
Moustakim Rachida Friki Firdaous Barakat Imane EL Hendaoui Hajar Liba Habiba Mziwira Mohamed Belahsen Rekia	EPIDEMIOLOGY OF CHRONIC KIDNEY DISEASE IN MOROCCAN ADULT POPULATION	1543
Djellouli Amir Berredjem Yamina Yagoub Mohamed Guesmia Hadjer	SYNTHESIS OF NANOMATERIALS TO REMOVE ORGANIC IMPURITIES AND HEAVY METALS FROM AQUEOUS SOLUTIONS	1544
Salma MAKDOUF Karima El Bouqdaoui Abdelhakim El Makssoudi Mounia Cherki	COMPARATIVE STUDY OF THE PHYTOCHEMICAL COMPOSITION OF *FUMARIA PARVIFLORA* FROM THREE REGIONS OF MOROCCO	1545
Shamima Yesmin Kazi Kamrul Huda Shahanaz Parveen Harun-Ur-Rashid	DECODING INHERITANCE PATTERNS AND HETEROSIS FOR AGRONOMIC TRAITS IN HALF-DIALLEL HYBRIDS OF *BRASSICA RAPA* L.	1546
Bashir, M.B Lamus, Z.U Emenuwa, G. C Mukhtar, Y. Isah, S.	CLIMATE CHANGE IMPACTS AND ADAPTATION STRATEGIES FOR BUILDING CLIMATE-RESILIENT LIVESTOCK PRODUCTION SYSTEMS AMONG SMALLHOLDER FARMERS IN SABON GARI LGA, KADUNA STATE, NIGERIA	1547
Umar Abubakar Abdulrahman Dantani Alhassan Abdullahi	THE GROWTH PERFORMANCE OF AFRICAN CATFISH (*CLARIAS GARIEPINUS*) FED DIET WITH VARYING LEVEL OF *SENNA TORA* LEAF MEAL	1548
Jannatul Fardos Asha Aminur Rahman Ashraful Islam Khan	MODELING SPATIAL DEPENDENCE OF CHILDHOOD MALNUTRITION IN THAILAND USING OLS AND SPATIAL REGRESSION MODELS	1549
GACEB ASMAA CHIRAZ MOKHTARI FATIHA	GEOTECHNICAL CHARACTERIZATION OF RAW SOIL.	1550
Shah Tania Akter Sujana Mahafuzur Rahman	EXPLORING WOMEN'S PREFERENCES FOR HUSBANDS' PRESENCE IN THE DELIVERY ROOM DURING CHILDBIRTH IN NORTHERN BANGLADESH	1551

Yeamin Hossain Shohag Rana Mahfuj Ahmed Ridwanul Islam Nishat Tasnim Ananty Abu Yousuf Hossin Sufara Akhter Banu Mahmudul Hassan Md. Golam Rabbani Shahanaz Parveen Kazi Kamrul Huda Harun-Ur-Rashid	UNVEILING CORE GENOMIC REGIONS SHAPING PRODUCTIVITY, SEED QUALITY AND STRESS RESPONSE IN SESAME (*Sesamum indicum*): INSIGHTS FROM META-QTL STUDY INTO BREEDING TARGETS	1552
Meriem CHEBAANI Fahima NABI	TRADITIONAL MEDICINAL PLANT KNOWLEDGE AND PRACTICES IN NORTHERN ALGERIAN COMMUNITIES	1553
Raja BEN AHMED	MORPHOLOGY AND DNA BARCODES REVEAL THE PRESENCE OF THE DUCK FRESHWATER LEECH *THEROMYZON TESSULATUM* (HIRUDINIDA: GLOSSIPHONIFORMES: GLOSSIPHONIIDAE) IN NORTH AFRICA	1554
ARBAOUI RANIA AMZILE RAJAA	FROM DISRUPTION TO ADAPTATION: AN INTERRUPTED TIME SERIES ANALYSIS OF COVID-19'S ECONOMIC IMPACT ON MOROCCO'S TEXTILE INDUSTRY	1555
Sumayya Akram Matloob Ahmad Sana Aslam	DESIGN, SYNTHESIS, COMPUTATIONAL STUDIES AND BIOLOGICAL EVALUATION OF PYRIDYLPIPERAZINE HYBRID DERIVATIVES AS UREASE INHIBITORS	1556
W. N. El-Sayed M. M. Ebrahium M. Mohery J. Alkabli Anas J. Rasras K. A. Aly	OPTICAL AND DIELECTRIC PROPERTIES OF MN^{2+}, CO^{2+}, NI^{2+}, ZN^{2+} FE^{3+}, AND RU^{3+}, COMPLEXES FILMS DERIVED FROM AZO-AZOMETHINE LIGAND FOR PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS	1557
Oksana Pysmenna Svitlana MYSHKO	EVOLUTION OF UKRAINIAN SOLO SONG: FROM THE 19TH-CENTURY ROMANCE TO MODERN CHAMBER LYRICISM	1558
Yassine Charikki Driss Khattach Mohammed-Rachid Houari Radia El Gout	IDENTIFYING HIDDEN STRUCTURES IN THE TAOUDENI BASIN USING GRAVITY DATA INTERPRETATION	1559
Helal Uddin Md. Naimul Haque	DESIGN AND MANUFACTURING OF MISSILE LONG SHELL COMPONENT BY CNBC TURN-MILL CENTER	1560
Mahafuzur Rahman *Shah Tania Akter Sujana*	ASSESSING EFFECTS OF AGRICULTURE AND INDUSTRY ON CO_2 EMISSIONS IN BANGLADESH	1561
Soukaina AMEUR Abdellah ZEROUAL Noureddine MAZOIR	MEDT INSIGHTS INTO THE REGIO AND STEREOSELECTIVITY OF 1,3-DIPOLAR CYCLOADDITIONS BETWEEN FUSED PYRROLE-2,3-DIONES AND NITRONES	1562
Amira Mufida ZHARFA Rudi Hari MURTİ Budiastuti KURNIASIH	POTASSIUM NITRATE HALOPRIMING ENHANCES DROUGHT STRESS RESPONSES AND TOLERANCE IN TOMATO	1563
Balasubramani G L Rinky Rajput Manish Gupta Pradeep Dahiya Jitendra K Thakur Rakesh Bhatnagar Abhinav Grover	STRUCTURE-BASED DRUG REPURPOSING TO INHIBIT THE DNA GYRASE OF *MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS*	1564
Ziaul Haider CHOWDHURY Ziaul Haider CHOWDHURY Mahfuj Ahmed SIZAN	HIGH-RESOLUTION DROUGHT ASSESSMENT USING PYTHON-BASED REMOTE SENSING AND SENTINEL-2 DATA	1565

Vivien Vágner	THE IMPACT OF NATIONAL CULTURE ON ORGANIZATIONAL CULTURE AND ORGANIZATIONAL SUCCESS	1566
Fatima MOUTAKIF Soukaina AMEUR Ahmed BENDAOUD Habib EL ALAOUI ABDELLAOUI Abdellah ZEROUAL	DFT-BASED CHEMO- AND STEREOSELECTIVITY ANALYSIS OF THE 1,3-DIPOLAR CYCLOADDITION BETWEEN 5,5-DIMETHYL-3-METHYLENEPYRROLIDIN-2-ONE AND PHENYL(PHENYLDIAZEN-1-IUM-1-YLIDENE)METHANIDE WITH DOCKING AND ADMET EVALUATION	1567
Mumtahina Khatun Rashedul Kabir Mondol Sharmeen Rahman	EXISTENCE OF PANMICTIC HILSA SHAD (*TENUALOSA ILISHA*) POPULATIONS FROM TWO LARGE RIVER ECOSYSTEMS IN BANGLADESH REVEALED BY MITOCHONDRIAL CONTROL REGION	1568
Shah Tania Akter Sujana Mahafuzur Rahman	IMMUNE CELL TYPE CLASSIFICATION AND IDENTIFICATION OF CELL TYPE-SPECIFIC GENES USING MACHINE LEARNING IN SINGLE-CELL RNA-SEQ DATA WITH FUNCTIONAL ANALYSIS AND DRUG REPURPOSING	1569
Esmeralda Laçi Sonila Papathimiu	NARTA–VJOSA DELTA AS A CLIMATE-SENSITIVE WETLAND AND EMERGING ECOTOURISM DESTINATION: LAND-USE TRANSFORMATION, VULNERABILITY, AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT OPPORTUNITIES	1569
Helal Uddin Mizanur Rahman Howlader Ashikur Jaman Sakib Sohag Ahasan Mohammod Rasel SHARIF IBNE MIZAN AL MAHMUD	AERODYNAMIC DESIGN AND PERFORMANCE EVALUATION OF BLADE ANGLE VARIATIONS IN A SMALL HORIZONTAL-AXIS WIND TURBINE	1571
Sayeed Hasan-Al-Banna Tanim	MICROPLASTIC CONTAMINATION IN COMMERCIALLY IMPORTANT MARINE FINFISH AND SHELLFISH: A SYSTEMATIC REVIEW	1572
Shah Tania Akter Sujana Mahafuzur Rahman	APPLICATION OF BIOINFORMATIC TOOLS IN CELL TYPE CLASSIFICATION FOR SINGLE-CELL RNA-SEQ DATA	1573
Mahafuzur Rahman *Shah Tania Akter Sujana*	IDENTIFYING KEY INFLUENCERS OF PATIENT SATISFACTION USING AN EXPLAINABLE MACHINE LEARNING APPROACH	1574
Alexander Plakida Kostyantyn Babov Sergey Gushcha	THE EFFECTIVENESS OF HIGH-TONE THERAPY IN THE COMPLEX REHABILITATION OF SERVICEMEN WITH TRAUMATIC BRAIN INJURY	1574
ALIU, Olaniyi Habib OLAYIWOLA, Joy Oluwabukola	PREDICTING EXTREME EVENTS CAUSED BY CLIMATE CHANGE IN NIGERIA USING MACHINE LEARNING AND REANALYSIS OF CLIMATE DATA	1576
Geanina Gabriela PRODAN	HOSTILE TAKEOVERS IN CORPORATE MARKETS: TRENDS, DRIVERS, AND IMPACT	1577
CHAKROUNE Soukaina MAGHNOUJ Abdelmajid EL MAHJOUB Chakir	NEUTRONIC MODELING OF A NUSCALE-TYPE SMR WITH OPENMC: ANALYSIS OF K_{EFF} AND BURNUP BEHAVIOR	1578
Bhawana Pal	WHERE TO USE GROUNDED THEORY IN RESEARCH FOR BETTER RESULTS?	1579
Elmira Azizi Norouzabadi Pegah Ghorbanpour	DIGITALIZATION OF DECISION-MAKING PROCESSES AND TOTAL FACTOR PRODUCTIVITY IN LARGE-SCALE ENTERPRISES: A COMPREHENSIVE REVIEW OF ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL EVIDENCE	1580
Deepak Bansal	DESIGN AND DEVELOPMENT OF NOVEL APPROACH FOR FILE SHARING FOR SECURITY USING BLOCKCHAIN TECHNOLOGY : LITERATURE REVIEW	1581
RAHMOUNI Hanane	ENCOURAGING PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIPS AT THE UNIVERSITY, TOWARDS A RETURN ON INVESTMENT	1582

Khaniyatun Nafiyah Rima Aulia Faza Alfina	STRENGTHENING CYBERSECURITY AND SHARIA COMPLIANCE IN THE DIGITAL TRANSFORMATION OF SHARIA BANKING TOWARDS 2025 TECHNOLOGY TRENDS	1583
Nurul Amira Syakila Abdul Mahsyar Ihyani Malik Nur Suqya Rahma	EFFECTIVENESS OF IMPLEMENTATION OF SOCIAL INCLUSION PROGRAM FOR PERSONS WITH PHYSICAL DISABILITIES AT THE SOCIAL REHABILITY CENTER FOR PERSONS WITH PHYSICAL DISABILITIES (BRSPDF) IN MAKASSAR CITY INDONESIA	1584
Maruf Hasan Nishat Hawlader Tareq Rashid Mizanur Rahman	EFFECTS OF COVID-19 ON THE SHELLFISH INDUSTRY OF BANGLADESH	1584
Shahanur Hosen *Mst Sumaiya AKter* *Pranto Roy*	ACADEMIC PERFORMANCE AND FINANCIAL STRESS AS STUDENT DROPOUT PREDICTORS: EVIDENCE FROM A SECONDARY DATA	1586
Ade Irma ANGGRAENI Muhammad Fachrı Rahadı WARDOYO	PAINTING AND HOSPITALITY MANAGEMENT: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW ON VISUAL ARTS, SERVICESCAPE, AND GUEST EXPERIENCE	1587-1588
Barau Amir Sulaiman Tongsheng Zhang Kazeem Ibraheem Ajadi	CIRCULAR ECONOMY-BASED CONSTRUCTION OPTIMISATION: TECHNOLOGY, PRACTICE, AND POLICY IN CHINA AND NIGERIA	1589
O.SHRAVYA CH.Sunil Kumar Ms.kanimozhi R Syeda Hifsa Naaz	EDUBLOCK – A BLOCKCHAIN POWERED PLATFORM FOR SECURE EDUCATIONAL CREDENTIAL MANAGEMENT AND FORGERY	1590
VINAYAKALAKSHMI T MOHANAVEL T	AI-POWERED THREAT DETECTION IN MODERN COMPUTER NETWORKS: A COMPREHENSIVE STUDY	1591-1595
Noman Habib Mahwish Salman Shahid Adeel Muhammad Usama	NATURAL DYE FROM ALAGE FOR TEXTILE	1596
Abdulhameed. AL-MOUSSAOUI	AN ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF SAUDI-IRANIAN RELATIONS	1597-1598
Vandhana.K Murugesan Kamaraj	ENVIRONMENT-RESISTANT ALGAL FEED FOR SUSTAINABLE FISH PRODUCTION	1599
Nguyen Hoang Phat	FRAUD AND DEPOSIT MONEY BANKS' PERFORMANCE NEXUS IN NIGERIA	1600
ACHUGAMONU Bede Uzoma NWANKWO Alexius Ndudi OMANKHANLEN Alexander Ehimare	FRAUD AND DEPOSIT MONEY BANKS' PERFORMANCE NEXUS IN NIGERIA	1601
Unamu Emmanuel U Adekola S.A Musah Khadijat Toyin Bakare Mustapha Umar Sodiq Adetunji Adekola	STRENGTHENING PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIPS FOR DISEASE CONTROL IN NIGERIA: A REVIEW OF NCDC'S COLLABORATIONS WITH PRIVATE SECTOR STAKEHOLDERS	1602
Imane Ahnouz	ADVANCED MULTI-TECHNIQUE METHODS FOR MIXED RADIATION SEPARATION	1603
Safaa Rhoulam Marouane Melloul El Alaoui Abdelaziz	ARE EPIPHYTIC LICHENS EFFECTIVE INDICATORS OF AIR QUALITY AND ENVIRONMENTAL STRESS?	1604-1605
VINAYAKALAKSHMI T MOHANAVEL T	BOOK CHAPTER ARTIFICIAL INTELLIGENCE – FUNDAMENTALS AND APPLICATIONS	1606-1617

Amr Farhan Abduladeem G.M. Al-Selwi Ayoub Echchahed Badreddine Labakoum Aissam Lyazidi	ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR PRE-DETECTION OF DIABETES A BIOMEDICAL ENGINEERING APPROACH	1618-1619
Saeeda Mubashra, Tanzeela	ARYLATED CARBAZOLE DERIVATIVES: SYNTHETIC STRATEGIES AND POTENTIAL APPLICATIONS	1620
Babatope Sunday Meduteni Adekola Saheed Ayodeji Musah Khadijat Toyin Bakare Mustapha Umar Sodiq Adetunji Adekola	THE CURRENT TREND OF TUBERCULOSIS IN THE 21ST CENTURY: A MINI REVIEW STUDY	1621
Bakut Janet Naman Musah Khadijat Toyin Dhikroh Oriyomi Adekola Adekola Saheed Ayodeji Obande Ifeoma Elizabeth Sodiq Adetunji Adekola	PREVALENCE AND PSYCHOSOCIAL IMPACT OF LONELINESS AND SOCIAL ISOLATION ON THE WELL-BEING OF OLDER ADULTS: A SYSTEMATIC REVIEW	1622
Bate Garba Barde	SICK BUILDING SYNDROME AND TOXICOLOGICAL ASSESSMENT OF CONSTRUCTION MATERIALS AMONG WORKERS AND RESIDENTS IN DUTSE METROPOLIS, JIGAWA STATE, NIGERIA	1623
BENYAHOUB Rabie CHOUANA Toufik AZIB Salim	VALORIZATION OF QUINOA PROCESSING BY-PRODUCTS AS EMERGING NUTRACEUTICAL RESOURCES FOR IMPROVED HUMAN HEALTH AND WELL-BEING	1624
Hande DİYEK Hatice Erdoğan	THE EFFECT OF MENTORING AND ROLE MODELING: THE PROFESSIONAL DEVELOPMENT OF OPERATING ROOM NURSES	1625-1626
Boussalia latifa	EVALUATION AND OPTIMIZATION THROUGH SIMULATION OF AN AGRI-FOOD PRODUCTION LINE: APPLICATION TO THE COUSCOUS INDUSTRY	1627-1628
Kavita Singh Komal Yaditi Singh	BRIDGING THE EDUCATION GAP: THE ROLE OF FINANCIAL INCLUSION IN ENHANCING HIGHER EDUCATION PARTICIPATION OF ST YOUTH IN TAMIL NADU	1629
El mostafa Benharaf Ikram Mennas A. Arif Zidane Zohra Ayoub cherrat Abdellah Zeroual Mohammed El idrissi	DESIGNING HIGH-PERFORMANCE ORGANIC SOLAR CELL DONORS: A COMPUTATIONAL APPROACH USING QUINOXALINE DERIVATIVES	1630
Uğurcan AKBAŞ Hatice Erdoğan	CERRAHİ TAKIM İLETİŞİMİNDE KAPALI DÖNGÜ	1631
AIT YOUSSEF Ali	THE KHATTARAT SYSTEM: TRADITIONAL WATER GOVERNANCE IN OASES OF MIDDLE DRAA	1632
Mohammed Denzira Ali Barhoumi El mostafa Benharaf Abdessamad Tounsi Mohammed El idrissi	OXIDATION OF THE ORGANOBORANE AND MOLECULAR DOCKING STUDIES OF THE PRODUCED ALCOHOL	1633
Chokri Bayoudh Faten Zaouay Afifa Majdoub Mars	COMPARATIVE STUDY OF FRUIT DEVELOPMENT OF FIG TREES (*Ficus carica* L.) PROPAGATED BY CUTTINGS AND *IN VITRO* TISSUE CULTURE	1634
Bharti Nair Khan	FROM CRIME SCENE TO COURTROOM: COMPARATIVE STUDY OF FORENSIC ACCOUNTABILITY FRAMEWORKS TO WRONGFUL ARRESTS AND MISCARRIAGES OF JUSTICE	1635
Akintunde John Oloidi Okechukwu O. Anozie Emmanuella U. Anozie	HERITAGE RESOURCES AND TOURISM DEVELOPMENT IN SOUTHWESTERN NIGERIA: FOCUSSING ON CHALLENGES AND THE WAY FORWARD	1636

Mohamad Nurul Azman Mohammad Taib	CURRENT PROGRESS OF NANOCELLULOSE IN BIOMEDICINE APPLICATION	1637
Hicham EL KISSANI Hamza EL KISSANY Kaoutar ELFAZAZI Abdelouahed HAJJAJI	ENDOPHYTIC BACTERIA FROM MOROCCAN MEDICINAL PLANTS: GROWTH-PROMOTING AND BIOCONTROL CAPACITIES	1638
Nimota Jibola Kadir ABDULLAHI, Muinat Bolanle BELLO, Mulikat L. A. MUSTAPHA, Nafisat A. ADEDOKUN-SHITTU Hafsat A. AMEEN, Halimat A. ABDULRAHIM	BRIDGING THE DIGITAL AND VOCATIONAL SKILLS GAP FOR STREET CHILDREN: EVIDENCE FROM THE CYBERCATCH PROJECT IN NIGERIA	1639
Çağrı Karadeniz Gökhan SÜRÜCÜ Özge SÜRÜCÜ Ayşenur GENCER	DETERMINATION OF THE HYDROGEN STORAGE PROPERTIES OF TI_4ZNO_9 MXENES	1640
Rochdi DAIBI Jihane HILALI Youssef SQALLI HOUSSAINI Jaouad ROUANE Anas ANAAYOUB El Mokhtar ELOUALI Fouad BOUGHANZAI Walid Bouzid Mariam BEN SAGUA Abdelhalem MESFIOUI	ACUTE GLYCEMIC REGULATION AND EPISODIC MEMORY ENHANCEMENT FOLLOWING HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING IN ADOLESCENTS: EVIDENCE OF A SEX-DEPENDENT METABOLIC RESPONSE	1641-1642
Ashikur Rahman Bhuyain	EPIDEMIOLOGICAL TRENDS AND EMERGING CHALLENGES OF DENGUE FEVER IN BANGLADESH: A COMPREHENSIVE ANALYSIS	1643
Andrei Borşa Alexandra Raluca Borşa (Bogdan) Mircea Valentin Muntean	DEVELOPMENT AND OPTIMIZATION OF A FUNCTIONAL RED BEER ENRICHED WITH BIOACTIVE COMPOUNDS FROM ROSEHIP WASTE	1644
Y. Ballout Y. El Miz H. El Harouachi Y. El Miz D. Ahoudi M. Elgettafi R. Hakkou M. Loutou	DEVELOPMENT OF NEW RELATED Al-O-P AND Si-O-P PHASES IN THE PHOSPHORIC GEOPOLYMER NETWORKS	1645
Kübra Dilaver Yıldırım	TAŞTAN AŞA-YİYECEKTEN GELENEĞE: DİBEK	1646-1647
Rapolu Praveen Tawseef Ahmad M.suresh Ch.sunil kumar	DIGITAL DETOX	1648
E.Praveena S.Rubinthara R .Swathi S.Deepak	ANTIBIOTIC RESISTANCE	1649
M. Mahmudul Hasan	ISOLATION, IDENTIFICATION AND CHARACTERIZATION OF *RHIZOBIUM SP.*(BARI RLC-107, BARI RCA-220, BARI RVM-330)	1650
Samina kouser	WOMEN IN EDUCATION AND LEADERSHIP	1651
Samson A. Odunlami	DESIGN AND FABRICATION OF A MEDIUM-SCALE GARRI SIEVING MACHINE	1652

Karunesh Tiwari Yosief Kassahun Hailu Mehertaeb Tsgai	COMPARATIVE STUDY OF SOL-GEL AND SOLID-STATE SYNTHESIZED WO_3 AND AG-DOPED WO_3 FOR ENHANCED RESISTIVE HUMIDITY SENSING	1653
J.Jeyavarshana S.SELVAM	ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN HUMAN–COMPUTER INTERACTION	1654-1657
Süleyman Sait DÜNDAR İlker İNAM	ON SOME PROPERTIES OF EISENSTEIN SERIES	1658
Doctor RAHMOUNI Hanane	ENCOURAGING PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIPS AT THE UNIVERSITY, TOWARDS A RETURN ON INVESTMENT	1659
Ecem SALMAN Fahreddin Şükrü TORUN	IMPACT OF PARTITIONING METHODS ON THE PERFORMANCE OF PARALLEL MAXIMUM CLIQUE ENUMERATION	1660
Zeyneb Tuba KAYGUSUZ Berna DUMAN AYDIN	INVESTIGATION OF THE ANTIMICROBIAL AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF KOMBUCHAS PRODUCED USING DIFFERENT PLANT MATERIALS	1661-1662
Şener MUTLU Şerife VATANSEVER	THE EFFECTS OF EXERCISE ON EPIGENETIC MECHANISMS: EVALUATION OF DNA METHYLATION, microRNA REGULATION AND HISTONE MODIFICATIONS	1663-1664
Chelli Afaf Mezerdi Farid Filali Malak *Zeguerrou Reguia* Mesnoua Mohammed	DETERMINATION DE LA PERIODE DE receptivité DU PALMIER DATTIER et son effet sur la qualité des fruits	1665
D.Aravindhan S.Shakthi Sree	EXOSOME-BASED DRUG DELIVERY SYSTEMS	1666
Mezanur Rahman Sharukh Shifat Karim Rezuana Sharmin Toma Sanjana Yasmin Mim	EXPLAINABLE AND FAIR AI FOR PREDICTING HEALTH-RELATED QUALITY OF LIFE AMONG DIABETIC PATIENTS: A COST-SENSITIVE TRANSFORMER–BOOSTING APPROACH IN BANGLADESH	1667
Imad Abed Hamza Al-Atabi	EXTREMISM ACCORDING TO SOME DEMOGRAPHIC VARIABLES AND THE EFFECTIVENESS OF REALISTIC COUNSELING TO REDUCE THE COGNITIVE AND EMOTIONAL COMPONENTS OF TEACHERS UNDER TRAINING	1668
Md. Fahim Shahriar Md. Abu Rayehan Al Asraf Rafi Sumaiya Suhani	UNDERSTANDING CHALLENGES IN DIGITAL EMPATHY AND SOCIALIZATION: A MULTI-DOMAIN INQUIRY INTO SOCIAL EXCLUSION AND TRUST IN VIRTUAL ENVIRONMENTS	1669
Samson A. Odunlami Ephesus O. Fatunmbi	ASSESSING THE THERMAL AND FLOW CHARACTERISTICS OF MHD MICROPOLAR SQUEEZING FLOW BETWEEN PARALLEL DISKS WITH ACTIVATION ENE	1670
Anas Fellaki Mohamed Abourouh Houda ElYacoubi Asmaa ElYamani Atmane Rochdi	TRADITIONAL CULINARY AND MEDICINAL USES OF WILD TRUFFLES IN THE MAAMORA FOREST, MOROCCO	1671
Malak FILALI Laâla DJEKIREF Afaf CHELLI	ISOLATING AND UTILIZING BENEFICIAL SOIL MICROBES TO REDUCE TOMATO VASCULAR WILT INCIDENCE	1672
Sarra Farjallah	FIRST MOLECULAR IDENTIFICATION OF *MICROCOTYLE ISYEBI* (MICROCOTYLIDAE) PARASITIZING *BOOPS BOOPS* (TELEOSTEI: SPARIDAE) FROM COASTAL WATERS OF TUNISIA AND ITALY	1673
Dastan ASEİNOV	CLIMATE STRESS, ECONOMIC SHOCKS, AND FOOD INSECURITY IN POST-SOCIALIST COUNTRIES	1674-1675

Shamima Islam Abir Hasan	FROM DISPLACEMENT TO CULTIVATION: HISTORICAL TRAJECTORIES OF AGRARIAN ADAPTATION AMONG ROHINGYA REFUGEES IN COX'S BAZAR (1978–2025)	1676
Emrah SAĞLAM Uğur BAŞER	RESEARCH ON THE TENDENCY OF THE YOUNG POPULATION TO REMAIN IN AGRICULTURE	1677
Givi Duchidze	RISK-BASED MANAGEMENT ACCOUNTING: ENHANCING RISK REDUCTION AND STRATEGIC STABILITY IN MODERN ORGANIZATIONS	1678-1683
Neha	GREEN EDUCATION FOR SUSTAINABLE FUTURE TO ACHIEVE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS (SDGS)	1684-1685
Nasrin Ziayee Elham Vahidi	RELIGIOUS FREEDOM AND THE HIJAB CONTROVERSY: A HUMAN RIGHTS PERSPECTIVE	1686
Priyanka Kiran Bala	GROWTH AND INSTABILITY ANALYSIS OF RAPESEED-MUSTARD IN HARYANA	1687
Saikot Hasan Akhi Akther	AI-DRIVEN EARLY WARNING SYSTEMS FOR FISH DISEASE OUTBREAKS IN SMALL-SCALE AQUACULTURE	1688
Iliichuk Liubomyra	ENSURING THE QUALITY OF EDUCATION UNDER MARTIAL LAW: CHALLENGES AND ADAPTATION STRATEGIES	1689
Aziz Bourass Miloud Chakit Rajaa Kaddar Sanae El Harche Mohamed Manaouch Mohamed Aghad Mohamed Sadiki	INTEGRATION OF HIERARCHICAL PROCESS ANALYSIS AND GIS FOR MAPPING POTENTIAL STORMWATER HARVESTING SITES IN A SEMI-ARID CONTEXT: APPLICATION TO THE PROVINCE OF KHÉMISSET, MOROCCO	1690
Mahmud Sindid Ikram Sumiya Akter Moni	UNLOCKING NANOSCALE POTENTIAL: NANOPARTICLES FOR PLANT DISEASE MANAGEMENT IN BANGLADESH	1691-1692
Ramazan UMAR Ramazan YILDIZ	DISEASE-RELATED NUTRITIONAL DISORDERS IN CATS: A CASE-BASED APPROACH	1693-1694
Shahzaf Iqbal	THE IMPACT OF ISO 9001 IMPLEMENTATION ON UNIVERSITY INNOVATION: THE MEDIATING ROLE OF QUALITY MANAGEMENT SYSTEM EFFECTIVENESS	1695-1704
Fahd Elmourabit Yassine Essakali Said Dlimi Abdelaziz Khoukh	PERCOLATION-CONTROLLED METAL–INSULATOR TRANSITION IN HIGH-MOBILITY TWO-DIMENSIONAL SI-MOSFET	1705
John Ransome Ali Fati Chike Okoli	EVALUATING THE RETENTION OF SECONDARY SCHOOL BIOLOGY STUDENTS USING INFOGRAPHICS IN NIGER STATE, NIGERIA	1706
ShabnamJurambekova	TRADITIONAL VS. MODERN ENGLISH TEACHING METHODS: A COMPARATIVE STUDY	1707
Lauwali Yusuf I.O. Obaroh B.J. Danjumma Iliya Ibrahim	COMPOSITION AND DISTRIBUTION OF AQUATIC INSECTS IN RELATION TO WATER QUALITY OF SARU LAKE, GUMMI LOCAL GOVERNMENT ZAMFARA STATE	1708
Mahamarakkalahage Nethmi Ayodya Perera	POTENTIAL AND CONSTRAINTS OF BEEKEEPING DEVELOPMENT IN SRI LANKA: A REVIEW ON SOCIOECONOMIC, TECHNOLOGICAL, AND ENVIRONMENTAL PERSPECTIVES	1709
Ebru SAĞLAM Burak BAYAR	MANAGEMENT OF MOBILITY IN MAXILLARY INCISORS: CLINICAL AND RADIOGRAPHIC EFFECTS OF PERIODONTAL SPLINTING AND PHASE I THERAPY	1710-1711

Aziz Bourass Miloud Chakit Rajaa Kaddar Sanae El Harche Mohamed Manaouch Mohamed Aghad Mohamed Sadiki	MAPPING STORMWATER HARVESTING POTENTIAL IN SEMI-ARID ZONES USING A HUMAN-PHYSICAL ANALYSIS-GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM: IMPLICATIONS FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE KHÉMISSET REGION	1712
Mohamed EL MORSY Laila AFIA	FROM WASTE TO RESOURCE : SUSTAINABLE VALORIZATION OF DAIRY SLUDGE	1713
V Avinash *Dharmananda M* *Harisha B S*	"EVALUATING THE PERFORMANCE OF ESG MUTUAL FUNDS: A COMPREHENSIVE STUDY"	1714-1720
Kiran A *Dharmananda M* *Harisha B S*	"IMPACT OF EXCHANGE RATES FLUCTUATIONS ON IMPORT COSTS AND PROFIT MARGIN"	1721-1723
Mustafa KANDEMIR	AN OVERVIEW OF ACCELERATOR-BASED NEUTRINO RESEARCH AT FERMILAB	1724
Nabil Ahmed Khan Ahmad Yusuf Adhami	FORECASTING AND OPTIMIZING CRYPTOCURRENCY MARKETS USING HYBRID MACHINE LEARNING AND NEUTROSOPHIC PROGRAMMING	1725
Saloni Sharma Suhani Sharma	ROLE OF AYURVEDA AND PHYTOPHARMACEUTICALS IN MANAGING DIGESTIVE DISORDERS	1726
Maria Taj	NATURAL MATERIAL-MEDIATED SYNTHESIS OF AGNPS FOR SENSITIVE MERCURY DETECTION IN WASTEWATER	1727
Orhan TERZİOĞLU Muhammet KARA	THE INVESTIGATION OF EFFECT OF ETHER/ESTER TYPE LUBRICANT USE IN POLYACRYLIC RUBBER ON PHYSICAL AND MECHAICAL PROPERTIES	1728-1729
Rıza Görkem OSKAY Cüneyt BİRCAN Khairul Azlan MUSTAPHA Damla KARAYİĞİT-YALÇINKAYA Ali İhsan KARAYİĞİT	ROCK-EVAL PYROLYSIS ANALYSIS OF THE LATE OLIGOCENE COALS FROM THE SEAM No. 6 IN THE İBRİCE FIELD AND STATISTICAL EVALUATION (THRACE BASIN, NW TÜRKİYE)	1730-1731
Samir BELMAHİ Abdelmoutalib BENFRİD Ibrahim KLOUCHE DJEDİD	NON-DESTRUCTIVE TESTING BY ULTRASONIC AND REBOUND HAMMER METHODS FOR EVALUATING THE PROPERTIES OF ORDINARY CONCRETE	1732
Yasemin KÜÇÜKTEPE Rukiye Sümeyye BAKICI	INVESTIGATION OF VARIATIONAL STATES OF THE CORONARY ARTERY ON CADAVERS: A REVIEW STUDY	1733
Aicha NEMSI Hana MERAH	STABILITY ANALYSIS OF A ONE-DIMENSIONAL ELASTIC SYSTEM WITH DOUBLE POROSITY AND VISCO-POROUS DISSIPATION	1734
Artem SOLOMAKHA	POLYFUNCTIONAL MODEL FOR THE MANAGEMENT OF AQUATIC BIOLOGICAL RESOURCES AND THE ENVIRONMENTAL POLICY OF AQUACULTURE	1735
Nuri Serdar GÜNDOĞAN Mehmet UÇAR İbrahim Selçuk AVCI	DEVELOPMENT OF A FLOUR WITH HIGH SHEETABILITY AND SOFTNESS SUITABLE FOR PARATHA PRODUCTION	1736-1737
Mohd. Shkir	COMBUSTION SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF $Ni_{1-x}Eu_xO$ (x = 0.0, 1.0, 2.0, 4.0 and 6.0 wt.%) FOR SUPERCAPACITOR APPLICATIONS	1738
Neslihan HIZLIER Veli Gökhan DEMİR	THE EFFECT OF NEW GENERATION ALUMINUM-BASED MATERIALS ON HEAT FLOW IN AIR-COOLED PV PANELS	1739-1740
Adnan TAŞ Veli Gökhan DEMİR	INVESTIGATION OF THE PERFORMANCE AND CO_2 /NO_x EMISSIONS OF THE SR-30 MICRO GAS TURBINE DEPENDING ON THE PRESSURE RATIO	1741
Nalan PEMBE ÖZTÜRK Merve ÖNOL	EXAMINATION OF THE PREDICTIVE LEVEL OF TEACHER COMMUNICATION SKILLS ON AFFECTIVE AND SELF-REGULATION VARIABLES IN 4TH GRADE STUDENTS	1742-1743

Emre Şefik Çağlar Derya Akyüz Emine Saldamlı	DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF ZONISAMIDE-LOADED NANOSTRUCTURED LIPID FORMULATIONS	1744-1745
Neetu Tannu Parmod Kumar	V WORKPLACE INCLUSION AS A STRATEGIC HR PRACTICE FOR ENHANCING EMPLOYEE PERFORMANCE AND ORGANIZATIONAL EFFECTIVENESS	1746
Tarms Kagbala Esq	AI AUDITABILITY VS TRADE SECRETS IN NIGERIA: BALANCING TRANSPARENCY, INNOVATION, AND REGULATORY READINESS	1747-1751
Nebojša Pejović Viktor Krivokapić Ljubica Bošković Danilo Ječmenica	PREVALENCE OF OBESITY IN 8 AGED CHILDREN FROM CENTRAL REGION OF MONTENEGRO	1752
VINAYAKALAKSHMI T MOHANAVEL T	PERFORMANCE ANALYSIS OF SHORTEST PATH ALGORITHMS	1753-1756
Gökçe GÜVEN	A STUDY ON STACCATO TECHNIQUE AND TYPES OF STACCATO IN PIANO	1757-1758
Ljubica Bošković Danilo Ječmenica	PREVALENCE OF OBESITY AMONG 6-YEAR-OLD FIRST-GRADE PRIMARY SCHOOL CHILDREN IN HERCEG NOVI AND NIKŠIĆ	1759
Saba Safaee	PREVENTION OF PEDIATRIC CARIES USING PIT AND FISSURE SEALANTS: INDICATIONS, MATERIALS, AND TECHNIQUES	1760
Prial Chowdhury	MAGNETIC GRAPHENE OXIDE (MGO): THE BEST SOLUTION FOR REMOVING HEAVY METALS FROM WATER	1761
Amara Sahraoui	PSYCHOLOGICAL EFFECTS OF CORONAVIRUS ON RECEPTION DELINQUENCY IN UNDERGRADUATE STUDENTS	1762
Derra Mourad	QUANTITATIVE EVALUATION OF CRACK GEOMETRY IN METALS THROUGH ULTRASONIC DIFFRACTION ANALYSIS	1763
Brîndușa Mihaela RADU	STRUCTURAL TRANSFORMATIONS AND EMERGING CHALLENGES IN THE ROMANIAN LABOR MARKET: AN INTEGRATED ANALYSIS OF RECENT TRENDS	1764
Brîndușa Mihaela RADU	THE IMPACT OF LABOR MIGRATION ON THE LABOR MARKET IN ROMANIA: DETERMINANTS, CONSEQUENCES AND PUBLIC POLICY DIRECTIONS	1765
Razaw Omar Ibrahim	CESAREAN SECTION RATE AMONG WOMEN ADMITTED TO AZADY TEACHING HOSPITAL: A THREE-MONTH OBSERVATIONAL STUDY	1766
S. Reashmi S. Selvam	AI INTEGRATION IN CORE BUSINESS SYSTEMS: ERP, CRM, AND WORKFLOW AUTOMATION	1767-1770
Babita Gupta	REVOLUTIONIZING CANCER DIAGNOSIS: THE POTENTIAL OF 3D PRINTED NANOSENSORS	1771
Thi Si Bel Nguyen Thi Be Ba Nguyen Mai Quoc Viet	OVERVIEW OF RIVER CULTURAL TOURISM	1772-1776
Sabrina Roguai	STUDY OF STRUCTURAL, MICROSTRUCTURAL AND OPTICAL PROPERTIES OF ZNO, $ZN_{0.90}CO_{0.05}M_{0.05}O$ (M= NA, AL, CD, CU) THIN FILMS BY USP METHOD	1777
S. Deepak A. Palanisamy S. Kalaivanan Lavanya Babu C.Ravi K. Dinesh rajan	THE EVOLVING ROLE OF PHARMACISTS IN DEPRESSION CARE: A SCOPING REVIEW	1778
Umar Baba Shaaba Babalulu , Madu Saba Mohammadu	THE ROLE OF MARKETS IN RURAL DEVELOPMENT: A CASE STUDY OF GBUGBU MARKET IN EDU LOCAL GOVERNMENT AREA, KWARA STATE, NIGERIA	1779-1781

Sabeeha Hamza Dehham Murtdha Ayad Mohammed	THE EFFECT OF CULTIVATION STRATEGY OF CRITICAL THINKING IN DEVELOPING WRITING SKILLS OF COLLEGE STUDENTS	1782
Nihat Can BAĞCI İbrahim Can TARMAN Muhammet Halit KARAKAYA Ece ŞENER	VACUUM SYSTEM DESIGN FOR EASY-OPEN END PRESS LINE	1783
Seray ATALAY	THE IMPACTS OF CRITICAL THINKING-FOCUSED VS. TRADITIONAL WRITING INSTRUCTION ON ARGUMENTATIVE ESSAY WRITING SKILLS OF INTERMEDIATE STUDENTS AT ENGLISH PREP SCHOOL	1785-1786
Dr Irfan Bashir Sidra Bano Prof Dr Yasira Waqar Dr Afshan Naseem Prof Dr Rizwan Akram Rana Dr Almas Shoaib Dr Aisha Sami Dr Abdul Malik Dr Aqila Rafique Ms Fareeha Sherazi Ms Yasmin Zohaib	USING SIGN LANGUAGE AT UNDERGRADUATE LEVEL FOR INCLUSION: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES	1787
Nuriye Büşra VARLI Davut HOTAMAN	PRIMARY SCHOOL TEACHERS' BELIEFS REGARDING EDUCATIONAL NEUROMYTHS, THE UNDERLYING CAUSES OF THESE BELIEFS, AND THEIR IMPLICATIONS FOR INSTRUCTIONAL PRACTICE	1788-1789
Selvije Lajqi Diana Vokshi Soreja Adzajlic Amina Adzajlic	SOCIAL SCIENCES AND PSYCHOLOGY	1790
Damla IŞIK Pınar ÇELİK DEMİRAY	THE PHILOSOPHICAL JOURNEY OF THE BALANCE OF FORM AND EXPRESSION IN AESTHETIC MUSIC EDUCATION: "From Pythagoras to Reimer"	1791-1792
Amina Yahia	SPATIAL MULTICRITERIA ANALYSIS USING GIS FOR GREEN HYDROGEN (GH_2) PRODUCTION SUITABILITY MAPPING	1793
Jaayefar Fatima-ezzahra Belahbib Nadia Zidane Lahcen et Dahmani Jamila	*SPINACIA OLERACEA L.* (SPINACH): A PHYTOTHERAPEUTIC RESOURCE FROM THE MOROCCAN CENTRAL PLATEAU – PHARMACOLOGICAL ACTIVITIES AND HEALTH POTENTIAL	1794
Umar Baba Shaaba	EXPLORING STRATEGIC DECISION-MAKING THROUGH THE LENS OF MANAGEMENT ACCOUNTING IN NIGERIAN ORGANIZATIONS	1795-1797
Marsida SULO Ilirjana BOCI Elda RAMA	DETERMINATION OF RESIDUAL NITRITE IN MEAT PRODUCTS WITH NATURAL PRESERVATIVES ADDITION	1798
Ayesha Zulfiqar Farhana Naz Maryam Usman	SUSTAINABLE RETAIL ENVIRONMENTS: A DESIGN-BASED EXPLORATION OF ZERO-WASTE GROCERY STORES	1799
Yusuf KURT	THE RELATIONSHIP BETWEEN CASH EFFECTIVE TAX RATE AND CAPITAL INTENSITY: AN APPLICATION ON THE BIST	1800-1803
Tapas Chandra Bose	CRITICALLY ASSESS THE PUBLIC FINANCIAL MANAGEMENT (PFM) IN BANGLADESH AND WAY FORWARD TO REFORM	1804
Tapas Chandra Bose	CRITICALLY ASSESS THE PUBLIC FINANCIAL MANAGEMENT (PFM) IN BANGLADESH AND WAY FORWARD TO REFORM	1805

Lara C. Teh Aldwin T. Miranda	PROBLEM-SOLVING SKILLS AND MATHEMATICS PERFORMANCE OF JUNIOR HIGH SCHOOL STUDENTS: A DESCRIPTIVE–CORRELATIONAL STUDY	1806
Hikmet TİTREK Süleyman KÖK	EFFECT OF THE CONCENTRATED FEEDING INITIATING PERIOD ON LIVE WEIGHT GAINS OF HAIR GOAT KIDS IN EDIRNE PROVINCE	1807-1808
Fatma AVCI Şebnem AVCI	INVESTIGATION OF KINESIOPHOBIA AND FALL FEAR/ANXIETY IN ELDERLY INDIVIDUALS	1809-1810
Mahmud Sindid Ikram Sumiya Akter Moni	UNLOCKING NANOSCALE POTENTIAL: NANOPARTICLES FOR PLANT DISEASE MANAGEMENT IN BANGLADESH	1811-1812
P. Veeralakshmi S. Selvam	A MACHINE LEARNING-BASED APPROACH FOR AUTOMATED FAKE NEWS DETECTION IN ONLINE MEDIA	1813-1817
M.K.VIJAYALAKSHMI R.VIDHYALAKSHMI KOWSIKA.M DHINESH.E BHARATH.S	THERAPEUTIC POTENTIAL OF VITEX NEGUNDO LINN. : A REVIEW OF PRECLINICAL AND CLINICAL STUDIES	1818-1822
Y. EL GHALI J. IGBIDA N. ELHARRAR A. KADDAR	ON A FRACTIONAL LAPLACIAN PROBLEM WITH A SINGULAR NONLINEAR TERM	1823
Arda YAVAŞER Bilal SOYDAN Barış SANDAL	DESIGN AND PERFORMANCE ANALYSIS OF AN OFF-GRID SINGLE-ZONE RESIDENTIAL ENERGY SYSTEM: A RENEWABLE ENERGY APPROACH	1824-1825
HASSAN ZARIOUH TARIK RHARMAOUI ADIL ZEROUALI AMRI MOUNIA MOUZOURI	A PROBLEM WHERE THE REPRESENTATION OF THE PROBLEM STATEMENT IS NOT OPERATIONAL	1826
Serra ACAR Seçil ÇOBANOĞLU	GRAFTLESS SOLUTIONS IN THE ATROPHIC MAXILLA: AN OVERVIEW OF ZYGOMATIC IMPLANT	1827-1828
Shreya A U *Dharmananda M* *Harisha B S*	“IMPACT OF GLOBAL EVENT ON STOCK MARKET VOLATILITY: A COMPARATIVE STUDY OF PRE-, DURING- AND POST-EVENT PERFORMANCE”	1829-1831
Muhammad Adnan Sabir Mughal Muhammad Kasib Khan Nida Naazir Muhammad Hanan Azhar Sehla Jabbar Maryam Nusrat Kashif Hussain	MOLECULAR EPIDEMIOLOGY AND PUBLIC HEALTH SIGNIFICANCE OF *TOXOPLASMA GONDII* IN HUMANS FROM DISTRICT RAWALPINDI, PAKISTAN	1832
Samir BELMAHİ Abdelmoutalib BENFRİD Ibrahim KLOUCHE DJEDİD	NON-DESTRUCTIVE TESTING BY ULTRASONIC AND REBOUND HAMMER METHODS FOR EVALUATING THE PROPERTIES OF ORDINARY CONCRETE	1833-1835
Burak BÜYÜKOĞLU	SHORT-RUN EFFECTS OF CBRT POLICY RATE DECISIONS ON THE BORSA ISTANBUL BANKING INDEX	1836-1846
Burak BÜYÜKOĞLU	DETERMINANTS of CAPITAL ADEQUACY WITHIN THE SCOPE OF RISK, DEPOSIT, AND CREDIT DYNAMICS	1847-1859
İlker ŞEN	TREATMENT OF TRANSMISSIBLE VENEREAL TUMOR-RELATED PENILE NECROSIS AND PARAPHIMOSIS IN A DOG USING TOTAL PENILE ABLATION AND PRESCROTAL URETHROSTOMY	1860-1865
Ahmet ÖZ	THE INNATE FOUNDATIONS OF MALE-FEMALE COMPLEMENTARITY ACCORDING TO THE QUR’AN	1866-1873
Heydar Salamov Aşkın Nurdan Tümbek Tekeoğlu	EMOTIONAL ENGINEERING: THE APPLE EXAMPLE	1874-1880
Hülya Tosun	RELATIONSHIPS BETWEEN MENOPAUSE AND AUTOIMMUNE DISEASES	1881-1885
Ass. Prof. E.J.Huseynova, L.A.Heydarli	INVESTIGATION OF THE EFFECT OF COGNITIVE IMPAIRMENT ON THE CAPACITY OF SHORT-TERM VISUAL AND AUDITORY MEMORY	1886

PALYATİF HASTALARDA YARA BAKIMI

Şahizer ERAYDIN
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Taşlı Çiftlik, 60200,Tokat, Türkiye
ORCİD: 0000-0002-2948-9677

ÖZET
Dünya genelinde yaşlanan nüfus ve kronik hastalıkların artışıyla birlikte her yıl 40 milyondan fazla insanın palyatif bakıma ihtiyaç duyduğu bildirilmektedir. Palyatif bakım, yaşamı tehdit eden hastalıklarla ilişkili fiziksel, psikososyal ve ruhsal sorunlara yönelik bütüncül yaklaşımla hastaların ve ailelerinin yaşam kalitesini artırmayı amaçlar. Bu bağlamda yara ve yara bakımı, palyatif bakımın kritik bileşenlerinden birini oluşturmaktadır. Palyatif hastalar; immobilite, malnütrisyon, vasküler yetersizlik, ileri yaş, frajil deri yapısı ve tedaviye bağlı komplikasyonlar nedeniyle travmatik ve kronik yaralara karşı yüksek risk altındadır. Bası yaraları, malign yaralar, cilt yırtıkları, iskemik ülserler ve tedavi kaynaklı deri reaksiyonları bu hasta grubunda sık görülen lezyonlardır. Palyatif hastalardaki yaralar; şiddetli ağrı, kötü koku, kanama, enfeksiyon ve psikososyal sıkıntılar gibi yaşam kalitesini olumsuz etkileyen önemli semptomlara yol açabilir. Bu nedenle palyatif yara bakımında temel ilkeler; doğru ve kapsamlı yara değerlendirmesi, semptom odaklı yönetim, travmatize etmeyen pansuman seçimi, koku ve eksüda kontrolü, kanama riskinin azaltılması ve enfeksiyonun yönetimini içerir. Ayrıca cilt bütünlüğünün korunması, yeni yaraların oluşmasının önlenmesi ve hastanın psikolojik iyilik hâlinin desteklenmesi bakımın temel bileşenleridir. Etkin bir palyatif yara yönetimi; hemşireler, hekimler, yara bakım uzmanları ve bakım verenler arasında güçlü bir iş birliği gerektirir. Klinik kılavuzların güçlendirilmesi, kanıta dayalı uygulamaların desteklenmesi ve palyatif yara bakımında uzmanlaşmış eğitim programlarının yaygınlaştırılması hasta sonuçlarını iyileştirebilir. Sonuç olarak, palyatif yara bakımının amacı iyileştirici sonuçlardan çok hastanın konforunun, onurunun ve yaşam kalitesinin korunmasıdır. Bu bağlamda hemşireler; sürekli değerlendirme, bireyselleştirilmiş bakım planlama ve bakım verenlerin eğitimiyle palyatif hastalarda travma ve yara yönetiminin ayrılmaz bir parçası olarak kritik bir rol üstlenmektedir.
Anahtar Kelimeler: Palyatif bakım, yara yönetimi, kronik yaralar, yaşam kalitesi, hemşirelik

WOUND CARE IN PALLIATIVE PATIENTS

ABSTRACT
More than 40 million people worldwide are reported to need palliative care each year due to the aging population and the rise in chronic diseases. Palliative care aims to improve the quality of life of patients and their families through a holistic approach to the physical, psychosocial, and spiritual problems associated with life-threatening illnesses. In this context, wounds and wound care constitute one of the critical components of palliative care. Palliative patients are at high risk for traumatic and chronic wounds due to immobility, malnutrition, vascular insufficiency, advanced age, fragile skin structure, and treatment-related complications. Pressure injuries, malignant wounds, skin tears, ischemic ulcers, and treatment-induced skin reactions are common lesions in this patient group. Wounds in palliative patients may lead to severe pain, malodor, bleeding, infection, and psychosocial distress—symptoms that significantly impair quality of life. Therefore, the fundamental principles of palliative wound care include accurate and comprehensive wound assessment, symptom-focused management, selection of non-traumatic dressings, control of odor and exudate, reduction of bleeding risk, and management of infection. Additionally, maintaining skin integrity, preventing new wounds, and supporting the patient’s psychological well-being are essential components of care.

Effective palliative wound management requires strong collaboration among nurses, physicians, wound care specialists, and caregivers. Strengthening clinical guidelines, supporting evidence-based practices, and expanding specialized training programs in palliative wound care may improve patient outcomes. In conclusion, the goal of palliative wound care is not curative outcomes but the preservation of the patient's comfort, dignity, and quality of life. In this regard, nurses play a critical role as an integral part of trauma and wound management in palliative patients through continuous assessment, individualized care planning, and caregiver education.
Keywords: Palliative care, wound management, traumatic wounds, chronic wounds, quality of life, nursing care.

1. INTRODUCTİON

According to the World Health Organization (2020), more than 40 million people worldwide require palliative care each year. The aging population, increasing incidence of cancers, advanced organ failures, neurodegenerative, and chronic diseases further amplify this need day by day (Connor et al., 2022). Palliative care aims to alleviate symptoms, improve quality of life (QoL), and provide dignified care during the dying process for individuals living with life-threatening illnesses (Radbruch & De Lima, 2020). Within this context, wound management emerges as a significant challenge for patients and families, both physically and psychologically.

In palliative patients, wounds frequently develop as a result of immobility, malnutrition, reduced tissue perfusion, skin fragility, and disease-related metabolic changes (Hofman et al., 2019). These wounds usually require care approaches focused on symptom control rather than healing. This is because patients' systemic conditions often do not allow for recovery; therefore, the treatment goal becomes comfort-oriented (Tandler et al., 2021). The primary aim of palliative wound care is to provide optimal comfort for the patient and family and may not always involve an intention to heal. It is crucial for clinicians to understand the impact of wounds on QoL and to establish realistic goals in collaboration with the patient.

2. Importance of Wound Management in Palliative Care

The management of chronic wounds in palliative and end-of-life patients adopts a strategy focused on enhancing patient comfort and QoL rather than pursuing healing-oriented approaches. Palliative care may be initiated during active disease treatment and continues throughout the entire disease trajectory, including comfort care. Patients receiving palliative care are often in the terminal stage and have diminished physiological reserves. In this period, the significance of wounds is related not only to physical aspects but also to psychological dimensions. Wounds may cause malodor, pain, exudate, bleeding, and disturbances in body image (Langemo et al., 2018). These wound-related problems can lead to shame, isolation, depression, and social withdrawal (Westergren et al., 2020). Therefore, effective wound management should aim not only at physical wound care but also at psychosocial support and reduction of symptom burden (Probst et al., 2019). Most wounds in palliative patients arise as a consequence of advanced, life-limiting illnesses that impair healing processes, and normal wound closure may be prevented despite treatment.

3. Common Types of Wounds in Palliative Patients

Chronic wounds commonly observed in these patients include pressure ulcers, venous or arterial leg ulcers, diabetic ulcers, and fungating malignant wounds.

3.1. Pressure Injuries.

Pressure injuries are among the most frequently encountered wound types in palliative patients. Preventive protocols should be implemented (e.g., keeping the head of the bed elevated no more than 30 degrees, using lift sheets to reduce friction and shear); however, it should be remembered that comfort may take precedence over ulcer prevention strategies. In line with

end-of-life goals, comfort-supporting methods should be preferred over aggressive treatments. Prolonged immobility, loss of muscle and fat tissue, low serum albumin levels, and malnutrition are major risk factors (Coleman et al., 2020). In addition, catabolic processes in the terminal phase hinder tissue regeneration and slow wound healing. In wound care, the primary goals are pain, odor, and exudate control rather than healing.

3.2. Malignant (Necrotic/Ulcerative) Wounds.

Since healing is not expected, care focuses on symptom control (odor, exudate, pain) and cosmetic appearance. Based on expert opinion, foam and alginate dressings are preferred, while topical metronidazole gel or activated charcoal dressings are used for odor control. Malignant wounds are typically seen in advanced cancer cases (especially breast, head and neck cancers, and melanoma) (Lund-Nielsen et al., 2019). Infection, malodor, bleeding, and pain are prominent features of these wounds. The treatment approach is directed toward symptom management and tissue protection.

3.3. Skin Tears.

Skin tears are also common in palliative patients due to advanced age, corticosteroid use, and skin fragility (LeBlanc et al., 2020). These wounds should be covered with silicone-based, non-adhesive materials, avoiding traumatic dressings.

3.4. Ischemic Ulcers and Treatment-Related Skin Reactions.

Tissue reactions due to vascular insufficiency or chemotherapy/radiotherapy are other frequent problems in palliative wound management. Radiation dermatitis or venous ulcers are often painful and challenging. Compression bandaging is the main treatment for uncomplicated venous ulcers; however, in palliative patients, the level of compression should be determined based on patient comfort and tolerance. Treatment plans and goals should be reassessed for wounds that show no signs of healing (Grocott et al., 2022).

4. Wound Assessment and Monitoring.

Accurate assessment is critical in palliative wound care. Evaluation should not be limited to wound size and depth but should also consider pain level, amount of exudate, odor, color, periwound skin integrity, and the patient's psychological status (World Union of Wound Healing Societies [WUWHS], 2020).

Recommended parameters for wound assessment include wound type and etiology, depth, color, amount of exudate, odor characteristics (e.g., sulfur, ammonia), signs of infection, pain level (using the Visual Analog Scale [VAS]), the patient's overall condition, and care goals. During the assessment process, expectations of the patient and family should also be considered, and the "care goal" (healing vs. symptom control) should be clearly defined (Beeckman, 2021).

Risk Assessment of Palliative Wounds:

Clinicians should recognize non-healing wounds early and evaluate factors contributing to chronicity. Chronic wounds are generally defined as those persisting for more than 3–6 months and not responding to treatment. The Braden and Norton scales are used to assess pressure ulcer risk. To address the vulnerability of palliative care patients, the Hunters Hill Marie Curie Centre pressure ulcer risk assessment tool has been developed, incorporating factors such as dyspnea, severe fatigue, muscle atrophy, cachexia, and dehydration.

5. Fundamental Principles of Palliative Wound Management

The main goal of palliative wound care is to control wound-related symptoms to alleviate suffering and improve QoL. These symptoms include pain, exudate, malodor, infection, bleeding, dressing comfort, and negative psychological/social functioning. The approach is holistic, multidisciplinary, and patient-centered. While healing strategies may proceed alongside comfort strategies, it is essential to recognize early when attempts at wound closure become unrealistic or burdensome for the patient and to shift management priorities toward

comfort. In palliative care, QoL is defined within the context of the patient's cultural belief system and goals, encompassing physical, social, psychological, cultural, and spiritual domains.

5.1. Pain Management

Pain is the most dominant and distressing symptom experienced by patients living with chronic wounds and is the most frequently reported symptom in palliative wounds. Dressing removal is considered the greatest source of pain for wound patients. Effective pain control plays a key role in maintaining QoL. For pain management, topical analgesics (e.g., lidocaine gels), systemic opioids (e.g., morphine, oxycodone), and non-pharmacological methods can be used in combination (Tandler et al., 2021). Valid assessment tools such as the Visual Analog Scale (VAS), Numeric Rating Scale, or Faces Rating Scale (FRS) should be used to evaluate pain intensity. For patients with cognitive impairment, the FLACC scale is a valid and reliable tool. Appropriate analgesia should be administered in a timely manner before dressing changes to reduce pain. Management of chronic wound pain may include systemic medications following the World Health Organization's three-step analgesic ladder. To reduce pain during debridement, eutectic local anesthetic creams containing lidocaine and prilocaine may be used. Topical preparations containing morphine or lidocaine also show promise in controlling wound pain, although further clinical studies are needed.

5.2. Exudate and Odor Control

Excessive exudate and malodor may occur in malignant or infected wounds. In such cases, dressings containing activated charcoal, metronidazole gel, or silver-based materials are effective for odor control (Lund-Nielsen et al., 2019). Malodor and excessive exudate are among the most distressing symptoms for patients, triggering anxiety and negatively affecting QoL. Particularly in malignant wounds, odor results from the activity of anaerobic microorganisms that break down proteins in necrotic tissue. For exudate management, dressing selection should be based on absorbency capacity without drying the wound bed. Hydrocolloids are used for wounds with light to moderate exudate, whereas alginates and foams are preferred for moderate to heavy exudate. Alginates can also be used for hemostatic control. Systemic or topical metronidazole has been shown to be effective for odor management. Topical metronidazole 0.75% gel or cream, or crushed 500 mg tablets applied directly to the wound, are recommended. When applied as a sealed unit, activated charcoal dressings can significantly control odor.

5.3. Dressing Selection

In palliative wound care, dressing selection should be based on wound type, amount of exudate, and patient comfort. The goal is to use materials that are non-traumatizing, painless, do not require frequent changes, and protect the skin barrier. To prevent pain, the ideal dressing should be non-bulky, gently adhesive, provide a moist wound healing environment, minimize shear, friction, and pressure, and be easy to remove.

Wound Type	Appropriate Dressing Type	Purpose
Dry necrotic wound	Hydrogels	Tissue hydration
Infected wound	Silver- or iodine-based dressings	Antimicrobial effect
Heavily exudating wound	Foam or alginate dressings	Fluid absorption and barrier protection

5.4. Management of Bleeding and Infection

In infection management, topical antiseptics (povidone-iodine, PHMB, silver) should be selected carefully, and systemic antibiotics should be used only in the presence of bacteremia or cellulitis (Probst et al., 2019). Controlling the bacterial burden in the wound may help stabilize a non-healing wound by reducing exudate, pain, and odor. To determine the need for systemic antibiotics, wound culture or tissue biopsy is recommended when signs of infection

are present. Some topical agents (silver and iodine) may be used to reduce high bacterial loads; however, the supporting evidence is limited.

On wound surfaces with a high tendency to bleed, adrenaline-impregnated gauze, thrombin spray, or silver nitrate may be used. The risk of bleeding is particularly high in fungating wounds. Bleeding can be controlled by gently removing dressings moistened with warm normal saline and by using non-adherent dressings. Applying gentle pressure to the area for 10–15 minutes or using epinephrine-soaked gauze may also be helpful (Probst et al., 2019).

6. Psychosocial Support and Communication

Wounds create not only a physical but also a psychological burden. Particularly in malignant wounds, malodor and changes in appearance may negatively affect patients' sense of identity. In such cases, the nurse's communication skills, empathetic approach, and role in organizing family support are crucial (Westergren et al., 2020). Respect for patient privacy should be ensured, and concerns related to body integrity should be addressed with empathy.

7. WOUND MANAGEMENT

7.1. Assessment and Monitoring.

Regular wound assessment, photographic documentation, monitoring changes in exudate, and the use of pain assessment scales are essential. Various assessment tools are used to systematically monitor wound parameters and to target appropriate interventions. Mnemonic frameworks such as **TIME** (Tissue, Infection/Inflammation, Moisture balance, Edge) and **MEASURE** (Measurement, Exudate, Appearance, Suffering, Re-evaluation, Edge) are commonly used.

Experts at Calvary Hospital developed the **S-P-E-C-I-A-L** acronym, which targets symptom control in palliative chronic wound management:

- **S (Stabilizing)** – Stabilizing the wound
- **P (Preventing)** – Preventing new wounds
- **E (Eliminate)** – Eliminating odor
- **C (Control)** – Controlling pain
- **I (Infection)** – Infection prophylaxis
- **A (Advanced, Absorbent)** – Advanced, absorbent wound dressings
- **L (Lessen)** – Reducing the frequency of dressing changes

7.2. Education and Counseling

Education of family members and caregivers regarding dressing changes is essential. It should be clearly explained that the primary goal of wound care is "providing comfort rather than achieving healing."

7.3. Multidisciplinary Teamwork

The multidisciplinary team consists of physicians, dietitians, psychologists, and wound care nurses. When necessary, palliative care protocols (e.g., National Institute for Health and Care Excellence [NICE], 2019) should be implemented.

8. Evidence-Based Practices and Approaches

Recent studies indicate that practices focusing on comfort, symptom control, and QoL in palliative wound care significantly increase patient satisfaction (Beeckman, 2021).

Examples of Evidence-Based Approaches

- Administration of analgesia prior to each dressing change significantly reduces pain (Tandler et al., 2021).
- Use of metronidazole gel for odor control increases patient comfort by up to 60% (Lund-Nielsen et al., 2019).
- A holistic nursing approach strengthens patients' emotional well-being and optimizes care satisfaction (Probst et al., 2019).

9. Ethical Considerations and End-of-Life Care

Ethical principles—autonomy, beneficence, non-maleficence, and justice—are of great importance in palliative wound care. During this period, invasive, painful, or traumatic interventions should be avoided, and the patient's dignity must be preserved (Radbruch & De Lima, 2020). In some cases, even if the wound will not heal completely, the care process itself holds spiritual value in terms of providing comfort.

10. Conclusion and Recommendations

Wound management in palliative care patients is critical for maintaining QoL. The primary goal in this process is not wound healing, but rather reducing pain, controlling infection, preventing odor and bleeding, and ensuring a dignified life experience for the patient. Wound assessment, dressing selection, and symptom management should be individualized, and teamwork as well as patient and family education should be integrated into the care process. The dissemination of evidence-based practices and specialized nursing education programs will contribute to improved patient outcomes in palliative wound care. Ultimately, the fundamental aim of palliative wound care is not healing, but the preservation of comfort, dignity, and quality of life.

REFERENCES

Beeckman, D. (2021). *A decade of research on moisture-associated skin damage: Lessons learned and future directions.* British Journal of Dermatology, 184(5), 857–864. https://doi.org/10.1111/bjd.19847

Coleman, S., Nixon, J., Keen, J., Wilson, L., McGinnis, E., Dealey, C., … & Nelson, E. A. (2020). *A new pressure ulcer conceptual framework.* Journal of Advanced Nursing, 76(5), 1212–1225. https://doi.org/10.1111/jan.14327

Connor, S. R., Khosla, D., & Spence, A. (2022). *Global Atlas of Palliative Care* (2nd ed.). Worldwide Hospice Palliative Care Alliance & World Health Organization.

Grocott, P., McInnes, E., & Probst, S. (2022). *Wound care in palliative settings: A scoping review.* Palliative Medicine, 36(1), 105–117. https://doi.org/10.1177/02692163211045909

Hofman, D., Cherniack, E., & Carvalho, A. (2019). *Pressure injuries in terminally ill patients: Holistic care strategies.* International Wound Journal, 16(6), 1507–1514. https://doi.org/10.1111/iwj.13186

Langemo, D. K., Haesler, E., & Naylor, W. (2018). *Terminal wounds: Pressure injuries and other types of skin breakdown at the end of life.* Advances in Skin & Wound Care, 31(11), 494–501. https://doi.org/10.1097/01.ASW.0000548634.20041.b0

LeBlanc, K., Beeckman, D., & Campbell, K. (2020). *Best practice recommendations for the prevention and management of skin tears in aged skin.* Journal of Wound Care, 29(Suppl 2b), S3–S52. https://doi.org/10.12968/jowc.2020.29.Sup2b.S3

Lund-Nielsen, B., Adamsen, L., & Gottrup, F. (2019). *Malignant wounds in advanced cancer: A qualitative study of patients' experiences.* European Journal of Oncology Nursing, 43, 101–113. https://doi.org/10.1016/j.ejon.2019.05.008

Probst, S., Arber, A., & Faithfull, S. (2019). *Malignant wounds: Managing symptoms and improving quality of life.* International Journal of Palliative Nursing, 25(9), 435–445. https://doi.org/10.12968/ijpn.2019.25.9.435

Radbruch, L., & De Lima, L. (2020). *Palliative care and COVID-19: The need for strong public health approaches.* Journal of Pain and Symptom Management, 60(1), e1–e3. https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2020.03.029

Tandler, S., Cumpston, A., & Glover, J. (2021). *Pain and symptom management in end-of-life wounds: A palliative approach.* Wounds International, 12(2), 36–44.

Westergren, A., Ulander, K., & Lindholm, C. (2020). *Psychosocial aspects of chronic and palliative wound care: A qualitative synthesis.* BMC Palliative Care, 19(1), 125. https://doi.org/10.1186/s12904-020-00620-4

World Health Organization (WHO). (2020). *Integrating palliative care and symptom relief into primary health care: A WHO guide for planners, implementers and managers.* WHO Press.

World Union of Wound Healing Societies (WUWHS). (2020). *Consensus document: Wound exudate: Effective assessment and management.* Wounds International.

PALYATİF BAKIMDA TAMAMLAYICI ve BÜTÜNLEŞTİRİCİ TERAPİLER

Şahizer ERAYDIN
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Taşlı Çiftlik, 60200,Tokat, Türkiye
ORCİD: 0000-0002-2948-9677

ÖZET
Palyatif bakım, yaşamı tehdit eden hastalıklarla ilişkili sorunlarla karşı karşıya kalan hastaların ve ailelerinin yaşam kalitesini iyileştirmeye yönelik bir yaklaşımdır. Palyatif bakım ağrı ve diğer fiziksel, psikososyal ve ruhsal sorunların erken teşhisi, değerlendirilmesi ve tedavisi yoluyla acının önlenmesi ve hafifletilmesi anlamına gelir. Dünya genelinde, yaşlanan nüfus ve kronik hastalıkların artışı nedeniyle her yıl 40 milyondan fazla insanın palyatif bakıma ihtiyaç duyduğu tahmin edilmektedir. Palyatif bakım, yaşamı sınırlayan hastalıklara sahip bireylerde semptom yükünü azaltmayı, yaşam kalitesini artırmayı ve bütüncül bir bakım yaklaşımı sunmayı amaçlayan multidisipliner bir alandır. Bu bağlamda tamamlayıcı ve bütünleştirici terapiler (TBT), geleneksel tıbbi tedavilerin yanında kullanılmak üzere giderek daha fazla kabul görmekte ve palyatif bakımın önemli bir bileşeni haline gelmektedir. Bu derlemenin amacı, palyatif bakımda yaygın olarak kullanılan TBT türlerini ve bu terapilerin hasta sonuçlarına olan etkilerini güncel literatür ışığında özetlemektir. Palyatif bakımda en sık kullanılan TBT yöntemleri arasında masaj terapisi, aromaterapi, müzik terapisi, akupunktur, refleksoloji, yoga, meditasyon ve nefes egzersizleri yer almaktadır. Kanıtlar, bu yaklaşımların özellikle ağrı, anksiyete, depresyon, uykusuzluk, bulantı ve stres gibi sık görülen semptomların yönetiminde etkili olabileceğini göstermektedir. Masaj ve aromaterapi, gevşeme ve ağrı kontrolünde; müzik terapisi emosyonel destek ve kaygı düzeyinin azaltılmasında; akupunktur ise bulantı, ağrı ve nöropatik semptomların hafifletilmesinde umut verici sonuçlar sunmaktadır. Zihin-beden uygulamalarının ise psikososyal iyilik halini desteklediği, farkındalık düzeyini artırdığı ve yaşam kalitesine olumlu yansıdığı bildirilmektedir. TBT'nin farmakolojik olmayan, düşük yan etki profiline sahip yöntemler olması, palyatif bakım hastalarında güvenli bir seçenek olmasını sağlamaktadır. Bununla birlikte uygulayıcı niteliği, standardizasyon eksikliği ve sınırlı yüksek kaliteli çalışma sayısı önemli sınırlılıklar olarak değerlendirilmektedir. Sonuç olarak, tamamlayıcı ve bütünleştirici terapiler palyatif bakımın değerli bir bileşeni olup, bireyselleştirilmiş bakım planlarıyla birlikte kullanıldığında hastaların fizyolojik ve psikososyal gereksinimlerini destekleyici önemli faydalar sunmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Palyatif bakım, tamamlayıcı bütünleştirici terapi, semptom yönetimi, yaşam kalitesi, bütünsel bakım.

COMPLEMENTARY AND INTEGRATIVE THERAPIES IN PALLIATIVE CARE

ABSTRACT
Palliative care is an approach aimed at improving the quality of life of patients and their families who are facing problems associated with life-threatening illnesses. Palliative care refers to the prevention and relief of suffering through the early identification, assessment, and treatment of pain and other physical, psychosocial, and spiritual problems. Globally, it is estimated that more than 40 million people require palliative care each year due to the aging population and the rise in chronic diseases. Palliative care is a multidisciplinary field that aims to reduce symptom burden, enhance quality of life, and provide a holistic care approach for individuals with life-limiting illnesses. In this context, complementary and integrative therapies (CIT) are

increasingly accepted as adjuncts to conventional medical treatments and have become an important component of palliative care. The aim of this review is to summarize the types of CIT commonly used in palliative care and their effects on patient outcomes in light of current literature. The most frequently used CIT methods in palliative care include massage therapy, aromatherapy, music therapy, acupuncture, reflexology, yoga, meditation, and breathing exercises. Evidence shows that these approaches may be effective in managing common symptoms such as pain, anxiety, depression, insomnia, nausea, and stress. Massage and aromatherapy contribute to relaxation and pain control; music therapy provides emotional support and reduces anxiety; and acupuncture offers promising results in alleviating nausea, pain, and neuropathic symptoms. Mind–body practices are reported to support psychosocial well-being, increase mindfulness, and positively influence quality of life. The non-pharmacological nature and low side-effect profile of CIT make these methods safe options for palliative care patients. However, practitioner qualifications, lack of standardization, and the limited number of high-quality studies remain important limitations. In conclusion, complementary and integrative therapies are valuable components of palliative care and offer significant benefits in supporting the physiological and psychosocial needs of patients when used alongside individualized care plans
Keywords: Palliative care, complementary integrative therapy, symptom management, quality of life; holistic care.

INTRODUCTION

Palliative care is not a service focused solely on the end of life; rather, it is a holistic and person-centered care approach that individuals living with life-threatening or life-limiting illnesses may need from the early stages of the disease onward (World Health Organization [WHO], 2020). The primary aim of this approach is to improve the quality of life of patients and their families, to prevent and relieve suffering, and to address physical, psychosocial, spiritual, and cultural needs as an integrated whole.

Pain is one of the most frequently reported symptoms among individuals requiring palliative care and is one of the symptoms that most profoundly affects quality of life. In life-limiting conditions such as cancer, neurological disorders, and advanced-stage cardiac and pulmonary diseases, pain emerges not merely as a physical sensation but as a complex experience encompassing emotional, cognitive, and social dimensions. Uncontrolled pain may lead to numerous adverse outcomes, including anxiety, depression, sleep disturbances, functional impairment, and increased caregiver burden.

Although pharmacological approaches constitute the foundation of pain management in palliative care, the adverse effects of opioids and other analgesics, the development of tolerance, and insufficient analgesia in some patients have increased interest in alternative and supportive methods (Gülşen et al., 2025; Aydıngülü et al., 2025). In this context, complementary and integrative therapies (CIT) have gained importance as non-pharmacological approaches that support, rather than replace, pharmacological treatments. CIT practices demonstrate a high degree of compatibility with the philosophy of palliative care, as they promote active patient participation in the care process, have a low side-effect profile, and strengthen holistic care.

The aim of this review is to examine complementary and integrative therapies commonly used in palliative care—particularly non-pharmacological approaches to pain—while discussing their mechanisms of action, clinical outcomes, and limitations in practice in light of the current literature.

Complementary and integrative therapies have become an important component of palliative care, as in many areas of the healthcare system. Increased use of these therapies is particularly observed among patients with incurable cancer. The complementary therapy methods used in palliative care units primarily focus on alleviating symptoms—especially pain—that may lead patients and their families to feelings of hopelessness. In this way, these approaches aim to provide comfort and enhance quality of life.

COMPLEMENTARY AND INTEGRATIVE THERAPIES IN PALLIATIVE CARE

Complementary and integrative therapies are defined by the World Health Organization and the National Center for Complementary and Integrative Health as practices used alongside conventional medical treatments to support an individual's well-being. In palliative care, these therapies focus not on curing disease but on alleviating symptoms, promoting relaxation, and improving quality of life. Particularly in pain management, CIT offer approaches that complement pharmacological treatments while considering patients' individual preferences and values.

Massage.

Massage techniques aim to provide a pleasant sense of relaxation to both body and mind by increasing relaxation and circulation and stimulating muscles and connective tissue, thereby reducing tension and pain and enhancing blood circulation. To achieve these effects, mechanical manual pressure is applied to the skin and subcutaneous tissue, muscles, internal organs, and the circulatory and lymphatic systems. These mechanical stimuli activate the gate control mechanism and increase beta-endorphin levels. The release of beta-endorphins raises the pain threshold and reduces or eliminates the sensation of pain (Akça et al., 2023). Patient satisfaction and clear clinical benefits indicate that massage therapy is worthy of increased use and further research among palliative care patients.

Therapeutic Touch.

Therapeutic touch is a complementary therapy that aims to alleviate illness or symptoms believed to arise from imbalances in vital energy fields through the use of hands on or near the body. This method adopts a holistic approach focused on increasing, balancing, and protecting energy by influencing energy fields. Therapeutic touch is based on the belief that humans possess energy fields and are open systems. According to this philosophy, illness occurs when the balance of energy fields is disrupted, and healing can be achieved through therapeutic touch (Ghane et al., 2025).

Music Therapy

The goal of music therapy in symptom management for palliative care patients is to help patients gain self-control and actively participate in symptom management. Music therapists engage patients in various musical interventions (e.g., singing, listening to music, and songwriting) to promote relaxation, provide opportunities for self-expression, and facilitate communication. In this way, music therapy helps alleviate anxiety, fear, and other components of suffering. According to the American Music Therapy Association, the foundations of music therapy interventions are based on behavioral frameworks as well as psychodynamic, psychological, and neurobiological theories (Gutgsell et al., 2013).

Aromatherapy

Aromatherapy is defined as a therapeutic approach that aims to promote healing through the application or inhalation of essential oils derived from plants. Aromatherapy has been used

since ancient times in India, Egypt, and China, and its use has increased worldwide in modern times. With analgesic, anti-inflammatory, and antipsychotic effects, aromatherapy oils can be applied using various methods, including oral absorption of aromatic preparations, indirect or direct inhalation by dripping essential oils onto clothing or other surfaces, application with compresses to pressure points or infected areas, aromatic baths (foot, hand, sitz, and full-body baths), and massage. Oils that may cause skin irritation should be avoided, and oils should be diluted to prevent toxic effects. Aromatherapy massage, which combines the positive effects of massage and aromatherapy, promotes vasodilation and increases essential oil absorption. Studies on aromatherapy indicate its effects on anxiety, quality of life, depression, pain, and nausea in cancer patients; however, its effects on other palliative care populations have not been sufficiently investigated (Ghane et al., 2025).

Reiki

Reiki, which is based on spiritual healing and energy transfer techniques, is defined as a universal life energy present everywhere. This complementary and integrative therapy can be easily learned and practiced by anyone and may be applied both by another individual and by oneself. In Reiki practice, energy is transferred through the hands by touching the individual. In this way, Reiki restores harmony between the mind, body, and spirit. During Reiki, parasympathetic nervous system activity increases, and relaxation is achieved through reduced secretion of stress hormones such as cortisol. The effects of Reiki are often compared to those of classical massage techniques, with reported positive outcomes including relaxation, tranquility, comfort, and increased energy.

Reflexology

Reflexology is based on the belief that every organ in the human body has a corresponding reflex point on the hands, feet, eyes, and ears. During therapy, massage applied to these points aims to stimulate the peripheral and central nervous systems and activate the body's self-healing capacity. It is suggested that stimulation of the nervous system leads to endorphin release, resulting in relaxation and comfort, which in turn positively affects autonomic responses as well as the endocrine and immune systems. The most commonly used area in reflexology is the feet, where reflex zones corresponding to the body's organs, glands, and systems are believed to be located.

Acupuncture

Acupuncture is performed by inserting needles into specific points on the body surface. These stimuli exert effects that extend to distant areas of the body. Acupuncture has long been recognized as a highly effective complementary and integrative therapy. In palliative care, acupuncture can be used to control pain and other symptoms. Evidence supports the use of acupuncture in nursing homes, palliative care units, and oncology services for symptoms such as pain, nausea and vomiting, dyspnea, and fatigue. The World Health Organization also recommends acupuncture in palliative care for reducing treatment-related side effects and improving patients' quality of life (Lian, Pan, Zhou, & Zhang, 2014).

Acupressure

Acupressure involves pressure and rubbing-like manipulations applied to specific points located along acupuncture meridians. As it targets the same points as acupuncture, acupressure is similar in principle; however, its primary difference lies in the application of pressure using fingers, hands, or feet instead of needles. Acupressure points, which are sensitive to bioelectrical impulses on the skin, are located along meridians associated with each organ and

are symmetrically distributed on the right and left sides of the body. Pressure applied to these points reduces tension in various body regions and muscle tightness while increasing endorphin secretion and blood circulation.

Hypnotherapy

Hypnotherapy is conducted by a therapist or self-directed by the individual and involves inducing an altered state of consciousness through verbal suggestions. Hypnotic techniques have been reported to be beneficial in the treatment of various types of pain associated with headaches, burns, cancer, invasive medical procedures, musculoskeletal disorders, irritable bowel syndrome, and fibromyalgia. In palliative care, hypnotherapy facilitates muscle relaxation, perceptual change, and cognitive redirection, and is used in the management of pain, nausea and vomiting, sleep disturbances, and fatigue.

Therapy Method	Effect on Pain	Possible Mechanism of Action	Level of Evidence
Massage therapy	Reduction in pain intensity, muscle relaxation	Gate control theory, endorphin release, increased circulation	Moderate–high (RCTs, systematic reviews)
Therapeutic touch	Reduced pain perception, relaxation	Balancing of energy fields, parasympathetic activation	Low–moderate (small-sample studies)
Music therapy	Decreased pain perception, distraction	Emotional regulation, attentional redirection, limbic system activation	Moderate (RCTs)
Aromatherapy	Mild–moderate pain reduction	Autonomic nervous system modulation, sedative effects	Low–moderate
Reiki	Subjective pain reduction, relaxation	Parasympathetic activation, reduction of stress hormones	Low
Reflexology	Reduction in pain and tension	Endorphin release, nervous system stimulation	Low–moderate
Acupuncture	Significant improvement in pain control	Endogenous opioid release, neuromodulation	High (WHO-supported, RCTs)
Acupressure	Reduced pain perception	Endorphin release, muscle relaxation	Moderate
Hypnotherapy	Reduced pain perception	Cognitive reframing, perceptual modulation	Moderate

CONCLUSION

Complementary and integrative therapies offer important non-pharmacological approaches that support pain management and symptom control in palliative care. By addressing not only patients' physical needs but also their psychological, social, and spiritual dimensions, these therapies strengthen the holistic care approach. Their low side-effect profiles, potential to enhance patient satisfaction, and ease of integration into individualized care plans increase the value of complementary and integrative therapies in palliative care practice.

When planning complementary and integrative therapies, palliative care teams should consider patients' clinical conditions, preferences, cultural values, and ongoing treatments, and address

these interventions within a multidisciplinary framework. Future high-quality randomized controlled trials will more robustly demonstrate the effectiveness of these therapies and contribute to the development of clinical guidelines. In this way, non-pharmacological approaches to pain management in palliative care can be disseminated in an evidence-based and standardized manner.

REFERENCES

Akça, N., Yaldıran, D., & Sakar, D. D. (2023). Palyatif bakım hastalarının tamamlayıcı ve bütünleşik terapileri ağrı yönetiminde kullanım durumları. *Artuklu International Journal of Health Sciences, 3*(2), 137–142.

Ghane, G., Karimi, R., Chekeni, A. M., Darvishi, M., Imani, R., & Vafaeinezhad, F. Z. (2025). Pain management in cancer patients with artificial intelligence: Narrative review. *Scientifica, 2025*(1), 6888213.

Gutgsell, K. J., Schluchter, M., Margevicius, S., DeGolia, P. A., McLaughlin, B., Harris, M., ... & Wiencek, C. (2013). Music therapy reduces pain in palliative care patients: A randomized controlled trial. *Journal of Pain and Symptom Management, 45*(5), 822–831.

Gülşen, M., Aydıngülü, N., Arslan, S., Kanat, C., Yanık, T. Ç., & Uğraş, G. A. (2025). Kanser hastalarının onkolojik cerrahi öncesi ağrı yönetiminde kullandığı nonfarmakolojik yöntemlerin belirlenmesi: Tanımlayıcı araştırma. *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi, 15*(1), 283–295.

Aydıngülü, N., Arslan, S., Kanat, C., Çam, T., & Uğraş, G. (2025). Kanser hastalarının onkolojik cerrahi öncesi ağrı yönetiminde kullandığı nonfarmakolojik yöntemlerin belirlenmesi: Tanımlayıcı araştırma. *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi, 15*(1).

Hosseini, S. S. (2025). Pain management strategies and general condition of patients after intestinal cancer surgeries. *Eurasian Journal of Science and Technology, 5*(1), 1–16.

Karan, A. (2025). *Kanser ve yaşam kalitesi*. Online Dizgi.

Lian, W. L., Pan, M. Q., Zhou, D. H., & Zhang, Z. J. (2014). Effectiveness of acupuncture for palliative care in cancer patients: A systematic review. *Chinese Journal of Integrative Medicine, 20*(2), 136–147.

Niyonkuru, E., Iqbal, M. A., Zhang, X., & Ma, P. (2025). Complementary approaches to postoperative pain management: A review of non-pharmacological interventions. *Pain and Therapy, 14*(1), 121–144.

Sayılan, A. A., Kulakaç, N., & Sayılan, S. (2025). Kolorektal kanser tanılı hastaların ağrı inançları ve ağrıyla başa çıkma durumları arasındaki ilişki. *International Anatolia Academic Online Journal Health Sciences, 10*(1), 582–596.

Sullivan, L., Vriese, H., Ferguson, E., Armstrong, M., Williams, H., Lemanek, K., ... & Xiang, H. (2025). Parents' perspectives on the use of virtual reality in pediatric chronic pain management: Qualitative study. *Journal of Medical Internet Research, 27*, e74082.

Trullols, M., & Ruiz de Porras, V. (2025). Opioid use in cancer pain management: Navigating the line between relief and addiction. *International Journal of Molecular Sciences, 26*(15), 7459.

World Health Organization. (2020). *Palliative care*. WHO.

Yıldırım, D., Kırşan, M., Kıray, S., & Korhan, E. A. (2019). Palyatif bakımda tamamlayıcı ve bütünleştirici terapilerin ağrı yönetimine etkisi: Bir sistematik derleme. *Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, (3), 511–517. https://doi.org/10.31067/0.2018.96

Yıldız, F. N. (2025). *Palyatif bakım alan terminal dönem kanser hastalarında solunum egzersizlerinin ağrı, dispne ve fonksiyonelliğe etkisi* (Master's thesis). İstanbul Atlas University, Institute of Graduate Education, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Istanbul.

Zhou, L., Li, J., Zhou, Y., Liang, Y., Ma, Q., Yang, L., ... & Guo, Y. (2025). Pain management for postpartum pain: A narrative review. *Journal of Pain Research*, 5617–5626.

KRONİK OBSTRÜKTİF AKCİĞER HASTALIĞI'NDA KANITA DAYALI DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ

Beyza KEŞOĞLU ÖZDEMİR
Alanya Alaaddin Keykubat University, Graduate School of Education, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Physiotherapy and Rehabilitation (M.Sc.) (With Thesis), 07425 Alanya, Antalya

Ayşe ÜNAL
Alanya Alaaddin Keykubat University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, 07425 Alanya, Antalya
ORCID: 0000-0003-0959-5664

ÖZET

Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı (KOAH), hava akımı kısıtlanmasının tam olarak geri dönüşümlü olmadığı, ilerleyici karakterde seyreden ve sistemik etkileri bulunan kronik bir solunum hastalığıdır. KOAH, dünya genelinde morbidite ve mortalitenin başlıca nedenlerinden biri olup, özellikle sigara kullanımı ve çevresel faktörlere bağlı olarak önemli bir sağlık sorunu oluşturur. Hastalığın etkin yönetimi ve prognozunun doğru tahmin edilmesi için güvenilir, kanıta dayalı değerlendirme yöntemlerinin kullanılması büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı KOAH'ta kanıta dayalı değerlendirme yöntemlerini incelemektir. Bu bağlamda, KOAH tanısı ve hastalık şiddetinin belirlenmesinde spirometri altın standart olarak kabul edilmektedir. Güncel klinik pratikte, spirometri sonuçları, hastaların semptom şiddeti ve alevlenme riski ile birlikte değerlendirilerek tedavi planlaması yapılmaktadır. Semptomların objektif değerlendirilmesinde **mMRC (Modified Medical Research Council) dispne skoru** ve **CAT (COPD Assessment Test)** gibi ölçekler, hastaların günlük yaşam aktivitelerindeki kısıtlanmayı ve yaşam kalitesindeki azalmayı ölçerek, tedavi ihtiyacını belirlemede kritik rol oynar. Özellikle son yıllarda güncellenen **GOLD 2024 sınıflaması**, hastaları semptom ve risk parametrelerine göre A, B ve E gruplarına ayırmaktadır. Bu sınıflandırma, hastaların klinik durumuna göre düşük semptom-düşük risk (A), yüksek semptom-düşük risk (B) ve yüksek risk/alevlenme fenotipi (E) gibi kategorilere yerleştirilmesini sağlar. Bu yaklaşım, sadece hava yolu fonksiyonlarını değil, aynı zamanda alevlenme geçmişi ve semptom şiddetini de göz önünde bulundurarak tedavi stratejilerini yönlendirmede önemli bir kılavuzdur. Bunun yanı sıra, fonksiyonel kapasitenin değerlendirilmesinde kullanılan **6 Dakika Yürüme Testi (6-DWT),** hastaların egzersiz toleransını ve yaşam kalitesini belirlemek için değerli klinik bilgiler sunar. KOAH'ın çok boyutlu bir hastalık olduğu göz önüne alındığında, hastaların **emosyonel durumu, yaşam kalitesi, kognitif fonksiyonlarının da değerlendirilmesi** önem arz etmektedir. Sonuç olarak, KOAH yönetiminde kanıta dayalı değerlendirme yöntemlerinin entegre kullanımı, hastalığın erken tanısı, doğru sınıflandırılması ve etkin tedavi planlaması açısından vazgeçilmezdir. Spirometri, semptom skorları, alevlenme öyküsü ve fonksiyonel testler birlikte değerlendirildiğinde, hastaların klinik seyri daha sağlıklı bir şekilde öngörülebilmekte ve multidisipliner tedavi yaklaşımları uygulanabilmektedir.

Anahtar kelimeler: Kronik obstrüktif akciğer hastalığı, kanıta dayalı uygulama, spirometri, dispne, GOLD sınıflama

EVIDENCE-BASED ASSESSMENT METHODS IN CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE

ABSTRACT

Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) is a chronic respiratory disease characterized by progressive, systemic effects and airflow limitation that is not fully reversible. COPD is one of the leading causes of morbidity and mortality worldwide and poses a significant health problem, particularly due to smoking and environmental factors. The use of reliable, evidence-based assessments is crucial for effective management of the disease and accurate prognosis prediction. The aim of this study was to examine evidence-based assessment methods in COPD. In this context, spirometry is considered the gold standard for diagnosing COPD and determining disease severity. In current clinical practice, spirometry results are evaluated together with patients' symptom severity and risk of exacerbation to inform treatment planning. In objectively assessing symptoms, scales such as the mMRC (Modified Medical Research Council) dyspnea score and the CAT (COPD Assessment Test) play a critical role in determining the need for treatment by measuring the limitation of patients' activities of daily living and the decrease in their quality of life. The recently updated GOLD 2024 classification, in particular, divides patients into groups A, B, and E based on symptom and risk parameters. This classification allows patients to be placed into categories such as low-symptom-low-risk (A), high-symptom-low-risk (B), and high-risk/exacerbation phenotype (E) based on their clinical status. This approach, which considers not only airway function but also exacerbation history and symptom severity, is an important guide in guiding treatment strategies. Furthermore, the 6-Minute Walk Test (6-MWT), used to assess functional capacity, provides valuable clinical information to determine patients' exercise tolerance and quality of life. Given that COPD is a multidimensional disease, it is crucial to assess patients' emotional state, quality of life, and cognitive function. Consequently, the integrated use of evidence-based assessment methods in COPD management is essential for early diagnosis, accurate classification, and effective treatment planning. When spirometry, symptom scores, exacerbation history, and functional tests are evaluated together, patients' clinical course can be more accurately predicted, and multidisciplinary treatment approaches can be implemented.

Keywords: Chronic obstructive pulmonary disease, evidence-based practice, spirometry, dyspnea, GOLD classification

1. GİRİŞ

KOAH; ATS/ERS tarafından 1995'te kronik bronşit ve amfizeme bağlı, genellikle ilerleyici, kısmi geri dönüşlü bir hastalık olarak tanımlanmıştır; GOLD 2021 raporunda ise zararlı gaz ve partiküllere maruziyet sonucu gelişen, hava yolu ve alveolar yapısal değişikliklere bağlı kalıcı hava akımı kısıtlanmasıyla karakterize, yaygın, önlenebilir ve tedavi edilebilir bir hastalık olarak ifade edilmiştir (American Thoracic Society [ATS], 1995; Siafakas et al., 1995). Hastalığın etiyopatogenezi genetik yatkınlık, çevresel ve sosyoekonomik faktörlerin etkileşimiyle şekillenmekte ve bireyler arasında heterojenlik göstermektedir. Temel patofizyolojik mekanizma; küçük hava yollarında daralma ve akciğer parenkim yıkımı sonucu oluşan hava yolu obstrüksiyonudur. Kronik inflamasyon, hava yolu yeniden yapılanması, elastik geri çekilmenin azalması, hava hapsi ve artmış mukus sekresyonuna yol açarak dispneye neden olur. KOAH'ın tanı ve izleminde hava akımı kısıtlanmasını objektif olarak değerlendiren spirometri temel yöntemdir (Pesci et al., 1998). Bu çalışmanın amacı KOAH'ta kanıta dayalı değerlendirme yöntemlerini incelemektir.

2. KOAH'TA TANI VE DEĞERLENDİRME

Kronik öksürük, balgam, dispne, tekrarlayıcı solunum yolu enfeksiyonları bulunan ve KOAH risk faktörlerine maruziyet öyküsü olan bireylerin KOAH açısından değerlendirilmesi gereklidir. Özellikle 40 yaş üzerindeki bireylerde KOAH ile uyumlu herhangi bir solunumsal semptom varlığında tanı amacıyla spirometri önerilmektedir. Geri dönüşümsüz hava akımı kısıtlanmasının objektif olarak gösterilmesinde spirometri altın standart yöntemdir.

2.1. Spirometri

Spirometri, hava yolu tıkanıklığının değerlendirilmesinde tekrarlanabilir ve objektif bir yöntemdir. Zorlu ekspirasyonun 1. saniyesindeki hacim (FEV1) ve zorlu vital kapasite (FVC) ölçülerek FEV1/FVC oranı hesaplanır. Ölçümlerin doğru yorumlanabilmesi için yaş, boy, kilo, cinsiyet ve etnik kökene göre referans değerler kullanılmalıdır. Bronkodilatör sonrası FEV1/FVC oranının %70'in altında olması hava yolu tıkanıklığını doğrular. KOAH şiddeti spirometrik değerlere göre sınıflandırılır (Miller et al., 2005; Pellegrino et al., 2005).

2.2. Anamnez

KOAH değerlendirmesinde ayrıntılı anamnez esastır. Sigara öyküsü, mesleki ve çevresel maruziyetler, aile öyküsü, eşlik eden hastalıklar, semptomların başlangıcı ve şiddeti, önceki hastane başvuruları ve yatışlar, ek hastalıklar ile hastalığın yaşam kalitesine etkisi sorgulanmalıdır. Bu bilgiler tanı ve tedavi planlaması için kritik öneme sahiptir (Saha et al., 2023).

2.3. Fizik Muayene

Fizik muayenede solunum paterni, dispne düzeyi, yardımcı solunum kaslarının kullanımı, fıçı göğüs ve periferik ödem değerlendirilir. Palpasyonla torakal ekspansiyon ve trakea pozisyonu, perküsyonla diyafram hareketleri, oskültasyonla solunum sesleri ve ek patolojik bulgular incelenir (Broekhuizen et al., 2009).

2.4. Semptomlar

Dispne, KOAH'ta en sık başvuru nedenidir ve fiziksel aktivite kısıtlılığının temel belirleyicisidir. Öksürük erken bir bulgu olup çoğu zaman ihmal edilebilir; erken fark edilmesi tanı açısından önemlidir (Miravitlles et al., 2014). Balgam üretimi değişkenlik gösterebilir ve alevlenmelerde artış ile pürülan özellik kazanır. Göğüste sıkışma ve hırıltı özellikle eforla ortaya çıkabilir; bu semptomların yokluğu KOAH'ı dışlamaz (Cho et al., 2016).

Semptomların değerlendirilmesinde mMRC Dispne Ölçeği ve CAT sıklıkla kullanılır ve bu ölçekler tanı, şiddet değerlendirmesi ve takipte yol göstericidir (Bestall et al., 1999; Gupta et al., 2014).

2.5. Birleşik KOAH Değerlendirmesi

GOLD, KOAH'ın değerlendirilmesinde yalnızca FEV_1'e dayalı yaklaşımın yetersiz olduğunu vurgulayarak birleşik değerlendirmeyi önermektedir. Bu yaklaşımda hava akımı kısıtlanması, semptom yükü ve alevlenme riski birlikte ele alınır. Hastalar bu parametrelere göre A, B, C veya D gruplarına ayrılarak bireyselleştirilmiş tedavi planları oluşturulur (Gupta et al., 2014).

Grup A: Düşük risk, az semptom grubunu oluşturur. GOLD 1 ya da GOLD 2 ve/veya yılda 0-1 alevlenme öyküsü, mMRC 0-1 veya CAT<10

Grup B: Düşük risk, çok semptom grubunu oluşturur. GOLD 1 ya da GOLD 2 ve/veya yılda 0-1 alevlenme öyküsü, mMRC ≥2 veya veya CAT≥10

Grup C: Yüksek risk, düşük semptom grubunu oluşturur. GOLD 3 ya da GOLD 4 ve/veya yılda ≥2 alevlenme öyküsü, mMRC 0-1 veya CAT<10

Grup D: Yüksek risk, çok semptom grubunu oluşturur. GOLD 3 ya da GOLD 4 ve/veya yılda ≥2 alevlenme öyküsü, mMRC ≥2 veya veya CAT≥10

2.6. Alevlenme Riskinin Değerlendirmesi

Alevlenme, solunum semptomlarının ani kötüleşmesi ve ek tedavi gereksinimi ile tanımlanır. Bir yıl içinde iki veya daha fazla alevlenme öyküsü, gelecekteki riskin önemli bir göstergesidir. Ayrıca FEV1'deki yıllık düşüş hızı, hastaneye yatış ve mortalite riskini artırır. Bu nedenle düzenli takip büyük önem taşır.

2.7. Komorbiditelerin Değerlendirmesi

KOAH'lı hastalarda sistemik inflamasyona bağlı olarak çok sayıda komorbidite görülebilir. Kardiyovasküler hastalıklar, osteoporoz, metabolik sendrom, akciğer kanseri, uyku apne sendromu, depresyon ve iskelet kas disfonksiyonu en sık eşlik eden durumlardır. Bu hastalıklar, hastaneye yatış sıklığını, sağlık hizmeti kullanımını ve mortalite riskini artırmaktadır (Brenner et al., 2012).

3. FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON DEĞERLENDİRMELERİ

3.1. Fonksiyonel Kapasite ve Fiziksel Aktivite Değerlendirmesi

KOAH'ta dispne, hava yolu obstrüksiyonu, gaz değişim bozukluğu ve periferik kas zayıflığı fonksiyonel kapasite azalmasının temel nedenleridir. Ancak egzersiz kısıtlılığı yalnızca akciğer fonksiyonlarındaki bozulma ile açıklanamaz. Bu nedenle günlük yaşam aktiviteleri ve egzersiz toleransını değerlendirmek için objektif testler kullanılmaktadır. Günlük yürüme mesafesi hastalığın yaşam üzerindeki etkisini yansıtırken, artan hızda yürüme testleri ve altı dakika yürüme testi submaksimal egzersiz kapasitesini değerlendirmede yaygın olarak kullanılmaktadır. Kardiyopulmoner egzersiz testi, mekik yürüme ve basamak testleri de fonksiyonel kapasitenin değerlendirilmesinde önemli yöntemlerdir (Vonbank et al., 2020).

3.2. Periferik Kas Kuvveti Değerlendirmesi

KOAH'lı bireylerin yaklaşık üçte birinde kas atrofisi ve periferik kas zayıflığı görülmektedir. Bu durum egzersiz kapasitesini, günlük yaşam aktivitelerini ve yaşam kalitesini olumsuz etkilemektedir. En sık etkilenen kas grubu, yürüme fonksiyonu açısından kritik olan quadriceps femoris kasıdır. Quadriceps kas gücündeki azalma, egzersiz kapasitesi düşüklüğü ve artmış hava yolu obstrüksiyonu ile ilişkilidir. Kas kuvveti dinamometre, tensinometre veya manuel kas testi ile değerlendirilebilir ve bu bulgular rehabilitasyonun önemini vurgular (Robles et al., 2011).

3.3. Solunum Kas Kuvveti Değerlendirme

KOAH'ta hiperinflasyon, solunum kaslarının mekanik etkinliğini azaltarak nefes almayı ve etkili öksürüğü zorlaştırır. Solunum kas kuvveti değerlendirmesinde maksimum inspiratuar basınç (MIP) ve maksimum ekspiratuar basınç (MEP) temel ölçütlerdir. MIP için 80 cmH_2O, MEP için 60 cmH_2O alt sınır kabul edilmektedir. Bu değerlerin altı solunum kas zayıflığını düşündürür. Solunum kas kuvveti MIP-MEP ölçümleri, sniff testi ve öksürük testi ile değerlendirilebilir (DePalo & McCool, 2002; Ruppel, 2009).

3.4. Postüral Değerlendirme

KOAH'ta hiperinflasyon ve hava hapsi, göğüs duvarı mekaniğini bozarak fıçı göğüs deformitesine yol açar. Bu durum omuzların öne kayması, skapular protraksiyon ve torakal kifoz gibi postürel bozukluklara neden olabilir. Kısa vadede solunumu kolaylaştıran bu adaptasyonlar, uzun dönemde kas-iskelet sistemi ağrıları, hareket kısıtlılığı ve postürel disfonksiyon riskini artırmaktadır (Pachioni et al., 2011).

3.5. Denge ve Yürümenin Değerlendirilmesi

Denge, kas-iskelet sistemi ile motor ve duyusal sistemlerin bütüncül çalışmasını gerektirir. KOAH'lı bireylerde denge bozuklukları sık görülmekte ve düşme riski artmaktadır. Statik ve dinamik denge performansı sağlıklı bireylere kıyasla daha düşüktür ve bu durum hastalık şiddeti, alevlenme sıklığı, fonksiyonel kapasite ve alt ekstremite kas kuvveti ile ilişkilidir.

Denge değerlendirmesinde Berg Denge Ölçeği, Zamanlı Kalk Yürü Testi, BESTest ve Tek Ayak Üzerinde Durma Testi sıklıkla kullanılmaktadır (de Castro et al., 2016)

3.6. Kognitif Durum Değerlendirme

KOAH, sistemik inflamasyon yoluyla kognitif fonksiyonları da etkileyebilen bir hastalıktır. Özellikle alevlenme dönemlerinde dikkat, bellek ve bilgi işleme alanlarında bozulmalar görülebilir. Kognitif işlevlerdeki azalma tedaviye uyumu güçleştirerek hastane yatışları ve mortalite riskini artırır. Kognitif değerlendirmede SMMT, MoCA, Saat Çizme Testi ve Addenbrooke Kognitif Değerlendirme Testi yaygın olarak kullanılmaktadır (Kirkil et al., 2007).

3.7. Emosyonel Durum ve Uyku Kalitesi Değerlendirme

KOAH'ın ileri evrelerinde anksiyete ve depresyon sık görülür ve bu durumlar solunumsal semptomlarla karşılıklı etkileşim içindedir. Dispne ve fonksiyonel kısıtlılıklar psikiyatrik belirtileri artırırken, emosyonel bozukluklar da hastalık seyrini olumsuz etkileyebilir. Ayrıca KOAH'ta uyku bozuklukları yaygındır ve hastalık şiddeti arttıkça belirginleşir. Anksiyete, depresyon ve uyku sorunları yaşam kalitesini önemli ölçüde düşürür. Değerlendirmede Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi, HADS, STAI ve görsel analog ölçekler kullanılmaktadır (Sharma et al., 2016).

3.8. Yaşam Kalitesi Değerlendirme

Yaşam kalitesi, bireyin sağlık durumunu fiziksel, duygusal ve sosyal boyutlarıyla değerlendiren çok yönlü bir kavramdır. KOAH'ta artan aktivite kısıtlılığı, bağımsızlık kaybı ve psikososyal sorunlar yaşam kalitesini belirgin biçimde azaltır. Bu nedenle izlem ve tedavi süreçlerinde sağlıkla ilişkili yaşam kalitesi anketlerinin kullanılması önemlidir. En sık kullanılan ölçekler arasında Saint George Solunum Anketi (SGRQ), SF-12, SF-36, McGill KOAH Yaşam Kalitesi Anketi ve KOAH ile Yaşamak Anketi yer almaktadır (Pitta et al., 2006).

Görüldüğü üzere KOAH hastalarında sadece solunum sisteminin etkilenimine bağlı durumların değerlendirilmesi hastalığı tüm boyutlarıyla değerlendirmek açısından yeterli değildir. Bu nedenle hastalığa özgü geliştirilmiş kanıt değeri yüksek ölçüm araçlarının kullanımı hastalığı bütüncül ele almak ve en uygun tedavi yaklaşımını planlamak açısından kritik öneme sahiptir.

KAYNAKLAR

American Thoracic Society. (1995). Standards for the diagnosis and care of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 152*(5, Pt 2), S78–S121.

Bestall, J. C., Paul, E. A., Garrod, R., Garnham, R., Jones, P. W., & Wedzicha, J. A. (1999). Usefulness of the Medical Research Council (MRC) dyspnoea scale as a measure of disability in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax, 54*(7), 581–586.

Brenner, D. R., Boffetta, P., Duell, E. J., Bickeboeller, H., Rosenberger, A., McCormack, V., … Brennan, P. (2012). Previous lung diseases and lung cancer risk: A pooled analysis from the International Lung Cancer Consortium. *American Journal of Epidemiology, 176*(7), 573–585.

Broekhuizen, B. D., Sachs, A. P., Oostvogels, R., Hoes, A. W., Verheij, T. J., & Moons, K. G. (2009). The diagnostic value of history and physical examination for COPD in suspected or known cases: A systematic review. *Family Practice, 26*(4), 260–268.

Cho, S. H., Lin, H. C., Ghoshal, A. G., Bin Abdul Muttalif, A. R., Thanaviratananich, S., & Bagga, S. (2016). Cough as a key symptom. *Allergy & Asthma Proceedings*, *37*(5), 388–401.

de Castro, L. A., Ribeiro, L. R., Mesquita, R., de Carvalho, D. R., Felcar, J. M., Merli, M. F., & Dal Corso, S. (2016). Static and functional balance in individuals with COPD: Comparison with healthy controls and differences according to sex and disease severity. *Respiratory Care, 61*(11), 1488–1496.

DePalo, V. A., & McCool, F. D. (2002). Respiratory muscle evaluation of the patient with neuromuscular disease. *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine, 23*(3), 201–210.

Gupta, N., Pinto, L. M., Morogan, A., & Bourbeau, J. (2014). The COPD assessment test: A systematic review. *European Respiratory Journal, 44*(4), 873–884.
Kirkil, G., Tug, T., Ozel, E., Bulut, S., Tekatas, A., & Muz, M. H. (2007). The evaluation of cognitive functions with P300 test for chronic obstructive pulmonary disease patients in attack and stable period. *Clinical Neurology and Neurosurgery, 109*(7), 553–560.
Miller, M. R., Hankinson, J., Brusasco, V., Burgos, F., Casaburi, R., Coates, A., … ATS/ERS Task Force. (2005). Standardisation of spirometry. *European Respiratory Journal, 26*, 319–338.
Miravitlles, M., Worth, H., Soler Cataluña, J. J., Price, D., De Benedetto, F., Roche, N., … Vogelmeier, C. (2014). Observational study to characterise 24-hour COPD symptoms and their relationship with patient-reported outcomes: Results from the ASSESS study. *Respiratory Research, 15*, Article 122.
Pachioni, C. A. S., Ferrante, J. A., Panissa, T. S. D., Ferreira, D. M. A., Ramos, D., Moreira, G. L., & Ramos, E. M. C. (2011). Avaliação postural em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. *Fisioterapia e Pesquisa, 18*(4), 341–345.
Pellegrino, R., Viegi, G., Brusasco, V., Crapo, R. O., Burgos, F., Casaburi, R., … Wanger, J. (2005). Interpretative strategies for lung function tests. *European Respiratory Journal, 26*(5), 948–968.
Pesci, A., Balbi, B., Majori, M., Cacciani, G., Bertacco, S., Alciato, P., & Donner, C. F. (1998). Inflammatory cells and mediators in bronchial lavage of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *European Respiratory Journal, 12*(2), 380–386.
Pitta, F., Troosters, T., Probst, V. S., Lucas, S., Decramer, M., & Gosselink, R. (2006). Potential consequences for stable chronic obstructive pulmonary disease patients who do not get the recommended minimum daily amount of physical activity. *Jornal Brasileiro de Pneumologia, 32*(4), 301–308.
Robles, P. G., Mathur, S., Janaudis-Ferreira, T., Dolmage, T. E., Goldstein, R. S., & Brooks, D. (2011). Measurement of peripheral muscle strength in individuals with chronic obstructive pulmonary disease: A systematic review. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention, 31*(1), 11–24.
Ruppel, G. L. (2009). *Manual of pulmonary function testing* (9th ed.). Mosby Elsevier.
Saha, S., Majumdar, S., & Bhattacharyya, P. (2023). Chronic obstructive pulmonary disease (COPD). In *Pulmonomics: Omics approaches for understanding pulmonary diseases* (pp. 31–58). Springer.
Sharma, K., Choyal, T., Chaturvedi, H., & Pandey, R. (2016). Sleep quality and quality of life in patients with COPD. *Chest, 150*(4), 895A.
Siafakas, N., Vermeire, P., Pride, N. A., Paoletti, P., Gibson, J., Howard, P., … European Respiratory Society Task Force. (1995). Optimal assessment and management of chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *European Respiratory Journal, 8*(8), 1398–1420.
Vonbank, K., Marzluf, B., Knötig, M., & Funk, G. C. (2020). Agreement between cardiopulmonary exercise test and modified 6-min walk test in determining oxygen uptake in COPD patients with different severity stages. *Respiration, 99*(3), 225–230.

KRONİK OBSTRÜKTİF AKCİĞER HASTALIĞINDA KAS DİSFONKSİYONU, PROPRİYOSEPSİYON VE MOTOR KONTROL: ÇOK BOYUTLU BİR DEĞERLENDİRME

Beyza KEŞOĞLU ÖZDEMİR
Alanya Alaaddin Keykubat University, Graduate School of Education, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Physiotherapy and Rehabilitation (M.Sc.) (With Thesis), 07425 Alanya, Antalya

Ayşe ÜNAL
Alanya Alaaddin Keykubat University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, 07425 Alanya, Antalya
ORCID: 0000-0003-0959-5664

ÖZET
GOLD 2021 raporuna göre Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı (KOAH), zararlı gaz ve partikül maruziyetine bağlı olarak gelişen hava yolu ve alveol hasarı sonucunda ortaya çıkan, hava akımı kısıtlılığı ile karakterize, yaygın, önlenebilir ve tedavi edilebilir bir hastalıktır. Bu derlemenin amacı KOAH'ta ortaya çıkan kas disfonksiyonu, propriosiyon ve motor kontrolde yetersizlik düzeyinin incelenmesidir. GOLD 2023 sınıflandırmasına göre KOAH, semptom şiddeti ve alevlenme riskine göre Grup A (hafif), Grup B (orta) ve Grup E (şiddetli) olarak ayrılmakta; tedavi planlaması bu ayrım temelinde yapılmaktadır. Dünya genelinde yüksek mortalite ve morbidite oranlarına sahip olan KOAH, artan yaşlı nüfus, sigara kullanımı ve komorbid hastalıkların eşlik etmesi nedeniyle giderek büyüyen bir halk sağlığı sorunu oluşturmaktadır. KOAH'ta ventilatuar yetersizlik, gaz değişim bozuklukları ve periferik kas disfonksiyonu, artmış dispne algısı ve azalmış fonksiyonel kapasitenin temel belirleyicileri olarak öne çıkmaktadır. Hastaların yaklaşık %30–40'ında kas kütlesi ve gücünde azalma görülmekte; periferal kas zayıflığı yaşam kalitesini önemli ölçüde düşürmektedir. Ayrıca akciğer fonksiyon kaybına bağlı serebral oksijenasyon azalması sonucunda kognitif etkilenim de bildirilmektedir. KOAH, solunum sisteminin ötesinde sistemik inflamasyon yoluyla merkezi sinir sistemi dahil birçok organı etkileyebilen kompleks bir hastalıktır. Bu sistemik etkilenim, özellikle hastalığın şiddeti ve yaşlanma ile birlikte artan kognitif bozulma riskine yol açmakta; kognitif etkilenim tedaviye uyumu azaltarak hastane yatışlarını ve mortaliteyi yükseltmektedir. Ayrıca hastalarda sık görülen ağrı, sistemik inflamasyon ve dispne-ağrı etkileşiminin santral sensitizasyon oluşturmasıyla ilişkili olup günlük yaşam aktivitelerini önemli ölçüde kısıtlamaktadır. Bunun yanında propriosepsiyon ve motor koordinasyon, fonksiyonel hareketlerin sürdürülebilmesi için kritik öneme sahiptir ve artmış hastalık şiddeti motor performans hızında belirgin yavaşlamaya neden olmaktadır.
Anahtar kelimeler: Kronik obstrüktif akciğer hastalığı, kas disfonksiyonu, propriosepsiyon, ağrı, kognitif etkilenim.

MUSCLE DYSFUNCTION, PROPRIOCEPTION, AND MOTOR CONTROL IN CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE: A MULTIDIMENSIONAL ASSESSMENT

ABSTRACT
According to the GOLD 2021 report, chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is a common, preventable, and treatable disease characterized by airflow limitation, resulting from airway and alveolar damage due to exposure to noxious gases and particles. The purpose of this

review was to examine the level of muscle dysfunction, proprioception, and motor control impairment that occur in COPD. According to the GOLD 2023 classification, COPD is divided into Group A (mild), Group B (moderate), and Group E (severe) based on symptom severity and risk of exacerbation; treatment planning is based on this classification. COPD, which has high mortality and morbidity rates worldwide, poses a growing public health problem due to the increasing aging population, smoking, and comorbidities. Ventilatory insufficiency, gas exchange disorders, and peripheral muscle dysfunction are the primary determinants of increased dyspnea perception and decreased functional capacity in COPD. Approximately 30–40% of patients experience decreased muscle mass and strength, and peripheral muscle weakness significantly reduces quality of life. Furthermore, cognitive impairment is reported as a result of decreased cerebral oxygenation due to loss of lung function. COPD is a complex disease that can affect many organs beyond the respiratory system, including the central nervous system, through systemic inflammation. This systemic impact leads to an increasing risk of cognitive decline, particularly with disease severity and aging. Cognitive impairment reduces adherence to treatment, leading to increased hospitalizations and mortality. Furthermore, frequent pain in patients is associated with systemic inflammation and central sensitization caused by the dyspnea-pain interaction, significantly limiting activities of daily living. Furthermore, proprioception and motor coordination are critical for maintaining functional movements, and increasing disease severity leads to a significant slowing of motor performance speed.
Keywords: Chronic obstructive pulmonary disease, muscle dysfunction, proprioception, pain, cognitive impairment.

1. GİRİŞ

Kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH), yalnızca solunum yollarını etkileyen bir hastalık olmayıp, sistemik inflamasyon ve çoklu organ tutulumu ile seyreden kompleks bir klinik sendromdur. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD), KOAH'ı zararlı gaz ve partikül maruziyetine bağlı gelişen, kalıcı hava akımı kısıtlılığı ile karakterize, yaygın, önlenebilir ve tedavi edilebilir bir hastalık olarak tanımlamaktadır (GOLD, 2021). Son yıllarda yapılan çalışmalar, KOAH'ın klinik sonuçlarının yalnızca pulmoner fonksiyon bozukluğu ile açıklanamayacağını; kas-iskelet sistemi, santral sinir sistemi ve duyusal-motor entegrasyon süreçlerinin de hastalığın seyrinde belirleyici rol oynadığını göstermektedir (Agustí et al., 2022).

Bu derlemenin amacı, KOAH'ta kas disfonksiyonu, propriyosepsiyon ve motor kontrol bileşenlerini güncel literatür ışığında bütüncül bir bakış açısıyla ele almak ve bu sistemlerin birbirleriyle olan etkileşimini incelemektir.

2. KOAH'TA SİSTEMİK ETKİLENİM VE KAS DİSFONKSİYONU

KOAH'ta kas disfonksiyonu, hastalığın en iyi tanımlanmış sistemik komplikasyonlarından biridir. Sistemik inflamasyon, oksidatif stres, kronik hipoksemi, fiziksel inaktivite ve yetersiz beslenme gibi faktörler, iskelet kasında yapısal ve fonksiyonel değişikliklere yol açmaktadır (Mathur et al., 2014). Bu değişiklikler; kas lif tipi dönüşümü (tip I'den tip II'ye kayma), mitokondriyal disfonksiyon, kapiller yoğunlukta azalma ve protein yıkımında artış ile karakterizedir.

Literatürde KOAH'lı bireylerin yaklaşık %30–40'ında kas kütlesi kaybı ve kas gücünde azalma olduğu bildirilmektedir (Seymour et al., 2010). Özellikle kuadriseps kası zayıflığı, hastalığın şiddetinden bağımsız olarak erken evrelerde dahi ortaya çıkabilmekte ve egzersiz intoleransının güçlü bir belirleyicisi olarak kabul edilmektedir. Bu bulgular, KOAH'ta fonksiyonel kapasite kısıtlılığının yalnızca ventilatuvar sınırlamalarla açıklanamayacağını, periferal kas disfonksiyonunun bağımsız bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır.

3. PROPRİYOSEPSİYON VE POSTÜRAL KONTROL BOZUKLUKLARI

Propriyosepsiyon, kas, tendon ve eklemlerden gelen afferent girdiler aracılığıyla vücudun uzaydaki konumunun algılanmasını sağlayan temel bir duyusal sistemdir. KOAH'ta kas disfonksiyonu ve trunk stabilitesindeki bozulmalar, propriyoseptif geri bildirim mekanizmalarını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Özellikle solunum kaslarının zayıflaması ve gövde kas aktivasyonunun değişmesi, postüral kontrol stratejilerinde adaptif ancak yetersiz yanıtların gelişmesine neden olmaktadır.

Janssens ve arkadaşları (2013), KOAH'lı bireylerde denge kontrolü sırasında ayak bileği proprioseptif girdilerine artmış bağımlılık ve trunk propriosepsiyonunda azalma olduğunu bildirmiştir. Bu durum, KOAH'lı bireylerin daha dar bir denge güvenlik aralığına sahip olmalarına ve düşme riskinin artmasına yol açabilmektedir. Propriyoseptif bozuklukların varlığı, KOAH rehabilitasyonunda yalnızca kas gücünün değil, duyusal girdilerin yeniden eğitilmesinin de önemini vurgulamaktadır.

4. MOTOR KONTROL VE KOORDİNASYONUN BOZULMASI

Motor kontrol, duyusal girdilerin santral sinir sistemi tarafından entegre edilerek uygun kas aktivasyon örüntülerinin oluşturulmasını ifade eder. KOAH'ta periferal kas disfonksiyonu, proprioseptif kayıplar ve santral etkilenim bir araya gelerek motor kontrol süreçlerinde bozulmaya neden olmaktadır. Bu durum; hareket hızında yavaşlama, koordinasyon kaybı ve fonksiyonel görevlerin yerine getirilmesinde güçlük şeklinde klinik olarak gözlemlenmektedir.

Çalışmalar, KOAH'lı bireylerin günlük yaşam aktiviteleri sırasında daha fazla enerji harcadıklarını ve motor görevleri gerçekleştirmek için daha yüksek santral çaba gereksinimi duyduklarını göstermektedir (Mathur et al., 2014). Motor kontrol bozukluğu, özellikle denge gerektiren aktivitelerde ve çift görev koşullarında daha belirgin hale gelmektedir. Bu bulgular, KOAH'ta motor performansın yalnızca kas kuvvetiyle değil, nöromüsküler koordinasyonla da yakından ilişkili olduğunu düşündürmektedir.

5. KOGNİTİF ETKİLENİM VE SENSORİMOTOR ENTEGRASYON

KOAH'ta kognitif bozukluk, giderek daha fazla dikkat çeken bir akciğer dışı etkilenim alanıdır. Kronik hipoksemi, serebral perfüzyon azalması ve sistemik inflamasyon; dikkat, bellek ve yürütücü işlevlerde bozulmaya yol açabilmektedir (Torres-Sánchez et al., 2015). Kognitif etkilenimin prevalansı çalışmalara göre %10 ile %61 arasında değişmekte olup, hastalık şiddeti ve yaşla birlikte artış göstermektedir.

Kognitif bozukluklar, motor öğrenme süreçlerini ve sensorimotor entegrasyonu olumsuz yönde etkileyerek denge, yürüme ve günlük yaşam aktivitelerinde performans düşüşüne neden olmaktadır. Özellikle çift görev gerektiren aktivitelerde (örneğin yürürken konuşma), KOAH'lı bireylerin belirgin performans kaybı yaşadığı bildirilmektedir. Bu durum, KOAH'ta motor kontrol değerlendirmelerinin kognitif yük altında yapılmasının klinik açıdan anlamlı olduğunu göstermektedir.

6. AĞRI, DİSPNE VE SANTRAL DUYUSAL İŞLEME

Ağrı, KOAH'lı bireylerde sık görülen ancak çoğu zaman yeterince değerlendirilmemiş bir semptomdur. HajGhanbari ve arkadaşları (2012), KOAH'lı hastaların sağlıklı bireylere kıyasla daha yüksek ağrı prevalansına sahip olduğunu ve ağrının günlük yaşam aktivitelerini önemli ölçüde kısıtladığını bildirmiştir. Ağrının etiyolojisi multifaktöriyel olup; kas-iskelet sistemi sorunları, sistemik inflamasyon ve santral duyusal işleme değişiklikleri ile ilişkilidir.

Dispne ve ağrının beyinde ortak duygusal ve duyusal ağlar tarafından işlendiği gösterilmiştir (von Leupoldt et al., 2009). Kronik dispnenin santral sensitizasyona yol açarak ağrı algısını artırabileceği ve bunun fiziksel aktiviteden kaçınma davranışını pekiştirdiği

düşünülmektedir. Bu döngü, kas disfonksiyonu ve motor kontrol bozukluklarını daha da derinleştiren bir mekanizma olarak değerlendirilmektedir.

SONUÇ

Mevcut literatür, KOAH'ın yalnızca solunum sistemiyle sınırlı olmayan; kas disfonksiyonu, propriyoseptif bozukluklar, motor kontrol kaybı, kognitif etkilenim ve ağrı gibi çok sayıda sistemik bileşeni içeren kompleks bir hastalık olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Bu bileşenler birbirleriyle etkileşim halinde olup, fonksiyonel kapasite ve yaşam kalitesini belirleyen temel faktörlerdir. Bu nedenle KOAH'ta değerlendirme ve rehabilitasyon yaklaşımlarının; pulmoner fonksiyon testleri ile sınırlı kalmayarak kas gücü, propriosepsiyon, denge, motor kontrol ve kognitif fonksiyonları kapsayan çok boyutlu bir çerçevede ele alınması gerekmektedir. Böyle bir yaklaşım, bireyselleştirilmiş rehabilitasyon programlarının geliştirilmesine ve klinik sonuçların iyileştirilmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Agustí, A., Celli, B. R., Criner, G. J., Halpin, D., Anzueto, A., Barnes, P., ... & Vogelmeier, C. F. (2022). Global initiative for chronic obstructive lung disease 2023 report: GOLD executive summary. Journal of the Pan African Thoracic Society, 4(2), 58-80.

Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). (2021). Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: 2021 report.

HajGhanbari, B., Holsti, L., Road, J. D., & Reid, W. D. (2012). Pain in people with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). Respiratory medicine, 106(7), 998-1005.

Janssens, L., Brumagne, S., McConnell, A. K., Claeys, K., Pijnenburg, M., Burtin, C., ... & Troosters, T. (2013). Proprioceptive changes impair balance control in individuals with chronic obstructive pulmonary disease. PloS one, 8(3), e57949.

Mathur, S., Brooks, D., & Carvalho, C. R. (2014). Structural alterations of skeletal muscle in copd. Frontiers in physiology, 5, 104.

Seymour, J. M., Spruit, M. A., Hopkinson, N. S., Natanek, S. A., Man, W. C., Jackson, A., ... & Wouters, E. F. M. (2010). The prevalence of quadriceps weakness in COPD and the relationship with disease severity. *European Respiratory Journal*, *36*(1), 81-88.

Torres-Sánchez, I., Rodríguez-Alzueta, E., Cabrera-Martos, I., López-Torres, I., Moreno-Ramírez, M. P., & Valenza, M. C. (2015). Cognitive impairment in COPD: a systematic review. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, *41*, 182-190.

von Leupoldt, A., Sommer, T., Kegat, S., Baumann, H. J., Klose, H., Dahme, B., & Büchel, C. (2009). Dyspnea and pain share emotion-related brain network. *Neuroimage*, *48*(1), 200-206.

ET VE BALIK ÜRÜNLERINDE PAH MARUZIYETI VE KANSEROJEN RISK DEĞERLENDIRMESI

Tuğba DEMİR
Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Veterinary, Food Hygiene and Technology, Sivas, Türkiye
ORCID: 0000-0002-5195-9372

Poliaromatik hidrokarbonlar (PAH'lar), yüksek sıcaklıkta ızgara, kızartma ve tütsüleme gibi pişirme yöntemleri sırasında oluşan önemli kimyasal kontaminantlardır. Et ve balık ürünlerinde sıkça tespit edilen PAH'lar, özellikle benzo[a]piren gibi belirleyici bileşiklere dayanarak uluslararası otoriteler tarafından kanserojen olarak sınıflandırılmaktadır. PAH oluşumu; pişirme sıcaklığı, yağ içeriği, alev teması, hava akışı ve kullanılan yakıt türü gibi çok sayıda faktör tarafından etkilenir ve bu değişkenler ürünler arasında geniş bir kontaminasyon farklılığına yol açabilir. Bu çalışma, PAH oluşum mekanizmalarını, et ve balık ürünlerinde görülen kontaminasyon kaynaklarını, mevzuatlarca belirlenmiş maksimum limitleri ve kanserojen risk değerlendirme yaklaşımlarını tartışarak güvenli pişirme tekniklerinin halk sağlığı açısından önemine dikkat çekmektedir. Ayrıca tüketici ve üretici düzeyinde uygulanabilecek azaltma stratejilerine yönelik güncel bilimsel bilgileri özetlemektedir.
Anahtar Kelimeler: PAH, Benzo[a]piren, Isıl İşlem, Et ve Balık, Kanserojen Risk

PAH EXPOSURE IN MEAT AND FISH PRODUCTS AND CARCINOGENIC RISK ASSESSMENT

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are major chemical contaminants formed during high-temperature cooking processes such as grilling, frying, and smoking. These compounds are commonly detected in meat and fish products, and several of them, including benzo[a]pyrene, have been classified as carcinogenic by international agencies. PAH formation is influenced by numerous factors, including temperature, cooking duration, fat content, flame contact, airflow, and fuel type, all of which contribute to substantial variation in contamination levels across food products. This review summarizes the mechanisms underlying PAH formation, major contamination routes in meat and fish, and regulatory limits established to protect consumer health. Additionally, key principles of carcinogenic risk assessment and practical mitigation strategies for both consumers and industry are discussed to emphasize the importance of safe and controlled cooking practices.
Keywords: PAHs, Benzo[a]pyrene, Thermal Processing, Meat and Fish, Carcinogenic Risk

1. Introduction

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are a large class of organic chemicals containing two or more fused aromatic rings, characterized by their environmental persistence and lipophilic nature (Gholami-Borujeni et al., 2025). These compounds are primarily formed during the incomplete combustion of organic matter. For non-smokers, dietary intake accounts for more than 70% of total PAH exposure, making food safety a critical public health concern (Sampaio et al., 2021). Thermal processing of food, particularly meat and fish products prepared using high-temperature methods such as grilling, barbecuing, and smoking, constitutes a major source of dietary PAHs (Nkansah et al., 2025; Singh et al., 2016).

The International Agency for Research on Cancer (IARC) has classified specific PAH compounds, such as benzo[a]pyrene (BaP), as Group 1 carcinogens (carcinogenic to humans) (IARC, 2010; Samet, 2015). Although more than 30 PAHs have been detected in heat-treated foods, regulatory bodies such as the European Food Safety Authority (EFSA) utilize BaP and the sum of four specific PAHs (PAH4: BaP, benzo[a]anthracene, benzo[b]fluoranthene, and

chrysene) as the most suitable indicators for carcinogenic risk assessment (EFSA, 2008; Zelinkova & Wenzl, 2015).

This review examines the influence of different cooking methods on PAH formation in meat and seafood and discusses the associated potential health risks based on recent global evidence. Moreover, it highlights that thermal processing of meat and fish represents a critical control point for food safety, as charcoal-grilled meats and traditionally smoked fish may contain PAH concentrations exceeding regulatory limits. From a public health and prevention perspective, evidence suggests that probiotic-related bioactive compounds can inhibit pathogenic biofilm formation (Demir and Demir, 2021), while dietary and beverage consumption patterns play a crucial role in modulating physiological conditions that influence microbial behavior and overall health outcomes (Demir et al., 2017).

2. Formation Mechanisms and Influencing Factors

The formation of PAHs in meat and fish is fundamentally driven by the pyrolysis of organic matter and incomplete combustion. Critical factors influencing this process include cooking temperature, duration, the type of heat source (charcoal, gas, electric), the fat content of the product, and the proximity of the food to the heat source (Gholami-Borujeni et al., 2025).

2.1. Cooking Methods and Fuel Type

Research consistently demonstrates that direct contact methods, such as grilling and barbecuing, result in significantly higher PAH levels compared to indirect methods like roasting or boiling. In charcoal grilling, melted fat from the meat drips onto the hot coals, undergoing pyrolysis. The resulting smoke, rich in PAHs, rises and deposits onto the surface of the meat (Rose et al., 2015). A comprehensive meta-analysis by Gholami-Borujeni et al. (2025) found that meat products cooked over charcoal fires exhibited significantly higher PAH concentrations than those cooked on gas grills. Gas grilling typically allows for more complete combustion, thereby reducing soot and PAH formation (Viegas et al., 2012).

2.2. Smoking Processes

Smoking is a traditional preservation method that extends shelf life and enhances flavor but can introduce contaminants like PAHs and acrylamide. In a recent study conducted in coastal regions, fish smoked in traditional ovens (e.g., Chorkor ovens) using wood fuel showed the formation of high-molecular-weight carcinogenic PAHs (e.g., BaP and Dibenzo[a,h]anthracene) (Nkansah et al., 2025). The type of wood used and the combustion temperature are direct determinants of the chemical composition of the smoke absorbed by the fish.

3. Contamination Levels in Meat and Fish

3.1. Meat Products

A global meta-analysis covering 42 studies from 2011 to 2023 reported that the most frequently detected PAHs in meat kebabs were naphthalene (Nap: 263.20 μg/kg) and pyrene (Pyr: 359.32 μg/kg). The mean concentration of the potent carcinogen Benzo[a]pyrene (BaP) was found to be 1.79 μg/kg (Gholami-Borujeni et al., 2025). The analysis highlighted that grilled meats accounted for 55.7% of the samples, followed by smoked meats. The use of charcoal was identified as the most significant factor increasing PAH concentrations.

3.2. Seafood and Smoked Fish

In a study by Nkansah et al. (2025), total BaP concentrations in smoked herring (*Clupea harengus*) were found to reach levels as high as 0.151 mg/kg, drastically exceeding the European Union limit of 2 μg/kg (EU, 2011). The study also noted the co-occurrence of acrylamide, formed via the Maillard reaction during the smoking process. The mean concentration of ΣPAH4 in smoked fish samples was 0.019 mg/kg, while ΣPAH8 averaged 0.029 mg/kg. Unlike persistent organic pollutants like PCBs, PAH distribution in smoked

products is often heterogeneous, depending heavily on processing conditions (Asamoah et al., 2021).

4. Human Health and Cancer Risk Assessment

Health risks associated with PAH exposure are categorized into non-carcinogenic (systemic toxicity) and carcinogenic effects. Standard risk assessment parameters include Chronic Daily Intake (CDI), Hazard Quotient (HQ), and Lifetime Cancer Risk (LTCR or ELCR) (US EPA, 2000; Demir et al., 2025).

4.1. Non-Carcinogenic Risks

Using Monte Carlo simulations to account for uncertainty, Gholami-Borujeni et al. (2025) determined that the Hazard Quotient (HQ) for BaP and Naphthalene consumption via meat kebabs exceeded the threshold of 1 (values were 1.20×10^{2} and 3.39, respectively). An HQ>1 suggests that high consumption rates could lead to non-cancer health issues, such as developmental toxicity or immunotoxicity. Similarly, for smoked fish consumption, HQ values for children were calculated at approximately 4.52×10^{-1}, with risks increasing in higher consumption percentiles (Nkansah et al., 2025).

4.2. Carcinogenic Risks T

he acceptable limit for lifetime cancer risk is typically defined between 1×10^{-6} (one in a million) and 1×10^{-4}.

• **Meat Products:** The average LTCR for BaP in meat kebabs was calculated as 3.65×10^{-8}, which is below the negligible risk threshold (1×10^{-6}) for the general population. However, for high-consumption groups (95th percentile), the risk becomes non-negligible (Gholami-Borujeni et al., 2025).

• **Fish Products:** The situation is more critical for traditionally smoked fish. Nkansah et al. (2025) reported Margin of Exposure (MoE) values significantly below safe limits (0.133-0.0511) and Excess Lifetime Cancer Risk (ELCR) values ranging from 2.56×10^{-6} to 6.67×10^{-6}. These figures indicate a "concerning" carcinogenic risk, particularly for vulnerable populations such as children.

5. Conclusion and Recommendations

This review highlights that thermal processing of meat and fish is a critical control point for food safety. Charcoal-grilled meats and traditionally smoked fish can contain PAH concentrations that exceed regulatory limits. Specifically, BaP and ΣPAH4 remain the primary determinants for risk assessment.

Based on these findings, the following mitigation strategies are recommended:

1. **Modification of Cooking Methods:** Utilizing indirect heat sources (e.g., gas or electric grills) and preventing fat from dripping onto the heat source can significantly reduce PAH formation (Ross et al., 2015).
2. **Use of Marinades:** Marinating meat in acidic solutions containing antioxidants (lemon juice, garlic, onion, spices) prior to grilling inhibits free radical formation and reduces PAH levels (Farhadian et al., 2012).
3. **Consumer Education:** Public awareness campaigns should discourage the consumption of charred or blackened portions of meat and promote cooking techniques where the food is positioned further from the flame.
4. **Regulatory Monitoring:** Continuous monitoring of traditional producers (e.g., kebab houses, smokehouses) is essential to ensure compliance with national and EU limits (typically 2–5 μg/kg for BaP) (EU, 2011; Turkish Food Codex, 2011).

References

Asamoah, E. K., Nunoo, F. K. E., Addo, S., Nyarko, J. O., & Hyldig, G. (2021). Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in fish smoked using traditional and improved kilns: Levels and human health risk implications through dietary exposure in Ghana. *Food Control, 121*, 107576.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). (1995). *Toxicological profile for polycyclic aromatic hydrocarbons*. U.S. Department of Health and Human Services, Atlanta, GA.
Demir, T., & Demir, H. (2021). Inhibitory effect of probiotics *Lactobacillus* supernatants against *Streptococcus mutans* and preventing biofilm formation. *Turkish Journal of Agriculture–Food Science and Technology, 9*(2), 339–345.
Demir, T., Demir, H., Gorler, O., Ozden, S., Dogan, D. O., Tugut, F., & Muslu, Z. (2017). The effects of some drinks on saliva pH. *Journal of Interdisciplinary Medicine and Dental Science, 5*, Article 216.
Demir, T., Tutun, S., & Karapınar, B. (2025). A Systematic Review and Meta-Analysis of Lead Concentrations in Fish: Implications for Dietary Exposure and Risk Assessment. *MEMBA Su Bilimleri Dergisi, 11*(3), 375-387.
EFSA (European Food Safety Authority). (2008). Polycyclic aromatic hydrocarbons in food. *EFSA Journal, 6*(8), 724.
EU (European Union). (2011). Commission Regulation (EU) No 835/2011 of 19 August 2011 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels for polycyclic aromatic hydrocarbons in foodstuffs. *Official Journal of the European Union, L 215*, 4–8.
Farhadian, A., Jinap, S., Faridah, A., & Zaidul, I. (2012). Effects of marinating on the formation of polycyclic aromatic hydrocarbons in grilled beef meat. *Food Control, 28*(2), 420–425.
Gholami-Borujeni, F., Mortezazadeh, F., Hoseinvandtabar, S., Mohseni-Bandpei, A., & Niknejad, H. (2025). Health risks assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in meat kebabs through meta-analysis and Monte Carlo simulation. *MethodsX, 15*, 103502. https://doi.org/10.1016/j.mex.2025.103502
IARC (International Agency for Research on Cancer). (2010). *Some non-heterocyclic polycyclic aromatic hydrocarbons and some related exposures* (Vol. 92). IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Lyon, France.
Nkansah, J. A., Lutterodt, H. E., Doodo, A. N. O., & Ofosu, I. W. (2025). Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Acrylamide: Exposure and Health Risks in Traditional Hot-Smoked Fish. *Applied Food Research*, 101503. https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.101503
Rose, M., Holland, J., Dowding, A., Petch, S. R., White, S., Fernandes, A., & Mortimer, D. (2015). Investigation into the formation of PAHs in foods prepared in the home to determine the effects of frying, grilling, barbecuing, toasting and roasting. *Food and Chemical Toxicology, 78*, 1–9.
Samet, J. M. (2015). The IARC monographs: critics and controversy. *Carcinogenesis, 36*(7), 707–709.
Sampaio, G. R., Guizellini, G. M., da Silva, S. A., de Almeida, A. P., Pinaffi-Langley, A. C. C., Rogero, M. M., ... & Torres, E. A. F. (2021). Polycyclic aromatic hydrocarbons in foods: Biological effects, legislation, occurrence, analytical methods, and strategies to reduce their formation. *International Journal of Molecular Sciences, 22*(11), 6010.
Singh, L., & Agarwal, T. (2018). Polycyclic aromatic hydrocarbons in diet: concern for public health. *Trends in Food Science & Technology, 79*, 160–170.
Singh, L., Varshney, J. G., & Agarwal, T. (2016). Polycyclic aromatic hydrocarbons' formation and occurrence in processed food. *Food Chemistry, 199*, 768–781.
Turkish Food Codex. (2011). Turkish food codex contaminants regulation. Ministry of Agriculture and Rural Affairs. Official Gazette 29 December 2011, No.28157.
US EPA (U.S. Environmental Protection Agency). (2000). *Guidance for assessing chemical contaminant data for use in fish advisories. Risk assessment and fish consumption limits* (3rd ed., Vol. 2). Office of Water, Washington, DC.
Viegas, O., Novo, P., Pinto, E., Pinho, O., & Ferreira, I. (2012). Effect of charcoal types and grilling conditions on formation of heterocyclic aromatic amines (HAs) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in grilled muscle foods. *Food and Chemical Toxicology, 50*(6), 2128–2134.
Zelinkova, Z., & Wenzl, T. (2015). The occurrence of 16 EPA PAHs in food–a review. *Polycyclic Aromatic Compounds, 35*(2–4), 248–284.

BALIK VE SU ÜRÜNLERINDE DIOXIN & PCB MARUZIYETI VE KANSEROJEN RISK DEĞERLENDIRMESI

Tuğba DEMİR
Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Veterinary, Food Hygiene and Technology, Sivas, Türkiye
ORCID: 0000-0002-5195-9372

Dioxinler ve poliklorlu bifeniller (PCB'ler), çevresel kalıcılıkları, lipofilik yapıları ve biyomagnifikasyon potansiyelleri nedeniyle sucul ekosistemlerde önemli bir halk sağlığı problemi oluşturmaktadır. Balık ve su ürünleri, bu bileşiklere yönelik insan maruziyetinin başlıca kaynaklarından biri olup, özellikle yüksek yağ içeriğine sahip türlerde daha yüksek birikim gözlenebilmektedir. Dioxin-benzeri kirleticilerin toksisitesi Dünya Sağlık Örgütü tarafından tanımlanan Toksik Eşdeğerlik Faktörleri (TEF) ile değerlendirilmektedir ve toplam toksisite TEQ birimiyle ifade edilmektedir. Bu bileşiklere uzun süreli maruziyet; kanser, endokrin sistem bozuklukları, immün fonksiyonun zayıflaması ve gelişimsel toksisite gibi ciddi sağlık etkileriyle ilişkilendirilmektedir. Bu çalışma, dioxin ve PCB'lerin çevresel kaynaklarını, sucul organizmalarda biyobirikim mekanizmalarını, uluslararası düzenlemelerde yer alan limit değerleri ve insan sağlığı açısından temel risk değerlendirme yaklaşımlarını özetleyerek güvenli balık tüketimi ve etkin izleme programlarının önemini vurgulamaktadır.
Anahtar Kelimeler: Dioxin, PCB, Biyobirikim, TEQ, Risk Değerlendirmesi

DIOXIN & PCB EXPOSURE IN FISH AND SEAFOOD AND CARCINOGENIC RISK ASSESSMENT

Dioxins and polychlorinated biphenyls (PCBs) are persistent and highly lipophilic contaminants that accumulate in aquatic organisms, posing significant long-term health risks due to their capacity for bioaccumulation and biomagnification. Fish and seafood constitute the major dietary sources of human exposure, particularly species with higher lipid content. The toxicity of dioxin-like compounds is assessed using the World Health Organization's Toxic Equivalency Factors (TEFs), and overall toxicity is expressed as toxic equivalents (TEQs). Chronic exposure has been associated with carcinogenic, endocrine-disrupting, immunotoxic, and developmental effects. This review outlines the environmental origins, bioaccumulation pathways, and regulatory thresholds of these contaminants, while also summarizing key principles of human health risk assessment. Emphasis is placed on the importance of monitoring programs and evidence-based consumption guidance to protect public health.
Keywords: Dioxins, PCBs, Bioaccumulation, TEQ, Risk Assessment

1. Introduction

Polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs), polychlorinated dibenzofurans (PCDFs), and polychlorinated biphenyls (PCBs) are classified as persistent organic pollutants (POPs) that resist degradation and accumulate in living tissues. Recognized as priority pollutants under the Stockholm Convention, these compounds are subject to global restrictions due to their adverse impacts on human health and the environment (UNEP, 2023). While "Dioxins" is a generic term often covering PCDDs and PCDFs, PCBs were synthesized industrially for use in transformers, capacitors, and hydraulic systems due to their thermal stability and dielectric properties before being banned in the late 1970s (Erickson & Kaley, 2011; Wenning et al., 2011).

Despite regulatory bans, PCBs remain ubiquitous in the environment. Theoretically, there are 209 distinct PCB congeners, though commercial mixtures typically contained about 130 of these (Erickson & Kaley, 2011). Once released, they enter the aquatic food chain, binding to sediments and suspended particulate matter. Dietary intake, particularly through fish and

seafood, accounts for more than 90% of human exposure to these lipophilic contaminants (Yurdakul et al., 2025). The International Agency for Research on Cancer (IARC) has classified PCBs as Group 1 carcinogens, necessitating rigorous monitoring of seafood products (IARC, 2016). This paper synthesizes current data on contamination levels and evaluates carcinogenic risks using guidelines established by international bodies such as the US EPA and the European Union.

2. Chemical Properties and Environmental Behavior

2.1. Physicochemical Structure and Bioaccumulation

Dioxins and PCBs are characterized by high hydrophobicity and low water solubility. Their octanol-water partition coefficients (Log Kow) are high, ranging from 6 to 12 for dioxins and 4.5 to 8.5 for PCBs (Wenning et al., 2011). This lipophilicity drives them to bind strongly to organic fractions in sediments. Consequently, aquatic organisms accumulate these toxins primarily through dietary intake (biomagnification) rather than direct absorption from water.

Benthic organisms and bottom-dwelling fish often exhibit higher contaminant loads due to their close association with contaminated sediments. For instance, filter-feeding organisms like mussels (*Mytilus edulis*) can concentrate these pollutants significantly, accumulating PCBs to levels orders of magnitude higher than the surrounding dissolved aqueous phase (Esteves et al., 2024).

2.2. Toxic Equivalency (TEQ) Approach

The toxicity of complex mixtures is commonly assessed using the World Health Organization (WHO) Toxic Equivalency Factor (TEF) scheme. The most toxic congener, 2,3,7,8-TCDD, is assigned a TEF of 1.0, and other dioxin-like compounds are weighted relative to it. The 2005 reevaluation of these factors provides the current standard for calculation (Van den Berg et al., 2006). The total toxicity is expressed as the Toxic Equivalent (TEQ), calculated by summing the products of the concentration of each congener and its specific TEF value (Van den Berg et al., 2006; Wenning et al., 2011).

3. Contamination Levels in Aquatic Organisms

3.1. Evidence from the Atlantic Coast (Portugal)

A comprehensive study by Esteves et al. (2024) monitored PCB contamination in water and blue mussels (*Mytilus edulis*) along the northwest Portuguese coast. The study reported that while PCB concentrations in the dissolved phase were low (~4.4 ng/L), bioaccumulation in mussels was significant, with an annual average concentration of approximately 56.0 μg/kg wet weight (ww). The study highlighted distinct seasonal patterns, with higher PCB concentrations in mussels observed during the spring, linked to biological cycles and riverine inputs (Esteves et al., 2024).

3.2. Evidence from Turkish Coasts

Turkey represents an important region for assessing PCB contamination in marine ecosystems due to its extensive coastline and high seafood consumption rates. In a recent study conducted in Izmir, Türkiye, Yurdakul et al. (2025) analyzed 41 PCB congeners in 21 edible fish species. The study found that total PCB concentrations ranged from 4.5 to 45.7 ng/g ww. High trophic level species such as Atlantic Bonito (*Sarda sarda*) and Red Mullet (*Mullus surmuletus*) exhibited the highest accumulation. A critical finding was that cultured fish (sea bass and sea bream) contained significantly higher PCB levels than their wild counterparts, suggesting that commercial feed acts as a vector for contamination (Yurdakul et al., 2025). Furthermore, the congener profile was dominated by hexachlorinated (6-Cl) PCBs, which are highly persistent (Yurdakul et al., 2025).

4. Human Health Risk Assessment

Risk assessment methodologies typically utilize the Estimated Daily Intake (EDI), Hazard Quotient (HQ), and Lifetime Carcinogenic Risk (LCR), following guidelines set by the US EPA (2000) and toxicological profiles from the ATSDR (2000).

4.1. Regulatory Limits and Compliance

To protect public health, the European Union has established maximum levels for dioxins and PCBs in foodstuffs. Commission Regulation (EU) No 1259/2011 sets a maximum limit of 75 ng/g wet weight for the sum of six indicator PCBs in fish (EU, 2011). The data from Türkiye indicates that while individual fish samples generally remain below this legal threshold, the cumulative exposure from high consumption rates warrants caution (Yurdakul et al., 2025).

4.2. Carcinogenic and Non-Carcinogenic Risks

Using the oral reference dose (RfD) of 20 ng/kg/day, Yurdakul et al. (2025) determined that the Hazard Quotient (HQ) for non-carcinogenic effects was generally below "1" for average consumers. However, for carcinogenic risks, calculations often exceed the negligible risk threshold (1×10^{-6}). Similarly, Esteves et al. (2024) reported that the Lifetime Carcinogenic Risk (LCR) associated with consuming mussels from the Portuguese coast exceeded 1.0×10^{-6}, indicating a potential concern for local populations with high shellfish consumption. These findings align with the toxicological profiles established by the ATSDR (2000), which highlight the long-term risks of low-level PCB exposure (Demir et al., 2025).

5. Conclusion

Fish and seafood remain essential components of a healthy diet; however, they serve as primary vectors for Dioxins and PCBs. From a public health and prevention perspective, complementary strategies focusing on dietary habits and microbiological control are increasingly emphasized, as probiotic-derived bioactive compounds have been shown to inhibit pathogenic biofilm formation (Demir and Demir, 2021), while beverage consumption patterns may influence physiological parameters linked to microbial activity and overall health status (Demir et al., 2017). Integration of data from diverse regions reveals that bioaccumulation is influenced by species trophic levels and farming practices. Specifically, the findings by Esteves et al. (2024) highlight the critical need to monitor seasonal variations, while Yurdakul et al. (2025) underscore the necessity of scrutinizing aquaculture feeds.

Although current levels often comply with EU (2011) regulations, the carcinogenic risk assessments suggest that "compliance" does not always equate to "zero risk," especially for high-intake groups. Therefore, continuous monitoring programs and adherence to the Stockholm Convention (UNEP, 2023) are imperative to reduce environmental loads and protect public health.

References

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). (2000). *Toxicological Profile for Polychlorinated Biphenyls (PCBs)*. US Department of Health and Human Services, Public Health Service, Atlanta, GA.

Demir, T., & Demir, H. (2021). Inhibitory effect of probiotics *Lactobacillus* supernatants against *Streptococcus mutans* and preventing biofilm formation. *Turkish Journal of Agriculture–Food Science and Technology, 9*(2), 339–345.

Demir, T., Demir, H., Gorler, O., Ozden, S., Dogan, D. O., Tugut, F., & Muslu, Z. (2017). The effects of some drinks on saliva pH. *Journal of Interdisciplinary Medicine and Dental Science, 5*, Article 216.

Demir, T., Tutun, S., & Karapınar, B. (2025). A Systematic Review and Meta-Analysis of Lead Concentrations in Fish: Implications for Dietary Exposure and Risk Assessment. *MEMBA Su Bilimleri Dergisi*, *11*(3), 375-387.

Erickson, M. D., & Kaley, R. G. (2011). Applications of polychlorinated biphenyls. *Environmental Science and Pollution Research, 18*(2), 135–151.

Esteves, A. M., Alves, R., Rocha, E., & Rocha, M. J. (2024). PCBs contamination in water and *Mytilus edulis* along the north Portuguese Atlantic Ocean coastline and analysis of potential carcinogenic risk to human health. *Marine Pollution Bulletin, 207*, 116823. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116823

EU (European Union). (2011). Commission Regulation (EU) No 1259/2011 of 2 December 2011 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels for dioxins, dioxin-like PCBs and non dioxin-like PCBs in foodstuffs. *Official Journal of the European Union, L 320*, 18–23.

IARC (International Agency for Research on Cancer). (2016). Polychlorinated biphenyls and polybrominated biphenyls. *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, 107*. Lyon, France.

UNEP (United Nations Environment Programme). (2023). *Stockholm convention on persistent organic pollutants (POPs) text and annexes revised in 2023*. United Nations, Geneva.

US EPA (U.S. Environmental Protection Agency). (2000). *Guidance for assessing chemical contaminant data for use in fish advisories. Risk assessment and fish consumption limits* (3rd ed., Vol. 2). Office of Water, Washington, DC.

Van den Berg, M., Birnbaum, L. S., Denison, M., De Vito, M., Farland, W., Feeley, M., ... & Peterson, R. E. (2006). The 2005 World Health Organization reevaluation of human and mammalian toxic equivalency factors for dioxins and dioxin-like compounds. *Toxicological Sciences, 93*(2), 223–241.

Wenning, R. J., Martello, L., & Prusak-Daniel, A. (2011). Dioxins, PCBs, and PBDEs in aquatic organisms. In *Environmental Contaminants in Biota: Interpreting Tissue Concentrations* (2nd ed., pp. 103–166). CRC Press.

Yurdakul, O., Pazi, I., & Gonul, L. T. (2025). Polychlorinated biphenyls (PCBs) levels in 21 fish species from Turkish coasts (Türkiye) and assessment of dietary exposure. *Environmental Monitoring and Assessment, 197*(1167). https://doi.org/10.1007/s10661-025-14632-z

TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ 8. SINIF FEN BİLİMLERİ DERSİ OKUL DIŞI ÖĞRENME ETKİNLİKLERİNİN İNCELENMESİ: ÖĞRENME ORTAMLARI, BİLİŞSEL SÜREÇLER VE UYGULAMA ÖNERİLERİ

Doctoral Student Emre ERDEN
Amasya University, Institute of Science, Department of Maths & Sci. Education, Amasya
ORCID: 0000-0001-6811-4969
Prof. Dr. Orhan KARAMUSTAFAOĞLU
Amasya University, Faculty of Education, Department of Maths & Sci. Education, Amasya
ORCID: 0000- 0002-2542-0998

ÖZET
Bu araştırmada 2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli (TYMM) Fen Bilimleri Öğretim Programı'nın 8. sınıf düzeyindeki kazanımlarına yönelik olarak tasarlanan okul dışı öğrenme etkinliklerinde, yararlanılabileceği düşünülen öğrenme ortamları, hedeflenen bilişsel süreç becerileri ile içerik özellikleri analizinin gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden doküman incelemesi yöntemi kullanılmıştır. Veri kaynağı olarak, TYMM 8. sınıf fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan ünitelere yönelik geliştirilen özgün etkinlik planları incelenmiştir. Çalışma grubu, bu ünitelerin kazanımlarıyla eşleştirilmiş, Türkiye genelindeki farklı okul dışı öğrenme ortamlarında uygulanabilir nitelikteki yapılandırılmış etkinliklerden oluşmaktadır. Verilerin analizinde betimsel içerik analizi kullanılmış; etkinlikler yenilenmiş Bloom Taksonomisinin bilişsel süreç boyutlarına ve gerçekleştirildikleri mekân türlerine göre kodlanmıştır. Araştırma bulguları, 8. sınıf düzeyinde tasarlanan okul dışı öğrenme etkinliklerinin bilişsel süreçler açısından diğer sınıf düzeylerinden belirgin bir şekilde ayrıştığını göstermektedir. Etkinliklerin büyük çoğunluğunun uygulama ve analiz basamaklarında yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Özellikle "Basit Makineler" ve "Elektrik" ünitelerindeki mühendislik ve tasarım odaklı kazanımlar, uygulama temelli etkinliklerin ağırlığını artırmıştır. Okul dışı öğrenme ortamlarının çeşitliliği analizinde ise, 8. sınıf etkinliklerinde bilim merkezleri ve endüstriyel tesisler/müzeler en sık tercih edilen öğrenme ortamları olarak öne çıkmıştır. Doğa temelli ortamların kullanımı, 5. ve 6. sınıflara kıyasla daha sınırlı kalırken, sanayi ve teknoloji odaklı mekânların kullanımı artmıştır. Bu durum, 8. sınıf öğretim programının endüstriyel uygulamalar ve enerji teknolojileri ile olan güçlü bağıntısından kaynaklandığı şeklinde yorumlanmıştır. Çalışma sonucunda ülke genelinde tavsiye niteliğinde okul dışı öğrenme ortamları kılavuzunun oluşturulması ve öğretmenlerin bu ortamlarda rehberlik yapabilmeleri için hizmet içi eğitimlerle desteklenmesi önerilmiştir.
Anahtar Kelimeler: Fen bilimleri dersi, Okul dışı ortamlar, TYMM öğretim programı

INVESTIGATION OF OUTDOOR ACTIVITIES IN THE 8TH GRADE SCIENCE COURSE IN THE TÜRKİYE CENTURY MAARIF MODEL: LEARNING SETTINGS, COGNITIVE PROCESSES, AND IMPLEMENTATION PROPOSALS

ABSTRACT
This study aims to analyze the learning environments that can be utilized in out-of-school learning activities designed for the 8th grade learning outcomes of the 2024 Türkiye Century Maarif Model (TCMM) Science Curriculum, along with the targeted cognitive process skills and content characteristics. The study employed qualitative research design, specifically document analysis. Original activity plans developed for the units in the TCMM 8th-grade science curriculum were examined as the data source. The study group consists of structured activities matched with the learning outcomes of these units, designed to be applicable in various out-of-school learning environments across Türkiye. Descriptive content analysis was

used to analyze the data, and the activities were coded according to the cognitive process dimensions of the revised Bloom's Taxonomy and the types of venues where they take place. The findings indicate that the out-of-school learning activities designed for the 8th-grade level diverge significantly from other grade levels in terms of cognitive processes. It was determined that most activities are concentrated on the application and analysis levels. Notably, the engineering and design-focused outcomes in the "Simple Machines" and "Electricity" units increased the weight of application-based activities. Regarding the diversity of out-of-school learning environments, science centers and industrial facilities/museums emerged as the most frequently preferred venues for 8th-grade activities. While the use of nature-based environments remained more limited compared to the 5th and 6th grades, the utilization of industry and technology-focused venues increased. This shift stems from the 8th-grade curriculum's strong correlation with industrial applications and energy technologies. In conclusion, the study recommends the creation of a nationwide advisory guideline for out-of-school learning environments and suggests supporting teachers with in-service training to provide effective guidance in these settings.
Keywords: Science course, Outdoor settings, TCMM curriculum.

1. Giriş

Öğrenmenin yalnızca sınıf içinde gerçekleşmediği; bireylerin gerçek yaşam bağlamlarında karşılaştıkları olay, nesne ve problemler üzerinden anlam kurduğu kabul edilmektedir. Okul dışı öğrenme ortamları, öğrencilerin okulda edindikleri bilgileri pekiştirmesine ve fen kavramlarını günlük yaşamla ilişkilendirmesine olanak tanıyan planlı öğrenme alanlarıdır (Kubat, 2018). Müze, planetaryum, bilim merkezi, doğal alanlar ya da çeşitli kurum ve tesisler, uygun hedefler ve rehberlik sağlandığında fen öğretiminin amaçlarına hizmet edebilecek zengin öğrenme bağlamlarına dönüşebilmektedir (Yıldırım, 2018). Bununla birlikte, okul dışı etkinliklerin yalnızca 'gezi' formatında yürütülmesi yerine; müfredatla bütünleşik, ön hazırlığı yapılmış ve öğrenci katılımını aktifleştiren biçimde tasarlanması gerektiği vurgulanmaktadır (Bhushal vd., 2025; Neher-Asylbekov & Wagner, 2023).

Okul dışı öğrenme etkinliklerinin etkili olabilmesi, öğretmenin planlama yeterliği ve süreç yönetimiyle yakından ilişkilidir. Öğretmen adaylarıyla yürütülen bir çalışmada, okul dışı öğrenme etkinliklerini planlama ve düzenleme konusunda eğitim alan adayların bu etkinlikleri uygulamaya yönelik öz yeterliklerinin anlamlı biçimde arttığı rapor edilmiştir (Durukan vd., 2022). Ayrıca, iyi yapılandırılmış okul dışı öğrenme süreçlerinin öğrencilerin fen öğrenme motivasyonunu artırabildiği belirtilmektedir (Yıldırım, 2020). Bu noktada, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli (TYMM) çerçevesinde vurgulanan deneyim temelli, öğrenci merkezli öğrenme yaklaşımı; okul dışı öğrenme ortamlarını fen öğretim programının doğal bir tamamlayıcısı hâline getirmektedir (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2024).

Bu çalışma, TYMM Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında yer alan 8. sınıf öğrenme çıktılarıyla ilişkilendirilebilecek okul dışı öğrenme etkinliklerini bir rehber formatında sunmakta ve etkinliklerin bilişsel düzey dağılımını Yenilenmiş Bloom Taksonomisine göre incelemektedir. Yenilenmiş Bloom Taksonomisinin bilişsel süreç boyutu, etkinliklerin öğrencilerde hangi düzeyde düşünme süreçlerini harekete geçirdiğini sistematik biçimde analiz etmeye imkân tanımaktadır (Anderson & Krathwohl, 2001).

Bu doğrultuda araştırmanın amaçları şu şekilde belirlenmiştir:

- TYMM doğrultusunda 8. sınıf düzeyine uygun okul dışı öğrenme etkinlikleri tasarlamak.
- Tasarımı yapılan etkinlikleri, Yenilenmiş Bloom Taksonomisinin bilişsel süreç basamaklarına göre incelemek.
- Etkinliklerde önerilen okul dışı öğrenme ortamı türlerinin dağılımını ortaya koymak.

2. Yöntem

Araştırma, nitel araştırma yaklaşımlarından doküman analizi yöntemiyle yürütülmüştür. Doküman analizi; yazılı, görsel veya dijital materyallerin sistematik biçimde incelenerek anlamlandırılmasına olanak tanıyan bir yaklaşımdır (Özmen ve Karamustafaoğlu, 2019). Bu çalışma kapsamında 'doküman' niteliğindeki veri seti, 8. sınıf fen bilimleri öğretim programı öğrenme çıktılarıyla uyumlu olacak biçimde araştırmacı tarafından geliştirilen özgün etkinliklerden oluşmaktadır.

Etkinlik geliştirme sürecinde; programdaki öğrenme çıktılarıyla doğrudan ilişki kurma, öğrenme yaşantıları ve zenginleştirme önerilerini dikkate alma, yaş düzeyine uygunluk, seçilen okul dışı öğrenme ortamının niteliğine uygunluk ve bilişsel basamak çeşitliliği sağlama ölçütleri temel alınmıştır. Her etkinlik; etkinlik adı, hedeflenen öğrenme çıktısı, etkinlik açıklaması, önerilen öğrenme ortamı ve hedeflenen Bloom düzeyi alanlarını içeren standart bir formda yapılandırılmıştır. Tasarım sürecinde alan uzmanlarından geri bildirim alınmış ve etkinlikler revize edilmiştir.

Veri analizi sürecinde etkinlikler, Yenilenmiş Bloom Taksonomisinin bilişsel süreç boyutundaki, hatırlama, anlama, uygulama, analiz, değerlendirme, yaratma şeklinde altı düzeye göre kodlanmıştır. Kodlama güvenirliği için etkinlik seti ikinci bir uzman tarafından bağımsız olarak yeniden kodlanmış; uzmanlar arası tutarlılık Miles ve Huberman'ın (1994) formülüyle hesaplanmıştır. Hesaplanan güvenirlik katsayısı %0,91'dir. Uzman görüş birliği sonrasında kodlamalar üzerinde uzlaşı sağlanmıştır.

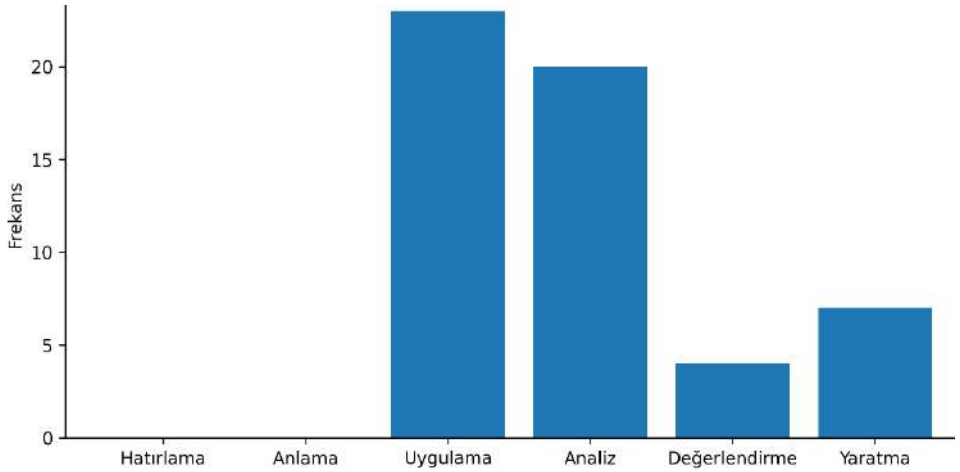
3. Bulgular

3.1. Bloom Taksonomisine Göre Bilişsel Düzey Dağılımı

8. sınıf okul dışı öğrenme etkinliklerinin bilişsel düzeylerine göre dağılımı Tablo 1'de sunulmuş olup tablodaki frekans değerleri ve yüzde oranları Grafik 1'de verilmiştir.

Tablo 1. 8. sınıf etkinliklerinin Bloom bilişsel süreç basamaklarına göre dağılımı

Bilişsel Basamak	Frekans (f)	Yüzde (%)
Hatırlama	0	0.0
Anlama	0	0.0
Uygulama	23	42.6
Analiz	20	37.0
Değerlendirme	4	7.4
Yaratma	7	13.0



Grafik 1. 8. sınıf etkinliklerinin Bloom Taksonomisinin bilişsel süreç basamaklarına göre dağılımı

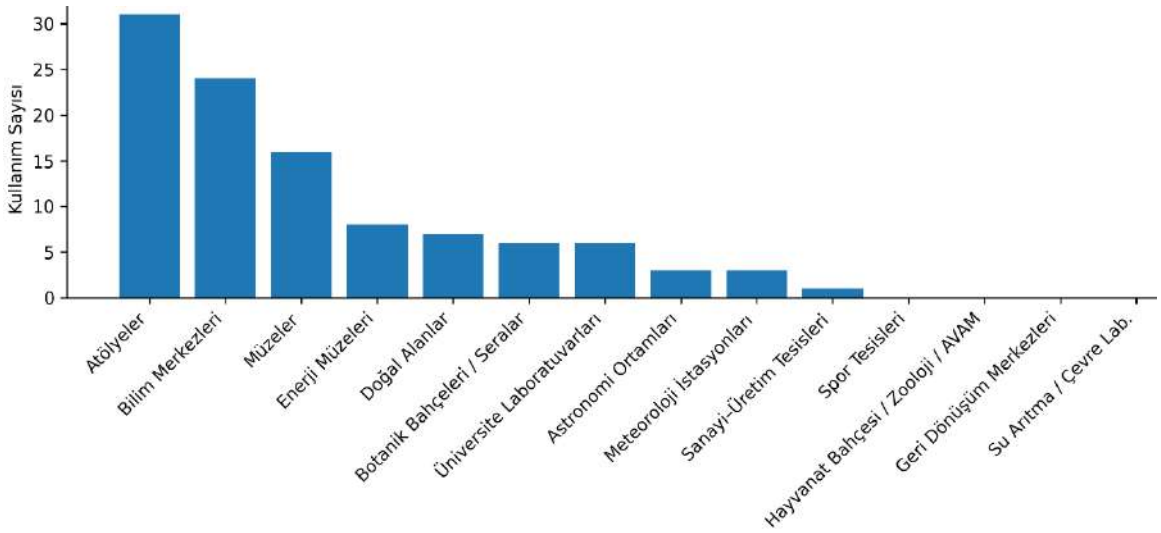
Tablo 1 ve Grafik 1'de görüldüğü üzere, 8. sınıf için tasarlanan etkinliklerin bilişsel süreç düzeyleri ağırlıklı olarak uygulama (f=23) ve analiz (f=20) basamaklarında yoğunlaşmaktadır. Yaratma (f=7) ve değerlendirme (f=4) basamakları daha sınırlı temsil edilirken, hatırlama ve anlama basamakları bu etkinlik setinde belirgin bir ağırlık göstermemektedir.

3.2. Önerilen Okul Dışı Öğrenme Ortamı Türleri

8. sınıf okul dışı öğrenme etkinliklerinde önerilen okul dışı öğrenme ortamlarının kullanım sıklığı Tablo 2'de sunulmuş olup tablodaki frekans değerleri ve yüzde oranları Grafik 2'de görselleştirilmiştir.

Tablo 2. 8. sınıf etkinliklerinde önerilen okul dışı öğrenme ortamı türleri

Okul Dışı Öğrenme Ortamı	Kullanım Sayısı	Yüzde (%)
Atölyeler	31	29.5
Bilim Merkezleri	24	22.9
Müzeler	16	15.2
Enerji Müzeleri	8	7.6
Doğal Alanlar	7	6.7
Botanik Bahçeleri / Seralar	6	5.7
Üniversite Laboratuvarları	6	5.7
Astronomi Ortamları	3	2.9
Meteoroloji İstasyonları	3	2.9
Sanayi–Üretim Tesisleri	1	1.0



Grafik 2. 8. sınıf etkinliklerinde önerilen okul dışı öğrenme ortamı türlerinin kullanım sıklığı

Tablo 2 ve Şekil 2, 8. sınıf etkinliklerinde en sık önerilen ortam türlerinin atölyeler (f=31; %29,5) ve bilim merkezleri (f=24; %22,9) olduğunu göstermektedir. Bu iki ortam türünü müzeler (f=16; %15,2) ve enerji müzeleri (f=8; %7,6) izlemektedir. Doğal alanlar (f=7; %6,7) ile botanik bahçeleri/seralar ve üniversite laboratuvarları (her biri f=6; %5,7) orta düzeyde temsil edilmiştir. Astronomi ortamları ve meteoroloji istasyonları daha sınırlı düzeyde önerilmiştir (her biri f=3; %2,9).

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, TYMM Fen Bilimleri öğretim programı doğrultusunda 8. sınıf düzeyi için okul dışı öğrenme ortamlarında uygulanabilir etkinlikler tasarlanmış ve etkinliklerin bilişsel süreç

düzeyleri ile ortam türleri incelenmiştir. Bulgular, etkinliklerin önemli bir bölümünün uygulama ve analiz basamaklarında yoğunlaştığını göstermektedir. Bu durum, 8. sınıf düzeyinde fen konularının yalnızca kavramsal düzeyde ele alınması yerine; veri toplama, gözlem yapma, problem çözme ve çıkarım üretme gibi süreçleri içeren etkinliklerle desteklenmesi gerektiğine işaret etmektedir. TYMM'nin deneyim temelli ve üretken öğrenme yaklaşımı da bu yönde bir öğrenme tasarımını teşvik etmektedir (MEB, 2025).

Okul dışı öğrenme ortamlarının öğrenme üzerinde etkili olabilmesi, etkinliğin amaçlı ve yapılandırılmış olmasına bağlıdır. Öğrenci katılımını merkeze alan, ön hazırlığı yapılan ve süreç sonunda sınıf içi yansıtma etkinlikleriyle desteklenen uygulamaların öğrenme deneyimini güçlendirdiği belirtilmektedir (Neher-Asylbekov & Wagner, 2023). Ayrıca, informal öğrenme ortamlarının formal programla bütünleştirilmesinin bilim okuryazarlığına ve üst düzey düşünme becerilerine katkı sağlayabileceği vurgulanmaktadır (National Research Council [NRC], 2009). Bu çalışmada atölyeler ve bilim merkezlerinin öne çıkması, öğretmenler açısından erişilebilir ve yapılandırılmış ortamlara yönelimin güçlü olduğunu düşündürmektedir. Bununla birlikte, sanayi/üretim tesisleri gibi daha az önerilen bağlamların gerçek yaşam ve mesleki farkındalık geliştirme potansiyeli nedeniyle daha fazla değerlendirilebileceği söylenebilir.

Sonuç olarak geliştirilen etkinlik rehberi, 8. sınıf fen bilimleri öğretim programı kazanımlarını okul dışı öğrenme ortamlarıyla ilişkilendirmede öğretmenlere pratik bir çerçeve sunmaktadır. Etkinliklerin ağırlıklı olarak uygulama ve analiz basamaklarında yer alması, programın beceri odaklı yönünü destekler niteliktedir.

5. Öneriler

Çalışmada varılan sonuçlara bağlı olarak ilgililere maddeler halinde bazı öneriler sunulmuştur.

• Geliştirilen etkinliklerin farklı okul türlerinde pilot uygulamalarının yapılması ve öğrenme çıktılarının akademik ve duyuşsal boyutlarda değerlendirilmesi önerilebilir.

• Öğretmenlerin okul dışı öğrenme planlama yeterliklerini destekleyecek hizmet içi eğitimlerin yaygınlaştırılması, etkinliklerin niteliğini artırabilir.

• Atölye ve bilim merkezlerine ek olarak, sanayi/üretim tesisleri ve yerel çevre altyapıları gibi bağlamların daha sık kullanılması, fen bilgisinin gerçek yaşamla bağlantısını güçlendirebilir.

Kaynakça

Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. Longman.

Bhushal, G., Smith, M., Lal, P., & Vedwan, N. (2025). Influence of field trips on adolescent environmental stewardship: Examining the role of the dominant social paradigm. *World, 6*(3), 88.

Durukan, Ü. G., Aslan, A., & Bozdoğan, A. E. (2022). Reflections from an out-of-school learning course: The development of pre-service science teachers. *Participatory Educational Research, 9*(4), 422-444.

Kubat, U. (2018). Okul dışı öğrenme ortamları hakkında fen bilgisi öğretmen adaylarının görüşleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 48, 111-135.

MEB (Millî Eğitim Bakanlığı) (2024). *Türkiye yüzyılı maarif modeli fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul–Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: MEB Yayınları.

MEB (Millî Eğitim Bakanlığı) (2025). *Türkiye yüzyılı maarif modeli – Öğretim programları ortak metin*. Ankara: MEB Yayınları.

Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. New York City Inc.: Sage Publication.

NRC (National Research Council) (2009). *Learning science in informal environments: People, places, and pursuits*. The National Academies Press.

Neher-Asylbekov, S., & Wagner, I. (2023). Effects of out-of-school Stem learning environments on student interest: A critical systematic literature review. *Journal for STEM Education Research, 6*, 1-44.
Özmen, H., & Karamustafaoğlu, O. (2019). *Eğitimde araştırma yöntemleri (2. baskı).* Ankara: Pegem Akademi.
Yıldırım, H. İ. (2018). The impact of out-of-school learning environments on 6th grade secondary school students' attitude towards science course. *Journal of Education and Training Studies, 6*(12), 26-37.
Yıldırım, H. İ. (2020). The effect of using out-of-school learning environments in science teaching on motivation for learning science. *Participatory Educational Research, 7*(1), 143-161.

TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ ÇERÇEVESİNDE 7. SINIF FEN BİLİMLERİ DERSİ İÇİN OKUL DIŞI ÖĞRENME ORTAMLARININ VE ETKİNLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Doctoral Student Emre ERDEN
Amasya University, Institute of Science, Department of Maths & Sci. Education, Amasya
ORCID: 0000-0001-6811-4969
Prof. Dr. Orhan KARAMUSTAFAOĞLU
Amasya University, Faculty of Education, Department of Maths & Sci. Education, Amasya
ORCID: 0000- 0002-2542-0998

ÖZET
Bu araştırmanın amacı, 2024 yılında yayımlanan Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli (TYMM) Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı kapsamında, 7. sınıf düzeyine yönelik tasarlanan okul dışı öğrenme etkinliklerinde kullanılabilecek ortamlar ile hedeflenen bilişsel süreçler açısından incelemektir. Bu çalışma, nitel araştırma yöntemlerinden doküman incelemesi yöntemiyle yürütülmüştür. Araştırmanın veri kaynağını, araştırmacılar tarafından öğretim programındaki kazanımlar, öğrenme yaşantıları ve zenginleştirme önerileri dikkate alınarak geliştirilen, 7. sınıf düzeyine özgü okul dışı öğrenme etkinlikleri oluşturmaktadır. Veriler, betimsel olarak yenilenmiş Bloom Taksonomisi baz alınarak analiz edilmiştir. Araştırma bulguları, 7. sınıf düzeyinde tasarlanan etkinliklerin ağırlıklı olarak bilim merkezleri, planetaryumlar, deneyap teknoloji atölyeleri ve astronomi gözlem alanlarında yoğunlaştığını göstermektedir. Özellikle "Güneş Sistemi ve Ötesi" ünitesinde planetaryum ve gözlemevlerinin; "Elektrik Devreleri" ile "Kuvvet ve Enerji" ünitelerinde ise bilim merkezleri ve teknoloji atölyelerinin kullanımı öne çıkmaktadır. Etkinliklerin yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre dağılımı incelendiğinde, 7. sınıfın soyut kavramların yapılandırılmasında kritik bir aşama olduğu görülmüştür. Etkinliklerin çoğunluğunun analiz ve anlama basamaklarında yoğunlaştığı saptanmıştır. Bu durum, 7. sınıf müfredatının öğrencilerden atom, uzay ve elektrik gibi soyut kavramlar arasındaki ilişkileri çözümlemeyi, sistemleri analiz etmeyi ve bilimsel modellemeler yapmayı beklediğini göstermiştir. Ayrıca, 7. sınıf okul dışı fen etkinliklerinin, öğrencilerin analitik düşünme ve bilimsel sorgulama becerilerini destekleyecek nitelikte olduğu; okul dışı ortamların ise soyut ve karmaşık kavramların somutlaştırılmasında bir laboratuvar işlevi gördüğü belirlenmiştir. Araştırma, bu ortamların etkin kullanımı için uygulama temelli hizmet içi eğitimlerin ve süreç odaklı değerlendirme araçlarının yaygınlaştırılmasını önermektedir.
Anahtar Kelimeler: Fen bilimleri dersi, Okul dışı öğrenme ortamı, TYMM öğretim programı,

AN EXAMINATION OF OUT-OF-SCHOOL LEARNING ENVIRONMENTS AND ACTIVITIES FOR THE 7TH GRADE SCIENCE COURSE FROM THE PERSPECTIVE OF THE TÜRKİYE CENTURY MAARİF MODEL

ABSTRACT
The purpose of this study is to examine the environments used in out-of-school learning activities designed for 7th grade students within the scope of the Science Course Curriculum of the Türkiye Century Maarif Model (TCMM) published in 2024 in terms of the targeted cognitive processes. This study was conducted using the document analysis method, one of the qualitative research methods. The data source consists of 7th-grade-specific out-of-school learning activities developed by the researcher, aligned with the curriculum's learning outcomes, educational experiences, and enrichment suggestions. The data were examined using a descriptive analysis based on the revised Bloom Taxonomy. The findings indicate that the activities designed for the 7th grade are predominantly concentrated in science centers,

planetariums, deneyap technology workshops, and astronomy observation areas. Notably, the use of planetariums and observatories is prominent in the “Solar System and Beyond” unit, while science centers and technology workshops are central to the “Electric Circuits” and “Force and Energy” units. An examination of the activities' distribution according to revised Bloom’s Taxonomy reveals that the 7th grade represents a critical stage for the structuring of abstract concepts. It was determined that most activities concentrate on the analysis and understanding levels. This suggests that the 7th-grade curriculum expects students to decipher relationships between abstract concepts such as atoms, space, and electricity, to analyze systems, and to construct scientific models. In conclusion, it was determined that the 7th-grade out-of-school science activities structured within the framework of the TCMM are well-suited to support students' analytical thinking and scientific inquiry skills. Furthermore, these out-of-school environments function effectively as laboratories for the concretization of abstract and complex concepts. The research recommends the widespread use of application-based in-service training and process-oriented assessment tools for the effective use of these environments.
Keywords: Science course, Out-of-school learning environment, TCMM curriculum.

1. Giriş

Okul dışı öğrenme ortamları; müzeler, bilim merkezleri, doğal alanlar, atölyeler ve benzeri informal mekânlarda gerçekleşen, sınıf içi öğretimi zenginleştiren deneyim temelli öğrenme yaşantılarını kapsamaktadır (National Research Council [NRC], 2009). Bu tür ortamların fen eğitiminde kullanımı, öğrencilerin bilimsel kavramlarla yaşam bağlamı arasında ilişki kurmasını kolaylaştırmakta; merak, motivasyon, bilimsel kimlik ve STEM’e yönelik ilgi gibi değişkenleri destekleyebilmektedir (Falk & Dierking, 2016; Mills & Katzman, 2015; Yıldırım, 2020). Literatürde, doğru planlanmış saha gezileri ve okul dışı etkinliklerin öğrenme çıktıları üzerindeki etkisinin ortamın niteliği kadar hazırlık, yönlendirme ve değerlendirme süreçlerinin tasarımına bağlı olduğu vurgulanmaktadır (Orion & Hofstein, 1994).

Türkiye’de okul dışı öğrenme ortamlarının fen öğretiminde kullanımına ilişkin çalışmaların arttığı; ancak uygulamaların çoğunlukla yerel/bölgesel örneklerle sınırlı kaldığı ve sınıf düzeylerine göre sistematik bir etkinlik rehberine duyulan ihtiyacın sürdüğü görülmektedir (Kubat, 2018). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli (TYMM) de öğrenciyi merkeze alan, deneyimsel öğrenmeyi güçlendiren öğrenme yaşantılarını öne çıkararak okul dışı öğrenme ortamlarının öğretim sürecine entegre edilmesini desteklemektedir (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2025). Bu bağlamda, öğretim programı öğrenme çıktılarıyla doğrudan ilişkilendirilen ve bilişsel düzeyleri sistematik biçimde tanımlanan etkinlik tasarımları, öğretmenlerin planlama ve uygulama süreçlerini kolaylaştırabilir.

Bu çalışmada, TYMM Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’ndaki 7. sınıf öğrenme çıktıları temel alınarak okul dışı öğrenme ortamlarına uyarlanabilir özgün etkinlikler geliştirilmiş ve bu etkinlikler iki boyutta analiz edilmiştir: (a) Yenilenmiş Bloom Taksonomisine göre bilişsel süreç basamakları (Anderson & Krathwohl, 2001) ve (b) önerilen okul dışı öğrenme ortamı türleri. Çalışma, 7. sınıf düzeyine odaklanarak, öğretmenlere uygulanabilir bir etkinlik havuzu ve planlama için özet göstergeler sunmayı amaçlamaktadır.

Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmıştır:

1. 7. sınıf düzeyinde tasarlanan okul dışı öğrenme etkinliklerinin Bloom bilişsel süreç basamaklarına göre dağılımı nasıldır?
2. Etkinliklerde önerilen okul dışı öğrenme ortamı türleri hangi sıklıkta kullanılmaktadır?

2. Yöntem

Çalışma, nitel araştırma yaklaşımlarından doküman analizi yöntemiyle yürütülmüştür. Doküman analizi; yazılı ve görsel materyallerin sistematik biçimde incelenmesi,

sınıflandırılması ve anlamlandırılmasına olanak tanıyan bir yaklaşımdır (Özmen & Karamustafaoğlu, 2019). Bu çalışma kapsamında doküman olarak TYMM Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan 7. sınıf öğrenme çıktıları, öğrenme yaşantıları ve zenginleştirme önerileri esas alınmıştır (MEB, 2024).

2.1. Etkinlik Tasarım Süreci

7. sınıf düzeyindeki her ünite için okul dışı öğrenme ortamlarına uyarlanabilir özgün etkinlikler geliştirilmiştir. Etkinlikler tasarlanırken (i) programdaki öğrenme çıktılarıyla doğrudan ilişki kurma, (ii) öğrenci yaş ve gelişim düzeyine uygunluk, (iii) okul dışı ortam türüne uygunluk ve (iv) STEM, araştırma-sorgulama ve deneyim temelli öğrenme ilkeleriyle tutarlılık ölçütleri dikkate alınmıştır (MEB, 2024, 2025). Her etkinlik; etkinlik adı, hedeflenen öğrenme çıktısı, etkinlik açıklaması, önerilen okul dışı öğrenme ortamı ve hedeflenen bilişsel basamak(lar) alanlarını içeren standart bir form ile yapılandırılmıştır.

2.2. Veri Analizi ve Güvenirlik

Etkinlikler, Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'nin bilişsel süreç boyutu (hatırlama, anlama, uygulama, analiz, değerlendirme, yaratma) temel alınarak kodlanmıştır (Anderson & Krathwohl, 2001). Kodlama güvenirliğini sağlamak üzere etkinlikler ikinci bir fen eğitimi uzmanı tarafından bağımsız biçimde yeniden kodlanmış; iki kodlayıcı arasındaki uyum Miles ve Huberman'ın (1994) "görüş birliği / (görüş birliği + görüş ayrılığı)" formülü ile hesaplanmıştır. Bu çalışmada kodlayıcılar arası tutarlılık katsayısı 0,91 olarak elde edilmiş; son aşamada görüş birliğine varılarak kodlar üzerinde uzlaşı sağlanmıştır.

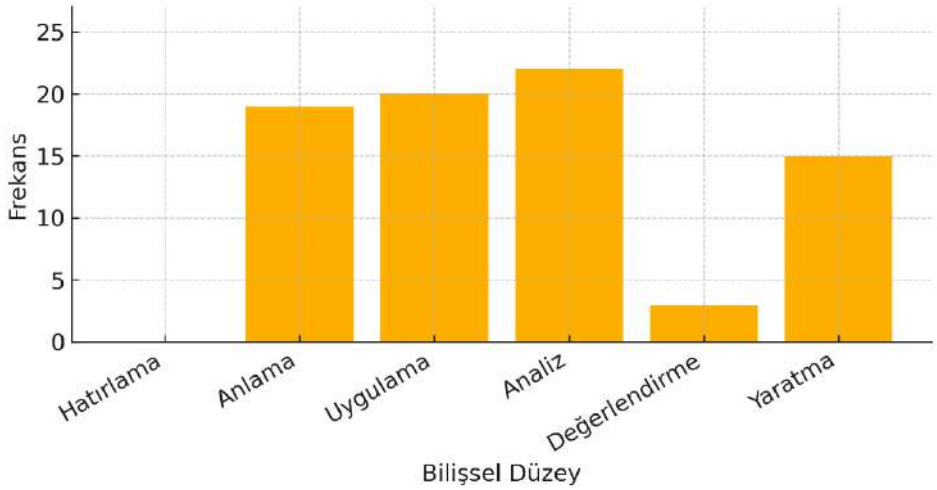
Okul dışı öğrenme ortamı türlerinin analizi için, etkinliklerde yer alan ortam önerileri; Bilim Merkezleri, Atölyeler, Astronomi Ortamları (planetaryum/gözlemevi/GUHEM), Müzeler, Doğal Alanlar ve diğer alt kategoriler olmak üzere 14 başlık altında toplanmıştır. Bir etkinlik birden fazla ortam türüyle ilişkilendirilebildiğinden, ortam frekansları "öneri sayısı" üzerinden raporlanmıştır.

3. Bulgular

7. sınıf okul dışı öğrenme etkinliklerinin Bloom bilişsel düzeylerine göre dağılımı Tablo 1.de sunulmuştur. Ayrıca tablodaki frekans değerleri ve yüzde oranları Grafik 1'de görsel olarak verilmiştir.

Tablo 1. 7. sınıf okul dışı öğrenme etkinliklerinin Bloom bilişsel düzeylerine göre dağılımı

Bloom düzeyi	Frekans	Yüzde (%)
Hatırlama	0	0.0
Anlama	19	24.1
Uygulama	20	25.3
Analiz	22	27.8
Değerlendirme	3	3.8
Yaratma	15	19.0



Grafik 1. 7. sınıf etkinliklerinin Bloom bilişsel düzey dağılımı.

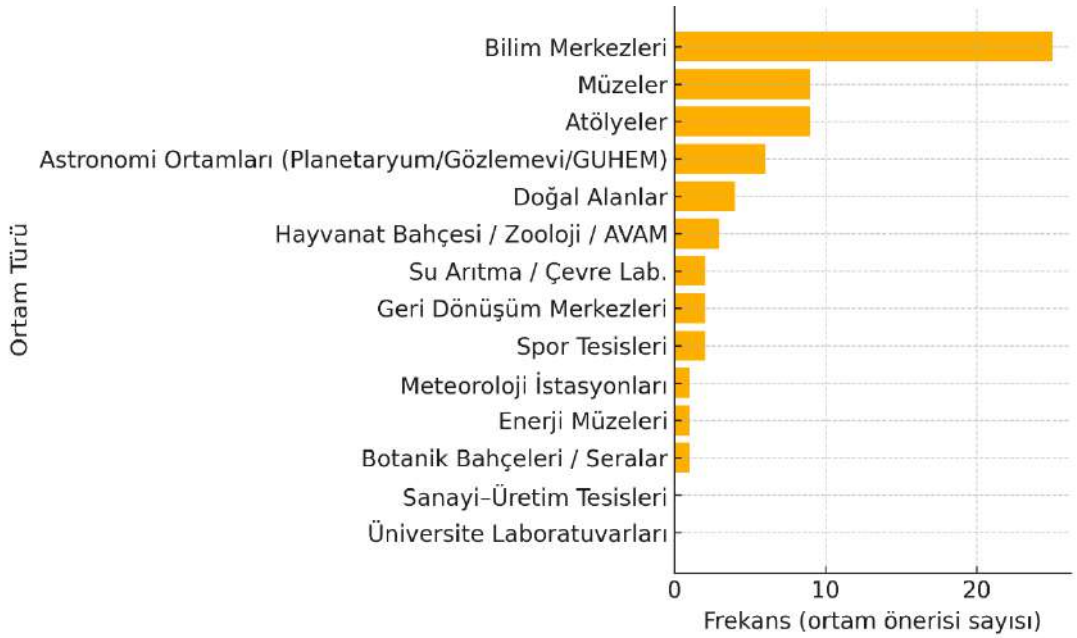
Tablo 1 ve Grafik 1 incelendiğinde, 7. sınıf etkinliklerinin bilişsel süreç düzeylerinde en yüksek frekansın Analiz (n=22; %27,8) ve Uygulama (n=20; %25,3) basamaklarında olduğu görülmektedir. Bu bulgu, 7. sınıf fen konularında öğrencilerin veriye dayalı çözümleme yapma, değişkenler arasındaki ilişkileri belirleme ve deneyim/uygulama yoluyla model kurma gibi süreçlere yoğun biçimde yönlendirildiğini göstermektedir. Anlama düzeyi (n=19; %24,1) de yüksek bir paya sahiptir. Buna karşılık Değerlendirme düzeyi (n=3; %3,8) sınırlı kalmış; Hatırlama düzeyinde ise doğrudan hedeflenen etkinlik bulunmamıştır (n=0).

Etkinlik adları incelendiğinde, örneğin "Dev Kıvılcımlar: Van de Graaff" etkinliği öğrencilerin statik elektrik olgusunu gözlem verileriyle açıklamalarını ve neden–sonuç ilişkileri kurmalarını gerektirdiği için Analiz düzeyinde; "Ayrıştır!" etkinliği ise karışımları ayırmaya yönelik süreçleri uygulamaya dönüştürdüğü için Uygulama düzeyinde kodlanmıştır. "Uzaydan Gelen Teknoloji" gibi etkinlikler ise uzay teknolojilerinin günlük yaşama yansımalarını açıklama ve ürün/pano geliştirme bileşenleri nedeniyle Anlama ve Yaratma basamaklarını birlikte desteklemektedir.

7. sınıf okul dışı öğrenme etkinliklerinde önerilen okul dışı öğrenme ortamlarının kullanım sıklığı Tablo 2.de sunulmuştur. Tablodaki frekans değerleri ve yüzdeler Grafik 2'de görselleştirilmiştir.

Tablo 2. 7. sınıf etkinliklerinde önerilen okul dışı öğrenme ortamlarının kullanım sıklığı

Ortam türü	**Frekans**	**Yüzde (%)**
Bilim Merkezleri	25	38.5
Atölyeler	9	13.8
Astronomi Ortamları (Planetaryum/Gözlemevi)	6	9.2
Müzeler	9	13.8
Doğal Alanlar	4	6.2
Botanik Bahçeleri / Seralar	1	1.5
Spor Tesisleri	2	3.1
Enerji Müzeleri	1	1.5
Üniversite Laboratuvarları	0	0.0
Meteoroloji İstasyonları	1	1.5
Hayvanat Bahçesi / Zooloji / AVAM	3	4.6
Geri Dönüşüm Merkezleri	2	3.1
Sanayi–Üretim Tesisleri	0	0.0
Su Arıtma / Çevre Lab.	2	3.1



Grafik 2. 7. sınıf etkinliklerinde önerilen okul dışı öğrenme ortamlarının dağılımı.

Tablo 2 ve Grafik 2'ye göre, 7. sınıf etkinliklerinde en sık önerilen ortam türü Bilim Merkezleridir (n=25; %38,5). Bilim merkezlerini Atölyeler (n=9; %13,8) ve Müzeler (n=9; %13,8) izlemektedir. Astronomi Ortamları (planetaryum/gözlemevi/GUHEM) 6 öneriyle (%9,2) orta düzeyde yer alırken, Doğal Alanlar 4 öneriyle (%6,2) daha sınırlı görünmektedir. Üniversite laboratuvarları ve sanayi–üretim tesisleri kategorilerinde ise doğrudan ortam önerisi bulunmamıştır.

Bu dağılım, 7. sınıf düzeyinde özellikle elektrik olayları, enerji dönüşümleri ve uzay temalı kazanımlarda etkileşimli düzeneklere erişim sağlayan bilim merkezleri ve planetaryumların öne çıktığını; buna karşın doğal alan, geri dönüşüm merkezi veya arıtma tesisi gibi daha teknik/saha odaklı mekânların daha az önerildiğini göstermektedir.

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma, TYMM 7. sınıf fen bilimleri öğrenme çıktılarıyla ilişkilendirilen okul dışı öğrenme etkinliklerinin bilişsel süreç hedefleri ve ortam türleri açısından genel bir görünümünü sunmuştur. Bulgular, 7. sınıf etkinliklerinde *analiz ve uygulama* düzeylerinin baskın olduğunu ortaya koymaktadır. Fen öğrenmesinin informal ortamlarda gerçekleştiği durumlarda, öğrencilerin somut deneyimler üzerinden kavramsal ilişkiler kurması ve bu ilişkileri farklı bağlamlara uygulaması beklenmektedir (NRC, 2009). Nitekim, saha gezilerinde öğrenmenin niteliği; öğrencinin etkin katılımına, gözlem–veri–yorum döngüsünün iyi tasarlanmasına ve öğrenmenin sınıf içi hedeflerle bağlantılandırılmasına bağlıdır (Orion & Hofstein, 1994). Bu açıdan, analiz ve uygulama ağırlığı, 7. sınıf düzeyinde kavramsal derinleşmeyi destekleyen bir tasarım tercihi olarak değerlendirilebilir.

Diğer taraftan, değerlendirme basamağının düşük frekansta kalması, öğrencilerin kanıta dayalı tartışma, alternatif açıklamaları karşılaştırma ve karar verme becerilerini hedefleyen etkinliklere daha fazla yer verilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Okul dışı öğrenme ortamlarının öğrencilerin tutum ve motivasyonları üzerindeki olumlu etkileri pek çok çalışmada raporlanmış olmakla birlikte, bu etkilerin sürdürülebilirliği etkinliklerin amaçlı kurgulanmasına bağlıdır (Neher-Asylbekov & Wagner, 2023; Yıldırım, 2018).

Öğrenme ortamı dağılımı, bilim merkezlerinin belirgin biçimde öne çıktığını göstermektedir. Bilim merkezleri ve müzeler, etkileşimli sergiler, düzenekler ve rehberli atölyeler aracılığıyla öğrencilerin bilimsel kimlik ve ilgi gelişimini destekleyebilen güçlü informal öğrenme bağlamlarıdır (Falk & Dierking, 2016; Mills & Katzman, 2015). Türkiye'de bilim merkezlerine yönelik araştırma eğilimleri de bu mekânların öğretimle bütünleştirilmesine duyulan ilginin arttığını göstermektedir (Akın & Demirdöğen, 2023; Türkiye Bilimler Akademisi [TÜBA], 2019). Bununla birlikte, erişim, güvenlik ve lojistik gerekçelerle daha teknik mekânların (ör. sanayi tesisleri, üniversite laboratuvarları) az önerilmesi, çeşitliliği sınırlayan bir etmen olarak düşünülebilir.

Sonuç olarak, TYMM 7. sınıf fen bilimleri bağlamında geliştirilen okul dışı öğrenme etkinlikleri; özellikle analiz, uygulama ve kavramsal anlama süreçlerini destekleyen bir profil sunmaktadır. Etkinliklerin ağırlıkla bilim merkezi, atölye ve müze ortamlarına yönelmesi; 7. sınıf kazanımlarının somut düzenek ve modellemeye elverişli doğasıyla ilişkilendirilebilir. Bu çalışma, öğretmenlerin 7. sınıf düzeyinde okul dışı öğrenme tasarımları planlarken kullanabileceği kanıta dayalı bir çerçeve ve nicel özet göstergeler sunmaktadır.

5. Öneriler

Araştırma sonuçlarına dayalı olarak aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir:

• Etkinlik havuzunda değerlendirme basamağını güçlendirecek argümantasyon, karar verme ve kanıt temelli tartışma görevlerine daha fazla yer verilmelidir.

• Okul dışı ortam çeşitliliğini artırmak için doğal alanlar, geri dönüşüm merkezleri ve uygun güvenlik koşulları sağlandığında üniversite laboratuvarları gibi mekânlarla iş birlikleri planlanabilir.

• Gezi öncesi hazırlık, gezi sırası veri toplama ve gezi sonrası yansıtma aşamalarını bütünleştiren planlama şablonları yaygınlaştırılmalıdır.

• Gelecek çalışmalarda tasarlanan etkinliklerin pilot uygulamaları yapılarak akademik başarı, motivasyon ve STEM ilgisi gibi çıktılar çok yönlü biçimde incelenmelidir (Yıldırım, 2020).

Kaynakça

Akın, F. N., & Demirdöğen, B. (2023). Türkiye'de eğitim alanında bilim merkezi konusunda gerçekleştirilen araştırmaların içerik analizi. *Trakya Eğitim Dergisi, 13*(2), 1314–1341.

Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. Longman.

Bozkurt Altan, E., Üçüncüoğlu, İ., & Öztürk, N. (2019). Preparation of an out-of-school learning environment based on STEM education and investigating its effects. *Science Education International, 30*(2), 138-148.

Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2016). *The museum experience revisited*. Routledge. U.K.

Kubat, U. (2018). Okul dışı öğrenme ortamları hakkında fen bilgisi öğretmen adaylarının görüşleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 48, 111-135.

MEB (Millî Eğitim Bakanlığı) (2024). *Türkiye yüzyılı maarif modeli fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul–Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: MEB Yayınları.

MEB (Millî Eğitim Bakanlığı) (2025). *Türkiye yüzyılı maarif modeli – Öğretim programları ortak metin*. Ankara: MEB Yayınları.

Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. New York City Inc.: Sage Publication.

Mills, L. A., & Katzman, W. (2015). Examining the effects of field trips on science identity. *Eğitimde Yeni Yönelimler Konferansı (EDU2015),* Bildiri Kitabı içinde (ss. 202-208).

Neher-Asylbekov, S., & Wagner, I. (2023). Effects of out-of-school STEM learning environments on student interest: A critical systematic literature review. *Journal for STEM Education Research, 6,* 1-44.

NRC (National Research Council) (2009). *Learning science in informal environments: People, places, and pursuits*. The National Academies Press.
Orion, N., & Hofstein, A. (1994). Factors that influence learning during a scientific field trip in a natural environment. *Journal of Research in Science Teaching, 31*(10), 1097–1119.
Özmen, H., & Karamustafaoğlu, O. (2019). *Eğitimde araştırma yöntemleri* (2. bs.). Ankara: Pegem Akademi.
TÜBA (Türkiye Bilimler Akademisi) (2019). *Bilim merkezleri değerlendirme raporu*. Ankara: Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları, TÜBA Raporları No: 32.
Yıldırım, H. İ. (2018). The impact of out-of-school learning environments on 6th grade secondary school students' attitude towards science course. *Journal of Education and Training Studies, 6*(12), 26-37.
Yıldırım, H. İ. (2020). The effect of using out-of-school learning environments in science teaching on motivation for learning science. *Participatory Educational Research, 7*(1), 143-161.

ATTESTATION IN CRIMINAL LAWSUITS ACCORDING TO VIETNAMESE CRIMINAL PROCEDURE LAW

Ms. Tran Thi Thanh Hang
Nguyen Thi Khanh Ly
Thu Dau Mot University, Vietnam

Abstract: The process of resolving a criminal case goes through many different stages of criminal proceedings. Each stage will have its own subject, behavior as well as procedural documents, but all aim to determine the objective and comprehensive truth of the case. In procedural practice, the competent authority conducting the proceedings when approaching a case must consider the specificity of the case to accurately determine the issues that need to be clarified in the process of proving. According to the provisions of the current Vietnamese Criminal Procedure Code, proving in a criminal case includes: (i) Elements constituting the crime; (ii) Issues affecting criminal liability and punishment; (iii) Other issues not included in group (i), group (ii) but are important in properly resolving the case. The article focuses on analyzing the provisions of the 2015 Criminal Procedure Code (amended and supplemented in 2025) on authentication in criminal proceedings in Article 85, and at the same time points out the limitations and shortcomings, thereby perfecting the legal framework on this issue to improve the effectiveness of proof in criminal proceedings, contributing to protecting human rights in criminal proceedings in Vietnam in the coming time.

Keywords: Object of proof, assessment of evidence, proof, criminal case.

CONTENTS

In any criminal case, the process of proving is considered a procedural activity aimed at determining the circumstances of the criminal case, carried out by the agency or person with the authority to conduct the proceedings, with the participation of those involved in the proceedings depending on each stage of the proving process. According to the provisions of the current Vietnamese Criminal Procedure Code, the activity of proving is carried out throughout the process of resolving a criminal case, with the aim of clarifying the objective truth of the case. In which, the stage of initiating a criminal case is responsible for identifying signs of crime based on resolving sources of information about crime, thereby initiating or not initiating a criminal case. The investigation stage (the key stage) is responsible for identifying the crime and the person who committed it through the system of evidence collected during investigative activities. Other procedural stages, such as the indictment stage and the trial stage, must rely on previously collected evidence, along with other supplementary evidence gathered during the issuance of procedural decisions such as returning the case for additional investigation, temporarily suspending the case, dismissing the case, issuing an indictment, or bringing the case to trial. This proves that evidence is the core of the legal process, reflecting the roles and participation of subjects in the process of proving, including both agencies and individuals with the authority to conduct legal proceedings, as well as other subjects in criminal cases.

Focusing on this content, the author concentrates on the concept of issues that need to be proven in criminal cases; the provisions of the 2015 Criminal Procedure Code (amended and supplemented in 2025) regarding issues that need to be proven in criminal cases; and identifies limitations and obstacles in the application of these provisions. At the same time, it proposes solutions to improve legislation and some other solutions aimed at enhancing the effectiveness of evidence in criminal cases, contributing to limiting wrongful convictions and miscarriages of justice in criminal proceedings, and protecting the legitimate rights and interests of the state and individuals.

1. The concepts about problems that need to be proven in a criminal case

Crime is a behavior that is dangerous to society, and no matter how sophisticated this behavior is, it always leaves traces, also known as criminal traces[1]. Initially, these traces exist as "silent traces,"[2] but they are of significant importance in the objective understanding of the case, including: the nature and development of the behavior, the methods and techniques used to commit the act, etc. Therefore, one of the important theories when studying this concept, the group of authors, based on the perspective of Marxism-Leninism (also known as dialectical materialism), argued that humans are completely capable of perceiving the objective world thru the process of reflecting reality into their minds and affirmed, *"The question of whether human that can reach objective truth is not at all a theoretical problem, but a practical one. It is in practice that humans must prove the truth."*[3] It's no coincidence that in the process of human cognition, the level of rational cognition (from abstract thinking to practice) is considered the highest level of cognition - testing the results of the cognitive process. This theory suggests that, in principle, when a crime is committed, all traces and other relevant issues related to the case become the subject of cognitive activity. Therefore, the parties, especially the party responsible for proving the case in a criminal trial, can fully understand issues related to the case, such as whether or not a criminal act occurred. The person who committed the crime? Time, location... In other words, crime is human behavior, so in objective reality, this process will always leave traces, and these traces contain the reflective properties of the objects and phenomena existing in the objective world, as demonstrated through the cognitive activity of the subject.

Through procedural activities recognized and permitted by law, agencies, persons with procedural authority, and participants in the proceedings actively engage in the process of proving to determine evidence. In which, the burden of proof lies with the competent authority conducting the proceedings, and the participants in the proceedings have the right to present evidence. But they all fundamentally aim at correctly resolving the criminal case, because evidence is the means used for proof, while the object of proof is the purpose. Therefore, to achieve the goal, there must be means of proof, which are evidence.

Regarding the concept of the subject of proof in criminal proceedings, there are currently many different views, such as: "The subject of proof in a criminal case includes various facts and circumstances, each of which, individually and collectively, must be objectively, fully, comprehensively, and accurately studied and clarified"[4]*; "The facts and circumstances of a criminal case need to be determined by evidence that constitutes the subject of proof"*[5] *or "The subject of proof in a criminal case is all unknown issues that need to be known to clarify the nature of the case, on the basis of which the procedural agencies issue appropriate decisions*

---

[1] Ho Chi Minh City University of Law (2022), Textbook on Criminal Procedure Law, Hong Duc Publishing House, p.218.

[2] Prove: Criminal evidence plays a crime in the investigative work of proving crimes, https://svhlu.blogspot.com/2016/05/chung-minh-dau-vet-hinh-su-co-vai-tro.html, accessed on November 29, 2025.

[3] C. Marx-F. Engels (1995), Complete Works, Volume 3, National Political Publishing House, Hanoi, p. 9-10.

[4] Tran Quang Tiep (2013), The Institution of Evidence in Vietnamese Criminal Procedure Law, National Political – Truth Publishing House, Hanoi, p. 84.

[5] Đao Tri Uc (1994), Criminology, Vietnamese Criminal Law and Criminal Procedure, National Political Publishing House, Hanoi, p. 475

in the process of resolving the criminal case and propose preventive measures"[6]. The common point of the above views is that they highlight events and details that need clarification during the case resolution process, but they do not define the nature of the concept or answer the question of what the subject of proof is in criminal proceedings? Which issue are these details and events intended to prove? The authors believe that in order to define the subject of proof in a criminal case, these facts and events must be placed in the following relationship: (i) those facts, events, documents, and objects must be related to the crime that has been committed (meaning it has occurred in objective reality); (ii) The object proving itself is proven thru the role of the proving subject (the obligated party, the entitled party), which depends entirely on the legal regulations of each country (legal tradition). Based on the above analysis, from the perspective of the author group, the concept of issues that need to be proven in criminal proceedings can be understood as follows: *Issues that need to be proven in a criminal case are a synthesis of all matters that need to be determined and clarified during the evidentiary process, which the agency or competent person conducting the proceedings must collect, examine, and evaluate in order to correctly resolve the criminal case.*

2. Regulations of the current Criminal Procedure Code regarding matters that need to be proven in criminal cases and limitations and obstacles in their application

As analyzed above, the current Vietnamese Criminal Procedure Code does not provide a definition of what constitutes matters that need to be proven in a criminal case, but only lists the issues that need to be determined and clarified during the process of proof. According to Article 85 of the current Criminal Procedure Code, these issues include:

2.1. Issues related to the nature of the case, or in other words, the elements constituting the crime

Starting from the concept of crime in the current Criminal Code "*A crime is a socially dangerous act as defined in the Penal Code, committed intentionally or unintentionally by a person with criminal responsibility or a commercial legal entity, infringing upon the independence, sovereignty, unity, and territorial integrity of the Fatherland; infringing upon the political system, economic system, culture, national defense, security, social order and safety; infringing upon the legitimate rights and interests of organizations; infringing upon human rights; infringing upon the legitimate rights and interests of citizens; and infringing upon other areas of the socialist legal order that, according to the provisions of this Code, must be subject to criminal prosecution*"[7]. It can be understood that the elements of a crime are the totality of the specific legal characteristics of a crime as defined in criminal law, including the following elements: the object, the subject, the objective aspect, and the subjective aspect of the crime. Therefore, when a crime is committed in reality, the agency or person with the authority to conduct the proceedings must identify and clarify the issues related to the case in order to answer questions such as:

(i) The objective aspect of a crime must answer whether or not the criminal act occurred, the consequences, the causal relationship, the time, the place, the circumstances of the crime, and the tools, means, methods, and techniques used. In this context, it is important to determine whether or not a criminal act has occurred in order to distinguish it from other non-criminal legal violations. Criminal acts can be committed through action or inaction. In other words,

[6] To Huu Thong (2004), Object of proof in criminal proceedings, Master of Laws thesis, Faculty of Law, Vietnam National University, Hanoi, p. 24

[7] Clause 1 Article 8 2015 Criminal Code (amended and supplemented in 2025).

although it is the outward manifestation of crime[8], but without the objective element, there are no other elements of the crime, and therefore, no crime exists. As one of the elements constituting a crime, determining and clarifying the issue of proof, which is an objective aspect of the crime, is of particular importance because it is the legal basis for determining the crime, prosecuting criminal responsibility, and applying punishment accurately and fairly. However, in legal practice, determining the objective aspect of the crime stipulated in Clause 1, Article 85 of the 2015 Criminal Procedure Code: *"The existence of the crime, time, space and facts of the crime"* still has many limitations, especially difficulties in proving the objective elements of the crime. For example, the criminal act may occur too quickly, the methods used may be very sophisticated, especially in high-tech crimes; or regarding the consequences of the crime, not all cases leave clear consequences, particularly in corruption and abuse of power crimes. This leads to difficulties in assessing the nature and degree of danger to serve as a basis for conviction; or when evaluating the relationship between the act and the consequences in many cases, it shows that the consequences that occurred could be due to various causes, not solely from the criminal act of the perpetrator. Some provisions of the current Criminal Code regarding the section on crimes are not clearly defined in terms of objective elements, leading to inconsistent classification of offenses.

(ii) Subjective aspect of the crime: If the objective aspect of a crime consists of external factors and determining the objective behavior is necessary in the process of defining the crime, then the subjective aspect of the crime is also one of the crucial issues that needs to be determined and clarified during the evidence-gathering process, as stipulated in Clause 2 of Article 85 of the Criminal Procedure Code of 2015: "*The presence of guilt, intentional or unintentional acts;... purposes and motive of the crime"* The subjective aspect of a crime reflects the will and psychological state (mental attitude) of the person committing the criminal act toward the act itself and the socially dangerous consequences caused by the criminal act. The subjective aspect of a crime includes: fault, motive, and criminal intent, with fault being a mandatory element to prove. For agencies and individuals with prosecutorial authority, identifying and clarifying the elements of fault is significant in correctly determining the crime and differentiating criminal responsibility, while also contributing to ensuring fairness. However, in practice, proving the subjective element also has certain limitations and obstacles, such as: Difficulty in proving the element of fault, as it is itself a psychological state (the inner self); typically, the agency or authority conducting the proceedings can only determine fault thru testimony, behavior, and the circumstances of the crime. Additionally, in some cases, it is very difficult to determine the motive and purpose of the crime, and legal understanding in the application of relevant legal provisions also varies. Sometimes, the same case can lead to completely different determinations of guilt, resulting in inconsistency in sentencing.

(iii) Subject of the crime: in a criminal case, the subject of the crime is one of the mandatory elements that must be proven to determine whether or not someone committed the criminal act. Article 85, Clause 2 of the 2015 Criminal Procedure Code states: *"The perpetrator of the crime…the existence of criminal capacity…".* The perpetrator of the crime can be an individual or a commercial legal entity. In this case, the perpetrator reflects the specific person who committed the socially dangerous act and their potential criminal liability. For commercial legal

[8] Dinh Văn Que (2021), Elements of a crime and stages of committing a crime: Theoretical and practical issues, https://lsvn.vn/cau-thanh-toi-pham-va-cac-giai-doan-thuc-hien-toi-pham-nhung-van-de-ly-luan-va-thuc-tien-a14612.html, accessed on November 28, 2025.

entities, the liability of the head of the entity is considered. Proving the perpetrator of a crime is significant in helping to correctly identify the offender, accurately determine the charges, and ensure fairness. Determining the perpetrator of a crime includes clarifying their age and criminal responsibility, and in some special cases, other relevant issues such as special legal status (position, authority, profession, nature of work, obligations to be performed, gender, marital status, blood relations, etc.) must also be proven.

(iv) The object of the crime: is the social relations protected by criminal law that are harmed or threatened with harm. According to the provisions of the current Vietnamese Criminal Code, the object of a crime is the system of established social relations that have been damaged or threatened with damage by the crime, including: the independence, sovereignty, and territorial integrity of the Fatherland; the political and economic systems, and culture; national defense and security; social order and safety; the legitimate rights and interests of organizations; and human rights and the legitimate rights and interests of citizens.

2.2. Issues Affecting Criminal Responsibility and Punishment

Along with issues related to the elements of a crime, proving matters affecting criminal responsibility and punishment, in addition to ensuring justice and objectivity in the process of proof, has the primary purpose of respecting and ensuring human rights in criminal justice. This group of issues includes: the nature and extent of the damage caused by the criminal act; circumstances that aggravate or mitigate the criminal liability of the accused, as stipulated in Clauses 3 and 4 of Article 85 of the Criminal Procedure Code of 2015: *"Facts aggravating and mitigating criminal liabilities of suspects, defendants and identity traits of suspects and defendants; Nature and severity of damages caused by the crime"*. The biggest obstacle in practically proving this group of issues is that the provisions of the current Criminal Code are unclear, especially when assessing mitigating circumstances in determining the crime and deciding on the sentence. This significantly affects fairness in the case resolution process, particularly in cases involving economic crimes and corruption where evidence is easily concealed, destroyed, or related to property rights (specifically, assets) if third parties are involved. Additionally, determining the circumstances related to the personal information of the perpetrator also presents certain difficulties due to archived records or changes in personal information...

2.3. Other issues are significant in the proper resolution of a criminal case.

As analyzed above, this is a group of issues that are neither elements of the crime nor circumstances affecting criminal responsibility and punishment, but rather topics such as: the relationship between the suspect, the accused, witnesses, and victims; proving that fingerprints and footprints collected at the scene belong to the suspect; or whether there was incitement to commit the crime... In terms of nature, if proven, this group of issues will contribute to determining other issues related to the content of the case and specified in Clause 5 and Clause 6 of Article 85 of the 2015 Criminal Procedure Code: *"Reasons and conditions leading to the crime; Other facts in connection with the exclusion or exemption of criminal liabilities and impunity".* In other words, proving this group of issues is significant in ensuring the objective truth of the case, increasing the reliability of the evidence collected, and placing it in relation to other issues that need to be proven, while also enhancing the effectiveness of crime prevention in practice.

3. **Solutions for perfecting the law and other solutions to improve the effectiveness of evidence in criminal cases**

To improve the effectiveness of evidence in criminal cases, the following solutions need to be implemented synchronously and comprehensively:

First, the legal solution: specifically, perfecting the provisions of the current Criminal Code regarding the issues that need to be proven in criminal cases. Currently, Article 85 of the

Criminal Procedure Code does not clearly define this issue. Therefore, it is necessary to clarify the scope and subject of proof. At the same time, specific guidance is needed on identifying circumstances that affect criminal responsibility and punishment.

Second, complete the principles of proof, such as the principle of presumption of innocence and the principle of determining the truth of the case, to clearly define the burden of proof for each subject in each stage of the proceedings, contributing to increased transparency in the collection, examination, and evaluation of evidence.

Third, it is necessary to apply and continuously improve the achievements of science and technology in evidentiary activities, especially in cases involving electronic evidence in the digital age, which is causing cybercrime to trend upwards with sophisticated and complex methods.

CONCLUSION

Identifying and clarifying the issues that need to be proven in a criminal case is of great legal significance, contributing to ensuring justice and the legality of decisions made by agencies and individuals with the authority to conduct proceedings. Regarding society, it will help consolidate trust, protect the legitimate rights and interests of the State and citizens when they are damaged or threatened by criminal acts, and prevent crime. In other words, identifying and clarifying the issues that need to be proven in a criminal case is the foundation for building a modern, transparent, and humane justice system, in line with the requirements of reform and international integration in the current new situation in Vietnam.

REFERENCES

1. The 2015 Criminal Code (amended and supplemented in 2025).
2. The 2015 Criminal Procedure Code (amended and supplemented in 2025)
3. C. Marx-F. Engels (1995), Complete Works, Volume 3, National Political Publishing House, Hanoi.
4. Ho Chi Minh City University of Law (2022), Textbook on Criminal Procedure Law, Hong Duc Publishing House.
5. Prove: Criminal evidence plays a crime in the investigative work of proving crimes, https://svhlu.blogspot.com/2016/05/chung-minh-dau-vet-hinh-su-co-vai-tro.html, accessed on November 29, 2025.
6. Tran Quang Tiep (2013), The Institution of Evidence in Vietnamese Criminal Procedure Law, National Political – Truth Publishing House, Hanoi.
7. Dao Tri Uc (1994), Criminology, Vietnamese Criminal Law and Criminal Procedure, National Political Publishing House, Hanoi.
8. To Huu Thong (2004), Object of proof in criminal proceedings, Master of Laws thesis, Faculty of Law, Vietnam National University, Hanoi.
9. Dinh Van Que (2021), Elements of a crime and stages of committing a crime: Theoretical and practical issues,https://lsvn.vn/cau-thanh-toi-pham-va-cac-giai-doan-thuc-hien-toi-pham-nhung-van-de-ly-luan-va-thuc-tien-a14612.html, accessed on November 28, 2025.

KLOROPREN KAUÇUK ESASLI REÇETELERDE ALÜMİNYUM HİDROKSİT İLAVESİNİN FİZİKSEL, KİMYASAL, MEKANİK VE YANMAZLIK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Suzan ÇİFTÇİ
Seçil Kauçuk San. ve Tic. A.Ş., Tarsus 33400, Mersin, Türkiye
ORCID: 0009-0006-4274-6179
İlker KÖPRÜ
Seçil Kauçuk San. ve Tic. A.Ş., Tarsus 33400, Mersin, Türkiye
ORCID: 0000-0002-0038-0635
Salih Hakan YETGİN
Tarsus Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü Tarsus, Mersin, Türkiye
ORCID: 0000-0002-6068-9204

ÖZET
Bu çalışmada kloropren kauçuk (CR) esaslı bir bileşiğe farklı oranlarda (%5, %10 ve %15) alüminyum hidroksit (ATH) ilavesinin reolojik, fiziksel, mekanik ve yanmazlık özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. ATH dolgusunun CR matrisindeki davranışı; MDR reometre testleri, Mooney viskozite analizi, çekme testi, kopma uzaması ölçümü, sertlik testi ve ISO 3795 yanmazlık deneyleri ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar, ATH ilavesinin ML ve MH tork değerlerini baz reçeteye göre sırasıyla %12–52 ve %13–37 oranlarında artırdığını; buna karşılık çekme dayanımını 17.9 MPa'dan 15.4 MPa seviyesine düşürdüğünü göstermiştir. Sertlik değerleri 66 Shore A'dan 71 Shore A'ya yükselmiştir. Yanmazlık test sonuçları, saf CR numunesinin UL-94 yatay testinde düşük bir yanma hızına (4 mm/dk) sahip olduğunu, ATH ilavesiyle birlikte yanma hızının 0 mm/dk seviyesine gerilediğini göstermiştir. Bu çalışma, CR bileşiklerinde ATH kullanımının mekanik performans kayıpları ve işlenebilirlik zorlukları göz önünde bulundurularak optimize edilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.
Anahtar Kelimeler: CR, yanmazlık, Mekanik özellikler, Kimyasal özellikler

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF ALUMINUM HYDROXIDE ADDITION ON THE PHYSICAL, CHEMICAL, MECHANICAL, AND FLAMMABLE PROPERTIES OF CHLOROPRENE RUBBER-BASED MATERIALS

ABSTRACT
This study investigates the effects of incorporating aluminum hydroxide (ATH) at different loadings (5%, 10%, and 15%) into a chloroprene rubber (CR)-based compound on its rheological, physical, mechanical, and flammability properties. The behavior of the ATH filler within the CR matrix was evaluated through MDR rheometer measurements, Mooney viscosity analysis, tensile testing, elongation at break determination, hardness measurements, and ISO 3795 flammability tests. The results indicate that the addition of ATH increased the minimum (ML) and maximum (MH) torque values by 12–52% and 13–37%, respectively, compared to the base formulation. However, tensile strength decreased from 17.9 MPa to 15.4 MPa with increasing ATH content. Hardness values increased from 66 Shore A to 71 Shore A. Flammability test results showed that the pure CR sample had a low burning rate (4 mm/min) in the UL-94 horizontal test, and that the burning rate decreased to 0 mm/min with the addition of ATH. This study reveals that the use of ATH in CR compounds should be optimized considering mechanical performance losses and machinability challenges.
Keywords: CR, flammability properties, mechanical properties, chemical properties

1. GİRİŞ

Plastik ve kauçuk endüstrisinde dolgu maddeleri, malzemelerin ve karışımlarının fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerini iyileştirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Karbon siyahı, silika, kalsiyum karbonat, kil gibi farklı türde geleneksel dolgu maddeleri tek başlarına veya diğer dolgu maddeleriyle birlikte, kauçuğun özelliklerini iyileştirmede önemli rolleri nedeniyle büyük ilgi görmektedir [Dhanya et al, 2017; Patricia et al, 2021]. Bununla birlikte, bu geleneksel dolgular mekanik ve fiziksel özelliklerde belirgin iyileşme sağlasa da ısıl yük altında sınırlı oranda termal koruma sunmaları önemli bir dezavantaj oluşturmaktadır. Bu nedenle kauçuk esaslı malzemelerde ek alev geciktirici katkıların kullanımı gerekmektedir. Alev geciktirici malzemeler arasında metal hidroksit esaslı dolgular, plastik ve kauçuk sektöründe en yaygın kullanılan grubu oluşturmaktadır. Bu sınıf içinde Alüminyum Trihidroksit (ATH, $Al(OH)_3$) ve magnezyum hidroksit öne çıkmakta olup, özellikle ATH düşük toksisite, çevre dostu olması, duman bastırıcı etkisi, optik yarı saydamlık, yüksek sıcaklık kararlılığı ve uygun maliyeti nedeniyle daha fazla tercih edilmektedir [Beltran-Ramirez et al, 2014; Nair et al, 2012]. Bununla birlikte, iyi bir alev geciktiricilik elde edebilmek için genellikle yüksek ATH yükleme oranları gerekmekte ve bu durum kompozitlerin mekanik performansını da olumsuz yönde etkileyebilmektedir [Nair et al, 2012].

Kloropren kauçuk (polikloropren veya neopren), kloroprenin (2-kloro-1,3-bütadien) serbest radikal polimerizasyonu ile sentezlenen geleneksel bir kauçuktur. Mükemmel mekanik ve alev geciktirici özellikleri nedeniyle, kloropren kauçuk (CR) günümüzde otomobillerde, uçaklarda, kablo ve tellerin koruyucu katmanlarında, konveyör bantlarında, V kayışlarında, ısıya dayanıklı konveyör bantlarında, kimyasal dirençli hortumlarda ve diğer alanlarda daha geniş uygulama alanı bulmaktadır [Zongchao et al, 2019; Xiang et al, 2016; Lingmin et al, 2020]. Geleneksel yöntemlerle alev geciktirici CR vulkanizat tasarlanırken, genellikle dolgu tipi alev geciktiriciler eklenmektedir ancak bu durum genellikle mekanik özelliklerden ödün verilmesine yol açmaktadır. Bu nedenle son zamanlarda yapılan çalışmalar, hem mekanik özellikleri hem de yanmazlık performansını aynı anda artırabilecek yeni dolgu sistemlerinin geliştirilmesine odaklanmaktadır [Jianliang et al, 2022]. Bunun en önemli yollarından biri ATH ile CR matrisinin birlikte kullanıldığı kompozit sistemler olup, literatürde ATH katkılı CR kompozitlerinin mekanik, termal ve alev geciktirici özelliklerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar giderek artmaktadır [Dhanya et al, 2017; Kyung et al, 2015; Jianliang et al, 2022; Piotr et al, 2021]. Bu çalışmada ağırlıkça %5, %10 ve %15 oranlarında alüminyum hidroksit (ATH) ilaveli kloropren kauçuk (CR) esaslı bileşiklerin reolojik, fiziksel, mekanik ve yanmazlık özellikleri incelnmiştir.

2. MALZEME VE YÖNTEM

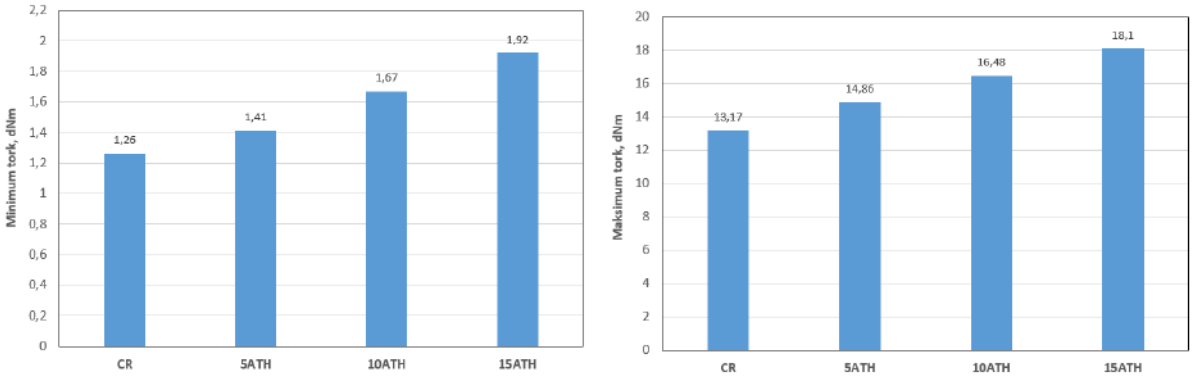
$Al(OH)_3$ katkılı CR kompozitleri 1.5 lt'lik laboratuvar tipi mini banbury ile hamur haline getirilmiştir. Üretilen numunelerin reometre testleri Alpha MDR 2000 marka reometre cihazında ASTM D 5289 standardına uygun olarak 200 ^oC ve 5 dakikada yapılmıştır. Deney plakaları 180 °C sıcaklıkta 20 dakika preste vulkanize edilerek elde edilmiştir. Çekme testleri, ASTM D638 standardına uygun olarak hazırlanmıştır. Testler, Zwick marka Z020 model bir çekme test cihazında 200 mm/dakika çekme hızında gerçekleştirilmiştir. Her bir çekme test numunesi en az 5 ölçüm yapılmış ve ortalaması alınmıştır. Kalıcı deformasyon testleri ISO 815-1 standardına göre100 °C'de 22 saat ve %25 oranında sıkıştırma ile yapılmıştır. Sertlik testleri ISO 48-4 standardına uygun olarak yapılmış sertlikler Shore A cinsinden ölçülmüştür. Yatay yanmazlık testleri, DIN 4102-2 (UL94/ISO 3795) standartlarına göre Fire Testing Technology-FTT-01 test cihazında gerçekleştirilmiştir. Farklı oranlarda ATH katkılı CR kauçukların üretiminde kullanılan katkılar ve oranları phr cinsinden Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. ATH katkılı CR kauçukların formülasyonu

	CR	5ATH	10ATH	15ATH
CR	100	100	100	100
Karbon siyahı	50	50	50	50
Beyaz dolgu	10	10	10	10
Yağ	15	15	15	15
Çinko oksit	5	5	5	5
Stearik asit	2	1	1	1
MBT	0.5	0.5	0.5	0.5
TMTD	1	1	1	1
Sülfür	1	1	1	1
Alüminyum hidroksit	0	10	22	33

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

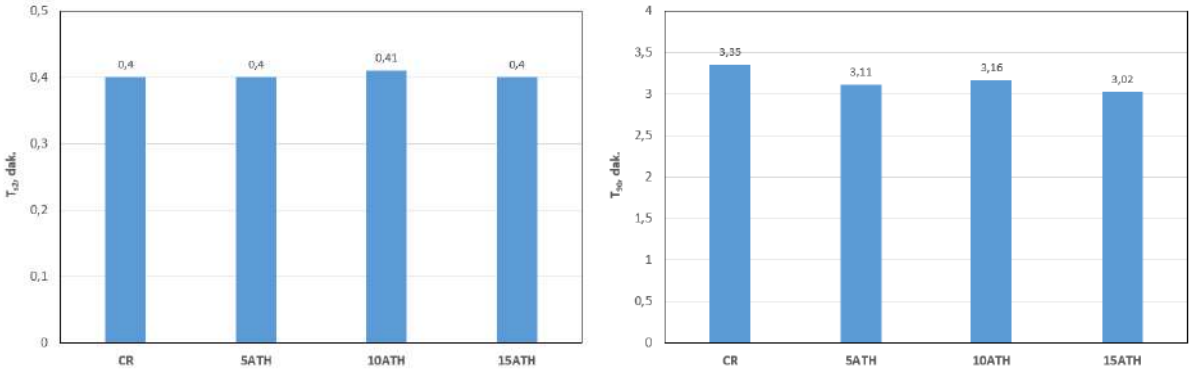
Şekil 1'de farklı oranlarda ATH ilaveli CR kompozitlerin minmum ve maksimum tork grafikleri verilmiştir. Minimum tork (ML) değeri ATH ilavesiyle belirgin şekilde yükselmiştir. Saf CR'de 1.26 dNm olan ML, %5 ATH ile %11.9 artarak 1.41 dNm'e, %10 ATH ile %32.5 artarak 1.67 dNm'e ve %15 ATH ile %52.4 artarak 1.92 dNm'e ulaşmıştır. Bu artış, ATH parçacıklarının polimer zincir hareketliliğini kısıtlamasıyla karışımın başlangıç akış viskozitesinin ve dolayısıyla işlenme direncinin arttığını göstermektedir.



Şekil 1. ATH katkılı CR kompozitlerin a) minimum tork, b) maksimum tork sonuçları

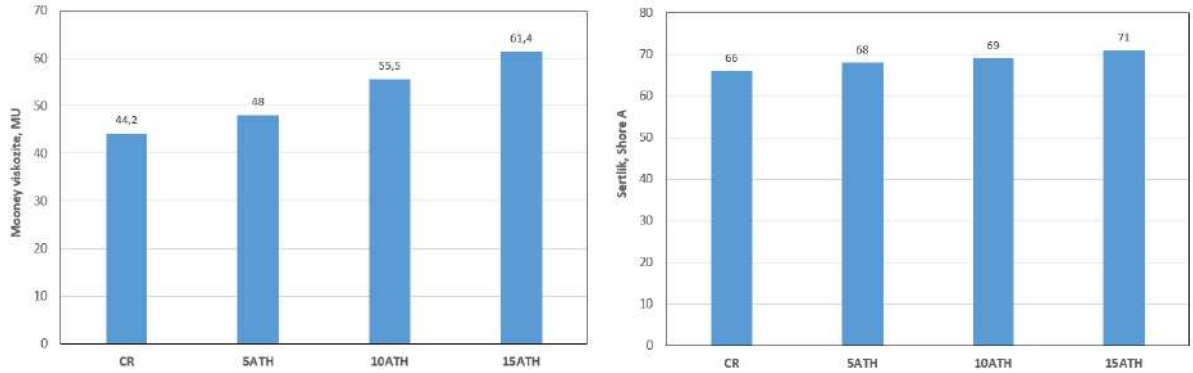
Maksimum tork (MH) değerleri dolgu oranına bağlı olarak düzenli bir artış sergilemiştir. Saf CR'de 13.17 dNm olan MH, %5 ATH ile %12.8 artarak 14.86 dNm'e, %10 ile %25.2 artarak 16.48 dNm'e ve %15 ile %37.4 artarak 18.10 dNm'e yükselmiştir. MH artışı, çapraz bağlanma yoğunluğunun ve kompozit rijitliğinin dolgu varlığında arttığını ve vulkanizatın daha sert bir ağ yapısına dönüştüğünü göstermektedir.

Şekil 2'de farklı oranlarda ATH ilaveli CR kompozitlerin T_{s2} ve T_{90} grafikleri verilmiştir. T_{s2} değerleri ATH ilavesine rağmen büyük ölçüde sabit kalmış ve yalnızca 0.40–0.41 dak. aralığında değişim göstermiştir. Saf CR'nin 0.40 dak. T_{s2} değeri, %5 ve %10 ATH ile değişmemiş, %15 ATH'da ise yalnızca %2.5'lik küçük bir artışla 0.41 dak. yükselmiştir. T_{90} değerleri ATH ilavesi ile hafif bir azalma eğilimi göstermiştir. Saf CR'de 3.35 dak. olan T_{90}, %5 ATH'da %7.2 azalarak 3.11 dak., %10 ATH'da %5.7 azalarak 3.16 dak. azalmış %15 ATH'da ise 3.02 dak. ile toplamda %9.9 oranında bir azalma kaydedilmiştir. Bu düşüş, ATH'nın sistemde ısı transferi ve reaksiyon kinetiğini etkileyerek vulkanizasyon sürecini hafifçe hızlandırdığını göstermektedir. Böylece dolgu, kürleşme verimliliğini minimal düzeyde artırmakta ve elastomer ağ yapısının daha hızlı oluşmasına katkı sağlamaktadır.



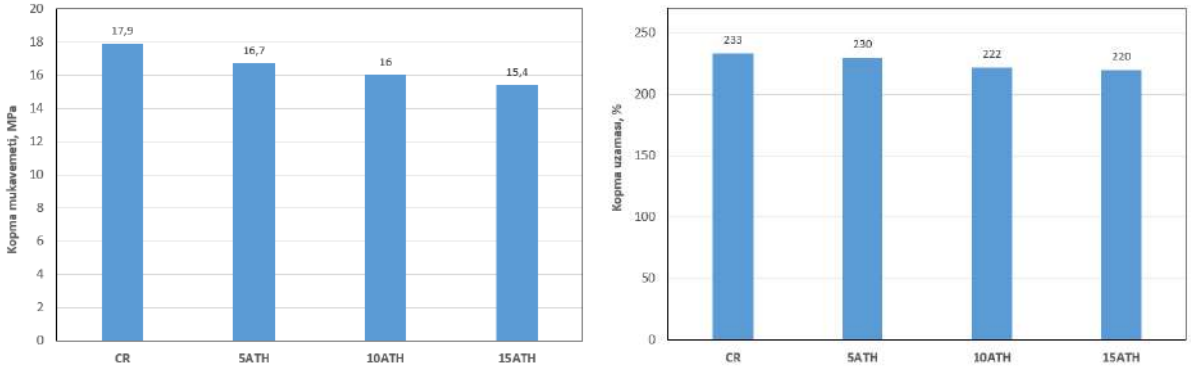
Şekil 2. ATH katkılı CR kompozitlerin a) T_{s2}, b) T_{90}

Şekil 3'te farklı oranlarda ATH ilaveli CR kompozitlerin Mooney viskozite ve Shore A sertlik grafikleri verilmiştir. Mooney viskozite ATH yüklemesiyle önemli oranda yükselmiştir. Saf CR'nin 44.2 MU olan viskozite değeri, %5 ATH ile %8.6 artarak 48 MU'a, %10 ile %25.6 artarak 55.5 MU'a ve %15 ile %38.8 artarak 61.4 MU'a çıkmıştır. Viskozitedeki bu artış, dolgunun polimer matrisi uyum sağlaması sonucu akış direncini artırdığını ve işlenebilirliği güçleştirdiğini göstermektedir. Sertlik değerleri ATH ilavesiyle lineer şekilde artmıştır. Saf CR'nin 66 Shore A sertliği, %5 ile 68'e (%3 artış), %10 ile 69'a (%4.5 artış) ve %15 ile 71'e (%7.6 artış) yükselmiştir. ATH'nın mineral karakteri elastomer fazı güçlendirerek dolgu-matris etkileşimi yoluyla toplam sertliği artırmaktadır.



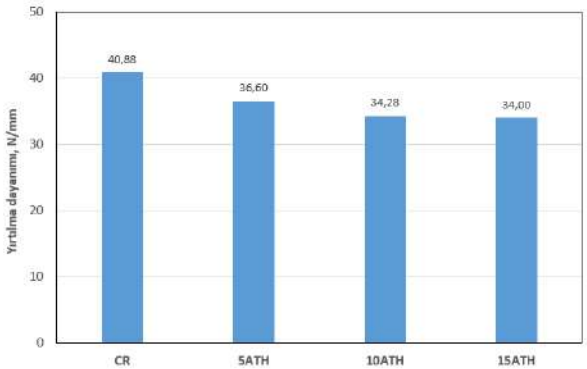
Şekil 3. ATH katkılı CR kompozitlerin a) Mooney viskozite, b) Sertlik (Shore A) grafiği

Şekil 4'te farklı oranlarda ATH ilaveli CR kompozitlerin kopma mukavemeti ve kopma uzaması grafikleri verilmiştir. Kopma mukavemeti ATH katkısı ile azalmıştır. Saf CR'nin 17.9 MPa değeri, %5'de 16.7 MPa'a (%6.7 azalma), %10'da 16.0 MPa'a (%10.6 azalma) ve %15'de 15.4 MPa'a (%14 azalma) düşmüştür. Bu düşüş, ATH parçacıklarının elastomer zincir sürekliliğini bozması ve yük taşıma yeteneğini azaltmasıyla ilgilidir. Kopma uzaması değerleri sınırlı fakat düzenli bir azalma göstermiştir. Saf CR kauçuğunun kopma uzaması 233% iken, %5 ATH ile 230% (%1.3 azalma), %10 ATH ile 222% (%4.7 azalma) ve %15 ATH ile 220% (%5.6 azalma) değerlerine azalmıştır. Bu azalma, dolgu miktarı arttıkça matris elastik deformasyon kabiliyetinin zayıfladığını göstermektedir.



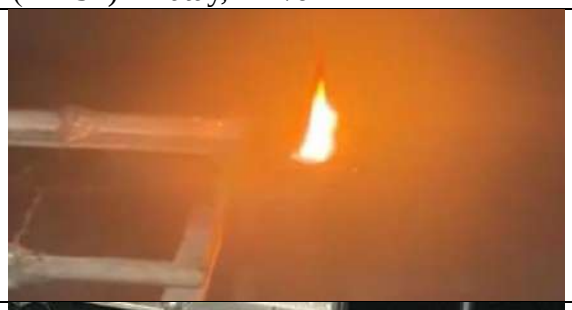
Şekil 4. ATH katkılı CR kompozitlerin a) kopma mukavemeti, b) kopma uzaması

Şekil 5'te farklı oranlarda ATH ilaveli CR kompozitlerin yırtılma dayanımı, Tablo 2'de ise yanmazlık sonuçları ve test sonrası görüntüler verilmiştir. Yırtılma dayanımı ATH ilave edilmesi ile belirgin şekilde azalmıştır. Saf CR'de 40.88 N/mm olan değer, %5'de 36.60 N/mm (%10.4 azalma), %10'da 34.28 N/mm (%16.1 azalma) ve %15'de 34.00 N/mm (%16.8 azalma) seviyelerine gerilemiştir. ATH, matris içinde çatlak ilerlemesini engelleyecek bir enerji sönümleme mekanizması oluşturamadığından yırtılma dayanımı azalmıştır. Tablo 2'de verilen UL-94 yatay yanmazlık test sonuçları, $Al(OH)_3$ (ATH) katkısının CR kompozitlerin yanmazlık davranışı üzerinde belirgin ve olumlu bir etki oluşturduğunu açıkça göstermektedir. Saf CR numunesi UL-94 yatay testinde 4 mm/dk yanma hızına sahipken, ATH ilavesiyle birlikte yanma davranışının tamamen baskılandığı gözlenmiştir. Ağırlıkça %5, %10 ve %15 oranlarında ATH içeren tüm CR kompozitlerde yanma hızı 0 mm/dk olarak ölçülmüş, yani numunelerde test koşulları altında yanma gerçekleşmemiştir. Bu sonuçlar, düşük ATH oranlarında dahi CR matrisinin yanıcılığının etkin bir şekilde azaltılabildiğini göstermiştir. Elde edilen bu iyileşme, $Al(OH)_3$'ün endotermik bozunma mekanizması ile doğrudan ilişkilidir. ATH, 200–300 °C sıcaklık aralığında bozunarak ısıyı absorbe etmekte ve yapısından açığa çıkan su buharı sayesinde yanma bölgesindeki oksijen ve yanıcı gazları seyreltmektedir. Aynı zamanda bozunma sonrası oluşan Al_2O_3 kalıntısı, polimer yüzeyinde koruyucu bir bariyer tabakası oluşturarak ısı ve kütle transferini sınırlandırmaktadır. Bu mekanizmaların birleşik etkisi, CR/ATH kompozitlerinde alev ilerlemesini durdurmakta ve yatay UL-94 testinde 0 mm/dk yanma hızının elde edilmesini sağlamaktadır.



Şekil 5. ATH katkılı CR kompozitlerin a) yırtılma dayanımı,

Tablo 2. ATH katkılı CR kompozitlerin yanmazlık test sonuçları

	Yanmazlık (UL-94) – Yatay, mm/dk	
CR	4	
5ATH	0	
10ATH	0	
15ATH	0	

SONUÇLAR

ATH ilavesi CR bileşiğinin reolojik davranışını belirgin şekilde değiştirmiş; ML, MH ve Mooney viskozite değerleri dolgu oranına bağlı olarak artmıştır. Vulkanizasyon davranışında TS_2 sabit kalırken T_{90} değerleri hafifçe azalmış, bu durum kürün ATH varlığında sınırlı ölçüde hızlandığını göstermiştir. Sertlik değerleri tüm dolgu seviyelerinde yükselmiş; buna karşın kopma dayanımı, kopma uzaması ve yırtılma dayanımı azalmıştır. Bu bulgular, ATH'nın CR kauçuğunda sertleştirici ve reolojik açıdan güçlendirici bir etkiye sahip olduğunu, ancak deformasyon odaklı mekanik özellikleri sınırladığını ortaya koymuştur. Sonuç olarak ATH, CR kompozitlerinde alev geciktirici katkı olarak kullanılabilirken, mekanik dayanım gereksinimine bağlı olarak optimizasyon gerektiren bir dolgu davranışı sergilemiştir.

REFERENCES

Dhanya, V., Mathiazhagan, A., Rani, J. (2017). Aluminium trihydroxide: Novel reinforcing filler in Polychloroprene rubber. Polymer 132, 143-156.

Kyung, S., Chan, Y. P. (2015). Fire resistance properties of chloroprene rubber containing ınorganic flame retardant. Elastomers and Composites 5(4), 279-285.

Jianliang, J., Junxue, Z., Lingxin, K., Dongqi, Z., Yakai, F. (2022). Flame retardant chloroprene rubbers with high tensile strength and elongation at break via dual cross-linked networks. RSC Advances 12, 27633.

Patricia, C. R., Isabel, C. H., Johanna, C., Gustavo, C. B., Karen, G. G., Eduardo, T. O. (2021). Enhancement of chloroprene/natural/butadiene rubber nanocomposite properties using organoclays and their combination with carbon black as fillers. Polymers 13, 1085.
Piotr, K., Aleksandra, S. K., Anna, O., Krzysztof, S. (2021). Flame retardant and durable chloroprene rubber and styrene-butadiene rubber blends crosslinked with copper(I) oxide. Iranian Polymer Journal 30, 149–165.
Beltran-Ramirez, F. I., Ramos-Devalle, L. F., Ramirez-Vargas, E., Sanchez-Valdes, S., Espinoza-Martínez, A. B., Martínez-Colunga, J. G., Rodríguez-Fernandez, O. S., Cabrera-Alvarez, E. N., Lopez-Quintanilla, M. L. (2014). Effect of nanometric metallic hydroxides on the flame retardant properties of HDPE composites, Journal of Nanomaterials 2014, 969184.
Nair, A.B., Kurian, P., Joseph, R. (2012). Effect of aluminium hydroxide, chlorinated polyethylene, decabromo biphenyl oxide and expanded graphite on thermal, mechanical and sorption properties of oil-extended ethylene- propylenediene terpolymer rubber. Materials & Design 40, 80-89.
Zongchao, X., Long, Z., Shipeng, W., Li, L. (2019). Graphene oxide-supported zinc oxide nanoparticles for chloroprene rubber with improved crosslinking network and mechanical properties. Composites, Part A 124, 105492.
Xiang, H. P., Rong, M. Z., Zhang, M. Q. (2016). Self-healing, reshaping, and recycling of vulcanized chloroprene rubber: A case study of multitask cyclic utilization of cross-linked polymer. ACS Sustainable Chemistry & Engineering 4(5), 2715–2724.
Lingmin, K., Yong. Z., Guangsu, H., Jinrong, W. (2020). Carbon nanodots as dual role of crosslinking and reinforcing chloroprene rubber. Composites Communications 22, 100441.

MAKROEKONOMİK GÖSTERGELERİN EKONOMİK BÜYÜME ÜZERİNDEKİ ETKİNLİĞİ: STOKASTİK SINIR ANALİZİ YAKLAŞIMI

Halil Osman ERBEK
Marmara University, Faculty of Economics, Department of Econometrics, 34854 Maltepe, İstanbul
ORCID: 0009-0000-2259-5023
Ahmet Mete ÇİLİNGİRTÜRK
Marmara University, Faculty of Economics, Department of Econometrics, 34854 Maltepe, İstanbul
ORCID: 0000-0001-8677-7969

ÖZET
Makroekonomik ve finansal göstergelerin büyüme üzerindeki etkilerini incelemek, özellikle küreselleşen ekonomik yapılarda politika oluşturucular için vazgeçilmez bir araç niteliği taşımaktadır. Bu çerçevede işsizlik, özel sektör kredi hacmi, sermaye piyasaları, enflasyon, faiz oranı, vergi miktarı ve dış sermaye girişlerinin büyüme üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi bilimsel literatürde giderek daha fazla yer bulmaktadır. Böylelikle büyüme performansı sadece ve sadece üretimi etkileyen faktörlerin yanında makroekonomik yapıyla birlikte finansal sistemde de yakından bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Bu çalışma, makroekonomik göstergelerin ekonomik büyüme üzerindeki etkinliğini Stokastik Sınır Analizi (SFA) yaklaşımı aracılığıyla incelemeyi ve büyüme üzerinde makroekonomik faktörlerin teknik etkinliğini belirlemeyi amaçlamaktadır. Dünya Bankası'nın World Development Indicators (WDI) veri tabanından 217 ülke için elde edilen 13 yıllık ekonomik büyüme oranı, faiz oranı, özel sektör kredileri, sermaye piyasası derinliği, doğrudan yabancı yatırımlar, işsizlik oranı değerleri, enflasyon ve Vergi/GSYH oranı panel veriyi oluşturmuştur. Ancak model tahminine sorun çıkarmayacak şekilde eksik veriler gözlem ve değişken olarak elendiğinde 60 ülkeye ait 2-13 yıl arasında değişen bir zaman sürecinde gözlenen 4 değişken kalmıştır. Anlamlı model doğrudan yabancı sermaye girişleri, özel sektör kredileri, sermaye piyasası derinliği ve işsizlik değişkenleri ile elde edilmiştir. Stokastik sınır modeli, ülkeler arasında gözlenen büyüme performansının bir kısmının açıklanan makroekonomik faktörlerden, bir kısmının ise teknik etkinsizlikten ve rassal şoklardan kaynaklandığını göstermektedir. Bulgular, özellikle özel sektör kredileri ve işsizlik oranlarının büyüme üzerinde güçlü negatif etkilere sahip olduğunu; sermaye piyasası derinliğinin ve doğrudan yabancı yatırımların ise pozitif katkı sağladığını ortaya koymaktadır. Modelden elde edilen etkinlik tahminleri, ülkeler arası büyüme farklılıklarının büyük ölçüde teknik etkinlik düzeylerindeki farklılıklardan kaynaklandığını göstermektedir. Diğer taraftan negatif etkilerin gücünün pozitif etkilerin gücünden yüksek olduğu ve bu teknik etkinliklerin ülkeler arasında farklılık gösterdiği belirlenmiştir.
Anahtar Kelimeler: Stokastik sınır regresyon, ekonomik büyüme, panel veri, marjinal etki, kısmi etki

THE EFFICIENCY OF MACROECONOMIC INDICATORS ON ECONOMIC GROWTH: A STOCHASTIC FRONTIER ANALYSIS APPROACH

ABSTRACT
Analyzing the impact of macroeconomic and financial indicators on growth is an indispensable tool for policymakers, particularly within globalized economic structures. In this context, the evaluation of the effects of unemployment, private sector credit volume, capital markets, inflation, interest rate, tax amount, and foreign capital inflows on growth is gaining increasing prominence in the scientific literature. Thus, growth performance demonstrates that, in addition

to factors affecting production, there is also a close relationship with the macroeconomic structure and the financial system. This study aims to examine the efficacy of macroeconomic indicators on economic growth through the Stochastic Frontier Analysis (SFA) approach and to determine the technical efficiency of macroeconomic factors on growth. Panel data was constructed using 13 years of economic growth rate, interest rate, private sector credit, stock market capitalization, foreign direct investment, unemployment rate values, inflation and the tax-to-GDP ratio obtained for 217 countries from the World Bank's World Development Indicators (WDI) database. However, when missing data were eliminated as observations and variables to prevent issues in model estimation, 4 variables remained, observed over a time period varying between 2 and 13 years for 60 countries. The significant model was obtained with the variables foreign direct investment, private sector credit, stock exchange market capitalization (BIST market value), and unemployment. The Stochastic Frontier model suggests that a portion of the observed growth performance differences among countries stems from the explained macroeconomic factors, and another portion is due to technical inefficiency and random shocks. The findings reveal that private sector credit and unemployment rates, in particular, have strong negative impacts on growth, while capital market depth and foreign direct investment provide positive contributions. Efficiency estimates derived from the model indicate that cross-country growth differences are largely attributable to variations in technical efficiency levels. Furthermore, it was determined that the magnitude of the negative effects is greater than the magnitude of the positive effects, and these technical efficiencies vary across countries.
Keywords: Stochastic frontier regression, economic growth, panel data, marginal effect, partial effect

1. GİRİŞ

Ekonomik büyüme, ülkelerin refah düzeyini, üretim kapasitelerini ve sosyoekonomik gelişmişlik seviyelerini belirleyen en temel makroekonomik göstergelerden biridir. Ekonomik büyümenin belirleyicilerinin doğru biçimde analiz edilmesi yalnızca ekonomik istikrarın sağlanması açısından değil, aynı zamanda sürdürülebilir kalkınma politikalarının oluşturulması yapımından büyük etkiye sahiptir. Ekonomik büyüme kavramının derinlemesine anlaşılması yatırım, istihdam, dış ticaret ve finansal istikrar eksenlerinde daha etkili ve hedefe yönelik planlamalar geliştirilmesi için önemli ölçüde etkilidir. Makroekonomik göstergelerin büyüme üzerindeki etkilerinin incelenmesi, özellikle küreselleşen ekonomik yapılarda politika oluşturucular için stratejik bir öneme sahiptir. Faiz oranları, işsizlik, kredi hacmi, sermaye piyasaları ve dış sermaye girişlerinin büyüme üzerindeki etkilerinin kapsamlı biçimde değerlendirilmesi bilimsel literatürde giderek daha fazla yer bulmaktadır. Ekonomik büyümeyi belirleyen unsurlar sadece üretim faktörlerinin miktarlarına bağlı değil, aynı zamanda bu faktörlerin kullanım etkinliği ile verimlilik düzeyine de bağlıdır. Özellikle yatırım hacmi, sermaye birikimi, finansal derinlik, teknolojik gelişme ve işgücü verimliliği gibi faktörler ekonomik büyüme süresince belirleyici rol almaktadırlar. Bu değişkenlerin ekonomik büyüme üzerindeki etkileri çoğu zaman doğrusal olamayıp, ülkeler arasında farklı yönlerde ve şiddetlerde sonuçlar ortaya çıkartabilmektedir. Bu nedenle ülkelerin büyüme performanslarını yalnızca gözlenen çıktı seviyeleriyle değerlendirmek yetersiz kalmakta; üretim süreçlerinde karşılaşılan teknik etkinsizliklerin büyüme üzerindeki rolünü ayrıştırmak gerekmektedir. Bu çerçevede Stokastik Sınır Analizi (SFA) yöntemi ortaya çıkmaktadır.

SFA güçlü bir ekonometrik yaklaşım olarak ekonomik büyüme sürecinde teknik etkinlik bileşeni ile makroekonomik bileşenlerin birbirinden ayrıştırılmasına olanak tanımaktadır. Bu sayede, ülkelerin makroekonomik yapıları arasındaki farklılıkları dikkate almaksızın, ülkelerin teknik verimlilik düzeylerinin karşılaştırılmasına imkan sunmaktadır. Bu yaklaşımla birlikte üretim sürecinde çıktı ile girdi arasındaki ilişkiyi açıklamada kullanılan neoklasik büyüme

modelleriyle kavramsal olarak örtüşmektedir. Bu sayede teknik etkinlik analizleri, teorik büyüme çerçevesiyle bütünleşik biçimde ele alınabilmektedir.

Neoklasik büyüme modelleri, uzun dönemde büyümenin sermaye birikimi ve işgücü artışıyla sınırlı olduğunu, teknolojik ilerleme olmadıkça sürdürülebilir büyümenin mümkün olmadığını ileri sürmekle birlikte, Solow modelleri ile analiz edilmesinin önemini vurgulamaktadır (Dan & Thach, 2024). Bu modele karşılık İçsel büyüme modelleri teknolojik ilerlemenin ekonomik kararlar tarafından belirlendiğini ileri sürmektedir. Bu modeller insan sermayesi, Ar-Ge yatırımları ve bilgi birikiminin büyümenin temel itici gücü olduğunu savunmaktadır (Lucas Jr, 1988). Dolayısı ile, içsel büyüme teorileri ortaya çıktıktan sonra, hükümetin sağlık, eğitim, sosyal güvenlik ve savunma alanlarındaki harcamaları da büyüme modellerinde hesaba katılmaya başlanmıştır. Makroekonomik ve sosyal göstergelerin büyüme üzerindeki etkilerinin incelenmesi, içsel büyüme modellerinde hükümet politikalarının büyüme sürecinde önemli bir rol oynayabileceğini göstermektedir (Ahuja & Pandit, 2022). Finansal gelişmişliğin ekonomik büyümeyi desteklediği; sermaye akışkanlığını artırarak yatırımları teşvik ettiği yönünde geniş bir literatür bulunmaktadır (Tuncay & Oruç, 2021). Ancak kredi hacmindeki aşırı genişleme finansal kırılganlığı artırarak büyüme üzerinde negatif etki yaratabilmektedir (Minsky, 1986). Faiz oranları ile büyüme arasındaki ilişki hem yatırımlar hem de tüketim kararları kanalıyla işlemektedir. Yüksek faiz oranları yatırımları baskılayarak ekonomik büyümeyi azaltmakta olup, firma maliyetlerini artırarak üretim hacmini düşürebilmektedir. İşsizlik ve ekonomik büyüme kavramları, ekonomik ve sosyal politikaların belirlenmesi açısından son derece önemlidir. Çünkü bu değişkenler hem ekonomik hem de sosyal yaşamı etkileme gücüne sahiptir (Soylu et al., 2018). İşsizlik düzeyi arttıkça potansiyel çıktı kayıpları artmakta ve toplam üretim oranı düşmektedir. Dışa açıklık ve doğrudan yabancı yatırımların ekonomik büyüme üzerindeki etkileri ise daha çok teknoloji transferi, verimlilik artışı ve sermaye birikimi kanalıyla gerçekleşmektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkeler için doğrudan yabancı yatırımlar büyüme üzerinde pozitif bir etki yaratmakta olup üretim kapasitesini ve rekabet gücünü artırmaktadır. Son yıllarda ekonomik büyüme analizlerinde finansal ve reel göstergelerin birlikte ele alınması yönünde bir artış gözükmektedir. Finansal piyasaların gelişmişliği, üretim kapasitesini ve yatırım etkinliğini artırmaktadır. Bu durumda uzun dönemli büyüme üzerinde pozitif bir etki yaratmaktadır (Tuncay & Oruç, 2021). Buna karşılık, finansal genişleme ve aşırı borçlanma dönemlerinde ekonomik büyüme yavaşlayabilir veya krizlerle uğrayabilme ihtimali artmaktadır.

Bu çalışmanın amacı Dünya Bankası WDI veri tabanından elde edilen göstergeler aracılığıyla ülkelerin ekonomik büyüme performanslarını Stokastik Sınır Analizi ile incelemektir. Bu sayede büyümenin teknik etkinlik bileşenini tahmin etmek ve farklı makroekonomik göstergelerin büyüme üzerindeki etkilerini marjinal ve kısmi etkiler bağlamında karşılaştırmaktır. Çalışma ayrıca ülkeler arasında etkinlik skorlarını karşılaştırarak ekonomik büyümede gözlenen farklılıkların teknik etkinlik düzeylerinden mi yoksa makroekonomik göstergelerin düzeylerinden mi kaynaklandığını analiz etmeyi hedeflemektedir. Makroekonomik göstergelerin büyüme üzerindeki etkileri incelenirken özellikle finansal derinlik, istihdam, fiyat istikrarı ve dış sermaye hareketlerinin belirleyici rolü ön plana çıkmaktadır.

1.1. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Etkinlik analizi ile büyüme modellerinin temel amacı, ülkelerin mevcut kaynaklarını ne kadar verimli kullandığını ölçmek ve büyüme süreçlerindeki etkinlik farklarını belirlemektir. Bu metodolojik yaklaşım, geleneksel büyüme modellerinden farklı olarak, sadece girdi-çıktı ilişkilerini incelemekle kalmaz, aynı zamanda ülkelerin optimal performans sınırlarına ne kadar yaklaştıklarını da analiz eder. Etkinlik sınırı kavramı, en iyi performans gösteren ülkelerin oluşturduğu referans çerçevesini tanımlarken, diğer ülkelerin bu sınıra olan uzaklıkları etkinlik

skorları ile ölçülür. Bu analitik çerçeve, özellikle gelişmekte olan ülkelerin gelişmiş ülkelerle karşılaştırılmasında ve yakınsama hipotezinin test edilmesinde önemli içgörüler sağlamaktadır. Ticaret açıklığı büyüme modellerinde en yaygın kullanılan açıklayıcı değişkenlerden biridir. Yatırım oranları ve tasarruflar da büyüme regresyonlarında sıklıkla yer alan temel ekonomik göstergelerdir (Medina-Moral & Montes-Gan, 2018; Tsaurai & Ndou, 2019). Enflasyon oranı büyüme üzerindeki olumsuz etkisi nedeniyle modellerde kontrol değişkeni olarak kullanılmaktadır (Bernardelli et al., 2019; Moyo & Phiri, 2024). Doğrudan yabancı yatırım (FDI), döviz kurları ve para arzı finansal değişkenler olarak modellerde kullanılmaktadır (Tsaurai & Ndou, 2019; Yuliadi & Yudhi, 2021). AR-GE transferi, teknoloji değişkenleri ve altyapı göstergeleri de büyüme analizlerinde yer almaktadır (Gomes et al., 2022; Moyo & Phiri, 2024). Makroekonomik politika düzenlemenin etkileri, ekonomik büyüme oranı, işsizlik oranı, enflasyon oranı gibi çeşitli göstergeler kullanılarak değerlendirilebilmektedir. Bu göstergelerdeki değişiklikleri analiz ederek, düzenleyici politikaların etkinliği değerlendirilebilmekte ve istenen hedeflere ulaşmak için politika önlemleri zamanında ayarlanabilmektedir (Sun, 2023).

Bu süreç, politika yapıcıların dinamik bir yaklaşım benimsemeleri ve sürekli geri bildirim döngüsü içinde çalışmaları gerekliliğini vurgulamaktadır. Bu durum, ekonomik büyümenin statik bir gösterge olarak değil, dinamik bir süreç olarak gözlemlenmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır (Navasardyan & Mkrtchyan, 2023). Makroekonomik göstergelerin orta veya uzun vadeli etki yaratabilmesi için gerekli olan geri bildirim süresi, bu analizin önemini daha da artırmaktadır. Özellikle hükümet harcamalarının pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı olmasına rağmen, etkisinin uzun vadeli olduğu ve yalnızca üçüncü ve dördüncü dönem gecikmelerinin sosyo-ekonomik kalkınma üzerinde önemli etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir (Gumede, 2022). Makroekonomik politika değerlendirme ortamında, farklı dönemlerdeki bireysel gözlemlerin genellikle seri otokorelasyona sahip olması ve bir dönemdeki düzenlemenin takip eden dönemler üzerinde etkilerinin olması, uzun vadeli perspektifin önemini artırmaktadır (Liu et al., 2020). Bu durum, politika yapıcıların kısa vadeli sonuçlara odaklanmak yerine, politikalarının zamana yayılan etkilerini hesaba katarak daha kapsamlı değerlendirmeler yapması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Frontier regresyon çalışmaları büyüme analizlerinde önemli bir metodolojik yaklaşım olarak kabul edilmektedir. İki temel tahmin yöntemi kullanılmaktadır: parametrik olmayan yaklaşım olan Veri Zarflama Analizi (DEA) ve parametrik yaklaşım olan Stokastik Frontier Analizi (SFA). Bu metodoloji, toplam çıktı büyümesini girdi büyümesi, teknolojik değişim ve teknik etkinlik değişimi olmak üzere üç ana bileşene ayrıştırma imkanı sunmaktadır (Garzarelli & Limam, 2019). Frontier analizinin büyüme değerlendirme için geniş çapta kullanılan yöntemlerden biri olmasının nedeni, girdi kullanımındaki değişim, teknoloji değişimi ve etkinlikleri yakalama olanağı sağlamasıdır (Semanou & Uslu, 2021). Erken dönem frontier uygulamaları, büyümenin en büyük payını sermaye birikiminin açıkladığını ve toplam faktör verimliliği (TFP) yerine bu faktörün daha önemli olduğunu göstermektedir (Garzarelli & Limam, 2019). Toplam faktör verimliliğini (TFP) çeşitli ülkelerde ölçen ve gelişmekte olan ülkeler ile gelişmiş ülkeler arasında TFP karşılaştırması yapan araştırmalar bulunmaktadır (Ikram et al., 2012). Bayesian analiz kullanan stokastik frontier modelleri de gelişmekte olan ülkelerde çıktı büyümesini girdi değişimi, teknolojik değişim ve etkinlik değişimi olarak ayrıştırmak için kullanılmaktadır.

Panel veri kullanımının en önemli avantajı, aynı birimler üzerinde tekrarlanan gözlemler sağlayarak ekonomistlerin daha karmaşık ve gerçekçi modeller kurmasına olanak tanımasıdır. Panel veri setleri genellikle cross-sectional veya zaman serisi verilerinden daha büyük olduğu için, tahmin ediciler çoğunlukla daha doğru olmaktadır (Deco et al., 2019). Bu açıdan bakıldığında, büyüme çalışmalarında ülkeler arası ve zaman içindeki farklı etkilerin araştırılması, ülke heterojenliğinin kontrol edilmesi ve bireysel ve zaman etkilerinin

tanımlanması gibi önemli faydalar sağlamaktadır (Josifidis et al., 2012). Ayrıca daha fazla değişkenlik, serbestlik derecesi ve etkinlik sunarken açıklayıcı değişkenler arasında daha az çoklu doğrusal bağlantı problemi yaratmaktadır. Panel veri yaklaşımı, gözlenemeyen ülkeye özgü etkiler için kontrol sağlayarak tahmin edilen katsayılardaki yanlılıkları azaltmaktadır. Bu metodoloji aynı zamanda tüm açıklayıcı değişkenlerin potansiyel içselliğini kontrol etme imkanı sunmaktadır (Eggoh et al., 2015). COMESA bölgesindeki 19 ülkenin 2000-2014 dönemini kapsayan panel veri kullanılarak dinamik panel data GDP per capita modeli tahmin edilmiştir (Kitonyo et al., 2017). Çalışmada içsellik, gözlenemeyen heterojenlik ve kısa panel yanlılığı problemlerini çözmek için GMM tekniği kullanılmıştır. 22 Avrupa ülkesinin 2012-2019 dönemini kapsayan panel veri analizi ile büyüme modellemesi yapılmıştır (Puertas et al., 2023). Dinamik panel modeller, statik modellerin temel dezavantajını içsellik problemini uygun şekilde ele alarak çözmektedir. Orta Doğu ve Kuzey Afrika bölgesinden 8 orta gelir düzeyindeki ülkenin 2003-2019 dönemini kapsayan panel veri ile girişimcilik ve ekonomik büyüme ilişkisi incelenmiştir (Sabra & Shreteh, 2021). 38 gelişmiş ülkenin 1970-2019 dönemini kapsayan panel veri kullanılarak Solow modeli ve MRW spesifikasyonları Bayesian yaklaşımı ile analiz edilmiştir (Thach, 2025). OECD ülkeleri alt kümesi için panel veri yaklaşımının model uyumunu önemli ölçüde iyileştirdiği bulunmuştur (Dan & Thach, 2024). 130 ülkenin 2007-2019 dönemini kapsayan geniş örneklemli panel veri ile insani kalkınma ve büyüme ilişkisi incelenmiştir (Karaman Aksentijević et al., 2021). 22 ülkenin World Bank veri tabanından 2002-2018 dönemi için elde edilen veriler ile yönetişim kalitesi ve büyüme ilişkisi sistem GMM ile analiz edilmiştir (Bedemo, 2020).

2. ARAŞTIRMA TASARIMI, VERİ SETİ VE BULGULAR

2.1. YÖNTEM VE ALGORİTMA

Uzun yıllar boyunca ekonometrik çalışmaların büyük çoğunluğu, ortalama üretim fonksiyonlarının tahmin edilmesiyle sınırlı kalmıştır. Bu yaklaşımda girdiler ve çıktılar hassaslıkla ölçülmüş olsa da bu ölçümlerin kapsamlı ve teorik temele dayalı bir etkinlik göstergesine dönüştürülmesinde önemli eksiklikler ortaya çıkmıştır. Bu noktada Farrell (1957), teoride tanımlanan üretim sınırının ampirik olarak tahmin edilebileceğini ileri sürerek literatürde büyük çapta yankı uyandıran bir yaklaşımı ortaya koymuştur (Farrell, 1957).

Farrell'in bu çalışması, etkinlik analizine yeni bir boyut kazandırmış ve daha sonra geliştirilecek olan stokastik sınır modellerinin teorik temelini oluşturmuştur. (Farrell, 1957). Bu bağlamda Stokastik Sınır Analizi (SFA) 1977 yılında Aigner ve arkadaşları ile Meeusen ve van den Broeck tarafından birbirinden bağımsız bir şekilde ortaya konulmuş olup teorik ve ampirik açısından yeni bir boyut kazanmıştır (Albert, 1998; Battese & Coelli, 1992; Kasman, 2005; Kumbhakar, 1988; Sickles et al., 2022).

Aigner ve arkadaşları ile Meeusen ve van den Broeck tarafından bağımsız olarak Denklem (1)' de bileşik hata içeren bir üretim sınırı ortaya çıkarmışlardır (Aigner et al., 1977).

$$y_{it} = f(x_{it}, \beta) + \varepsilon_{it}$$

Denklem (1)'de i birimde ve t zamanında gerçekleşen,

y_{it} , Ekonomik büyüme oranını (çıktı),

x_{it} , Açıklayıcı makroekonomik değişkenler (girdiler),

β , tahmin edilecek bilinmeyen parametrelerdir.

ε_{it} , Hata terimini temsil etmektedir.

$$\varepsilon_{it} = V_{it} - U_{it}$$

Denklem (2)'de tanımlanan hata terimi ε_{it} olmak üzere,

v_{it}, simetrik rassal hata terimini temsil etmektedir. v_{it}'ler birbirinden bağımsız ve aynı dağılıma sahip $N(0,\sigma_v^2)$ normal dağıldıkları varsayılmaktadır. u_{it}, teknik etkinsizlik hata terimini ifade etmektedir. u_{it} yarı-normal dağılımdan $N^+(0,\sigma_v^2)$, 'den üretildiği varsayılmıştır (Sickles et al., 2022)

Bir birimin Teknik Etkinlik (TE), gözlenen birim etkisi altında ulaştığı ortalama sonuç seviyesinin, etki bileşenin sıfır olması durumunda elde edilen ortalama sonuç düzeyine oranı olarak tanımlanmaktadır.

$$TE_i = \frac{E(Y_{it}^* | U_i,\ x_{it},\ t = 1,2,...)}{E(Y_{it}^* | U_i = 0,\ x_{it},\ t = 1,2,...)}$$

Burada, t dönemde gerçekleşen ve i'nci birim olmak üzere Y_{it}^*, sonuç değişkenin (ekonomik büyüme oranı) potansiyel değerdir. $0 \le TE_i \le 1$ aralığında yer almaktadır (Ben Mabrouk et al., 2024). Teknik Etkinlik değeri 1'e yakınsadıkça etkinsizlik değerinin düşük olduğunu ve birimin potansiyel performansına daha fazla yaklaştığını göstermektedir. Bu değer 0'a yakınsadıkça birimin büyük ölçüde etkinsizlik değeri sergilediği ve potansiyel performansından uzaklaşmaktadır (Battese & Coelli, 1988).

Frontier modelinde denklem (3)'de belirtilen *teknik etkinlik* formülü, etkinsizlik bileşeninin üstel dönüşümü yoluyla denklem (4)'de belirtildiği gibi ifade edilmektedir (Avcı & Çağlar, 2016; Battese & Coelli, 1988; Battese & Coelli, 1995; Nguyen, 2010).

$$TE_{it} = \exp(-u_{it})$$

Stokastik sınır modeli genel biçimi denklem (1)'de gösterilmiştir. Bu çalışmada Battese ve Coelli yaklaşımı kullanılmıştır. Bu yaklaşım denklem (5)'deki gibi tanımlanmaktadır (Battese & Coelli, 1988)**.**

$$Y_{it} = x_{it}\beta + v_{it} - u_{it}$$

Tüm değişkenler analize başlanmadan önce standart hale getirilmiştir. Bu sayede elde edilen β katsayılarının karşılaştırılabilirliği arttırılarak yorumlamaları kolaylaştırılmıştır (Baule, 2025; Bring, 1994; De Cat, 2020; Sayem et al., 2025; Schielzeth, 2010).

$$z_i = \frac{x_i - \overline{x}_i}{sd(x_i)}$$

Literatürde en çok kullanılan bir başka yöntem *Mutlak Etki*'dir. Değişkenlerin etki güçlerini karşılaştırmak, sıralamak ve bu değişkenler hakkında bilgiye sahip olabilmek için standartlaştırılmış katsayıların mutlak değerleri kullanılmaktadır. (Berger, 2012; Bülent et al., 2013; JINLEI et al., 2025; Krzyśko et al., 2018; Luo et al., 2024; Mackay, 2017; Nadeem & Jabri, 2023; Ojha & Dimov, 2017).

$$Mutlak\ Etki = |\beta|$$

Denklem (7)'de tanımlanan mutlak etki değerlerinin artması daha güçlü bir etkiye sahip olduğu söylenebilmektedir.

Denklem (4)'den yola çıkılarak *teknik etkinsizlik* düzeyi denklem (8)'deki gibi hesaplanılmaktadır (Anthony et al., 2023; Gideon et al., 2017).

$$Teknik\ Etkinsizlik_i = 1 - TE_i$$

Ülkeler arasında karşılaştırma yapılırken, her bir ülkenin yıllık etkinlik skorları ortalaması $\overline{TE_i}$ olmak üzere ülke düzeyinde teknik etkinsizlik ortalaması $1-\overline{TE_i}$ olarak bulunur.

Her bir ülke (i) ve her bir değişken (k) için gözlemler, $t=1,2,\ldots,T_i$ zaman periyotları kapsamında değerlendirilmiştir. Doğrusal modellerde açıklayıcı değişkenin bağımlı değişken üzerindeki anlık olarak etkisi klasik türev yardımıyla denklem (9)'da gösterilmiştir. Bu doğrultuda *marjinal etki*, ilgili değişkenin zaman içindeki bir standart sapma değişiminin büyüme üzerindeki etkisini hesaplarken (Hoffmann et al., 2021; Nieminen, 2022), *kısmi etki* ise ilgili değişkenin zaman içindeki ortalama değerinin büyüme üzerindeki etkisini hesaplamakta ve açıklayıcı değişkenin bağımlı değişkende oluşturduğu katkıyı da dikkate almaktadır (Holgersson et al., 2014). Her iki etki türünün hesaplanışı sırasıyla denklem (10) ve denklem (11)'de gösterilmiştir.

$$\frac{\partial y_i}{\partial X_{ik}} = \beta_k$$

$$ME_{ik} = \beta_k sd(X_{ikt})$$

$$KE_{ik} = \beta_k \left(\frac{1}{T_i}\sum_{t=1}^{T_i} X_{ikt}\right) = \beta_k \overline{X}_{ik}$$

2.2. VERİ SETİ VE DERLEME SÜRECİ

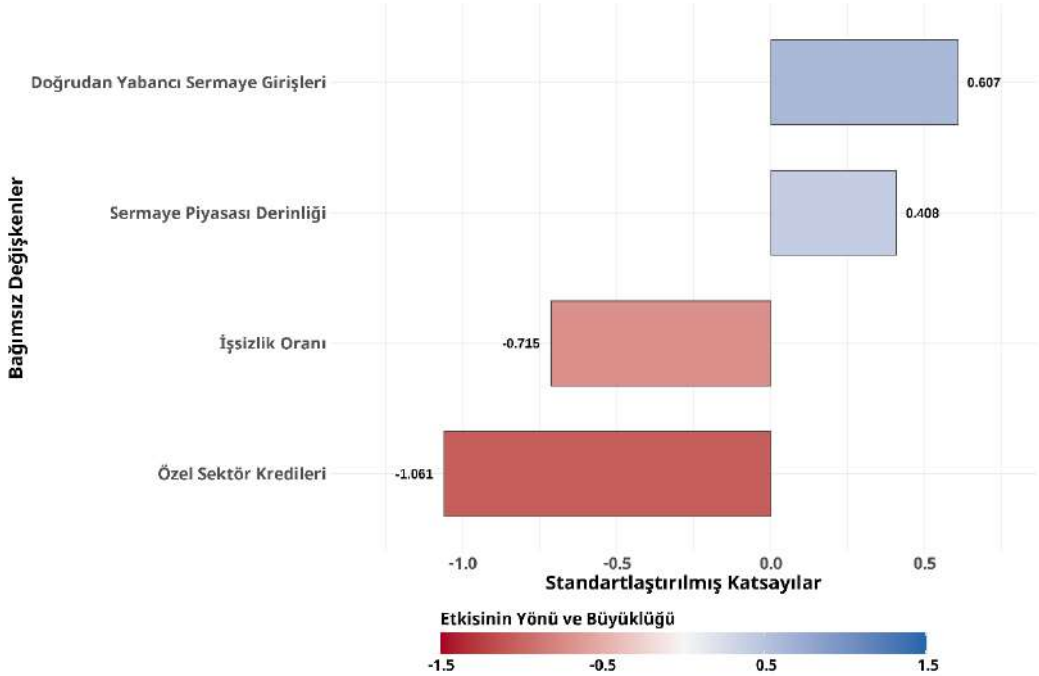
Bu çalışmada panel veri seti kullanılmıştır. Panel veri seti, her bir birime ait tekrar eden gözlemlerin bir araya gelmesiyle oluşmaktadır ve modele zamanı da dahil edilmektedir. Bu sayede daha fazla bilgi içerip stokastik sınır tahminlenmesi geniş ve esnek bir çerçeveye sahip olacağı söylenebilmektedir. Böylelikle teknik etkinliğin birimler arasında farklılık gösterdiği ve zaman içinde sabit kaldığı modellerin yanında hem birimler arasında hem de zaman içerisinde değişmesine izin veren modeller olarak iki farklı türde incelenebilmektedir (El Mehdi & Hafner, 2021; Nguyen, 2010).

Veri seti oluşturulurken 217 ülkeye ait 2010-2022 yılları süresince faiz oranı, özel sektör kredileri, sermaye piyasası derinliği, doğrudan yabancı yatırımlar, işsizlik oranı değerleri, enflasyon ve Vergi/GSYH olmak üzere yedi makroekonomik gösterge, Dünya Bankası'nın World Development Indicators (WDI) veri tabanı vasıtasıyla oluşturulmuştur. Bu işlenmemiş veri setinde ülkelerde ve ülkelere ait göstergelerde veriler derlenmediğinden dolayı eksik gözlem oranın oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Model parametrelerinin doğruluğunu arttırmak için model kurulmadan önce veri setine filtreleme işlemi uygulanmıştır. Bir ülkeye ait toplam gözlemlerin %25'inden fazlası eksik veriye sahipse ve bir yıl içerisindeki ülkelerin %40'ından fazlasının ilgili makroekonomik göstergelere ait boş veriler veri setinden çıkartılmıştır.

2.3. ANALİZ VE BULGULAR

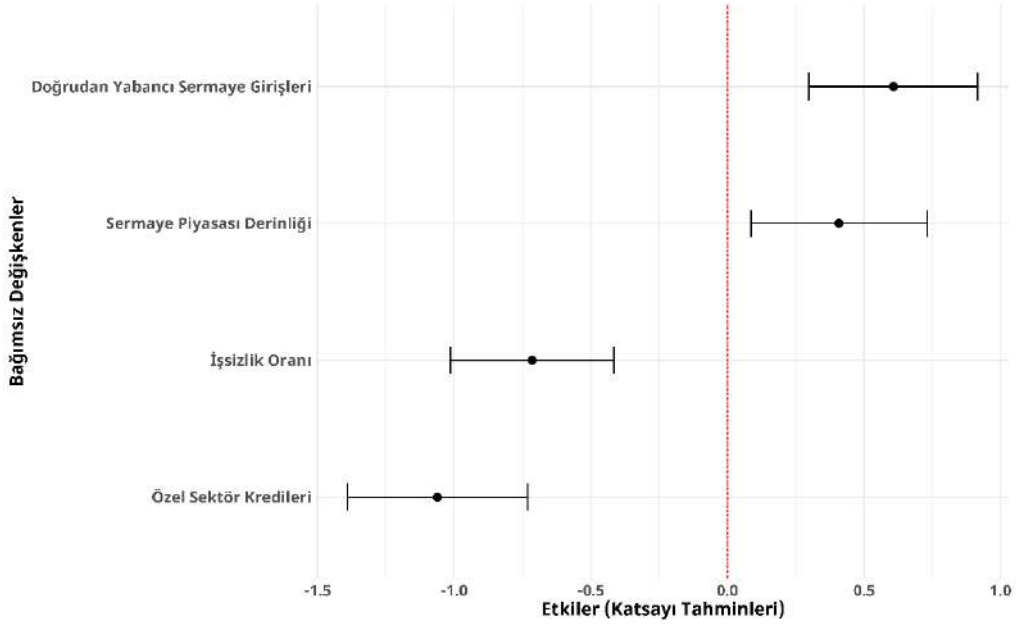
Veri derleme sonucunda panel verideki dengesizlik ve model tahminlerinde ortaya çıkabilecek tutarsızlıklar giderilmiş olup modeldeki parametrelerin doğruluğu arttırılmıştır. Bu sayede veri setinde bulunan 217 ülke sayısı 60 ülkeye düşmüştür. R programlama dili kullanılarak gerçekleştirilen analiz sonucunda, ekonomik büyüme oranı bağımlı değişken olarak ele alınmış ve modeldeki parametreler maksimum olabilirlik yöntemiyle tahmin edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre yabancı sermaye girişleri, özel sektör kredileri, sermaye piyasa derinliği ve işsizlik oranı değişkenleri istatistiksel olarak model için anlamlı bulunmuş olup ($p<0.05$) diğer makroekonomik göstergeler modele dahil edilmemiştir.

Standartlaştırılmış katsayıların göreceli büyüklüklerine göre doğrudan yabancı sermaye girişleri ekonomik büyümeyi güçlü ve pozitif yönde etkilemektedir. Sermaye piyasası derinliği değeri ise büyüme üzerinde orta düzeyde pozitif bir etki göstermektedir. İşsizlik oranı büyümeyi güçlü ve negatif yönde etkilerken, özel sektör kredileri ekonomik büyüme üzerinde çok güçlü ve negatif bir etkiye sahip olup Şekil 1'de gösterilmiştir. Ayrıca bu değerlere ilaveten gamma katsayısı yaklaşık olarak 0.92 olarak bulunmuştur. Bu doğrultuda toplam varyansın büyük ölçüde teknik etkinsizlikten kaynaklandığını söylemek mümkündür.



Şekil 1. Bağımsız değişkenlerin katsayıları

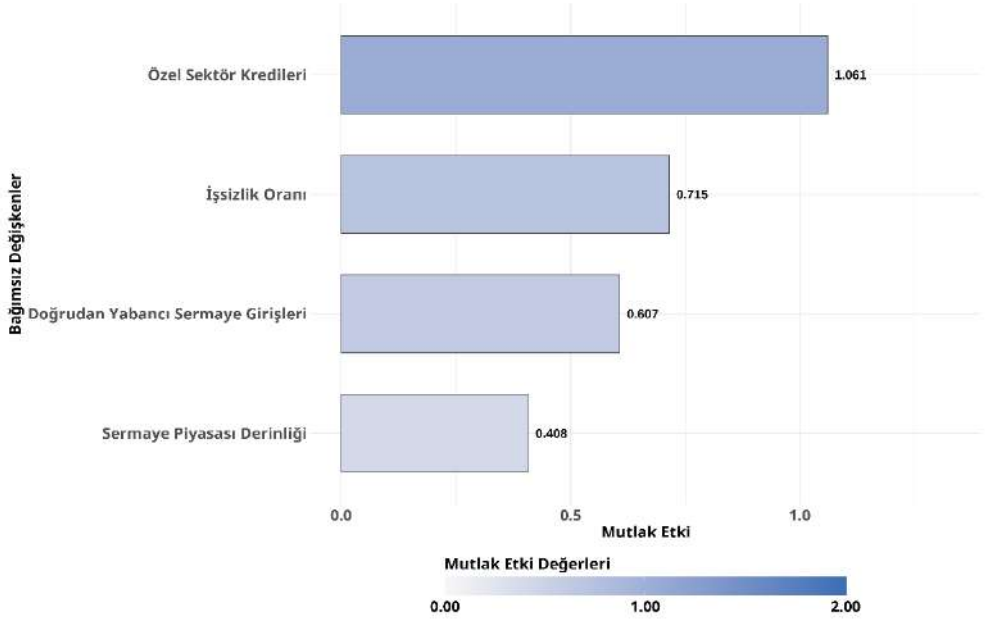
Bağımsız değişkenlerin %95 güven düzeyinde güven aralıkları Şekil 2'de sunulmaktadır. Doğrudan yabancı sermaye girişleri değişkeninin katsayısı 0.607 ve güven aralığı [0.299, 0.915]; sermaye piyasası derinliği katsayısı 0.408 olup güven aralıkları [0.086, 0.729] olarak elde edilmiştir. Bu iki değişkenin ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Özel sektör kredileri değişkenin katsayısı -1.061 olup güven aralıkları [−1.391, −0.731] olmakla beraber işsizlik oranın katsayısı -0.715 olarak bulunmuş ve güven aralığı [−1.014, −0.415] olarak elde edilmiştir. Bu iki değişkenin güven aralıkları negatif alanda yer alması, büyüme üzerinde negatif yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir etki göstermektedir.



Şekil 2. Değişkenlerin %95 güven aralıkları

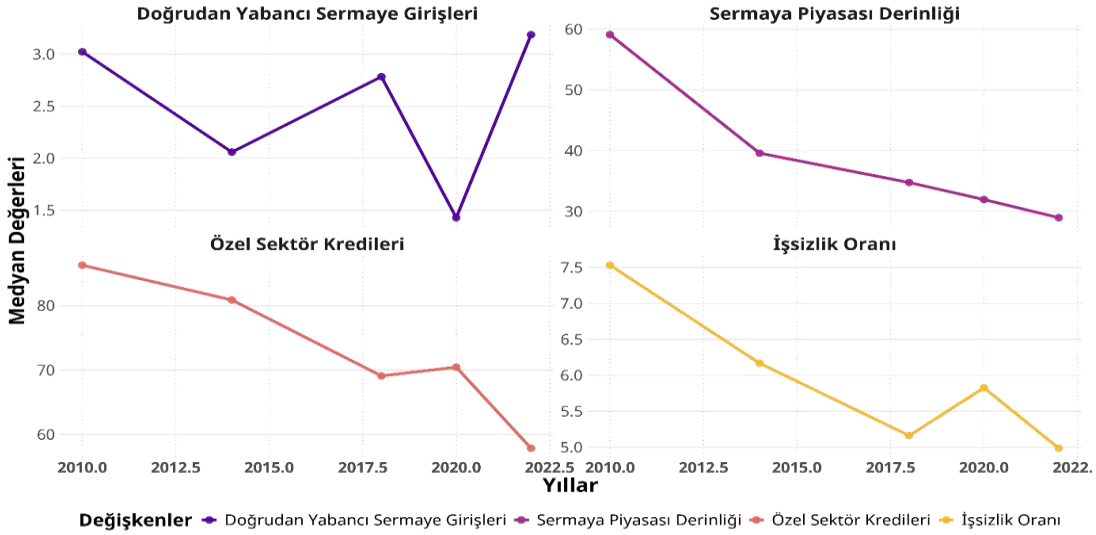
Model içerinde anlamlı kalan değişkenlerin etki güçlerini karşılaştırmak için denklem (7)'den yararlanılmıştır. Şekil 3'te standartlaştırılmış katsayıların mutlak değerleri üzerinden değişkenlerin etki büyüklükleri karşılaştırılmıştır. Özel sektör kredileri değişkeninin ekonomik

büyüme üzerinde en yüksek etki büyüklüğüne sahip olup, bu değişkeni işsizlik oranı, doğrudan yabancı sermaye girişleri ve son olarak da sermaye piyasası derinliği izlemektedir.



Şekil 3. Değişkenlerin mutlak etki büyüklükleri

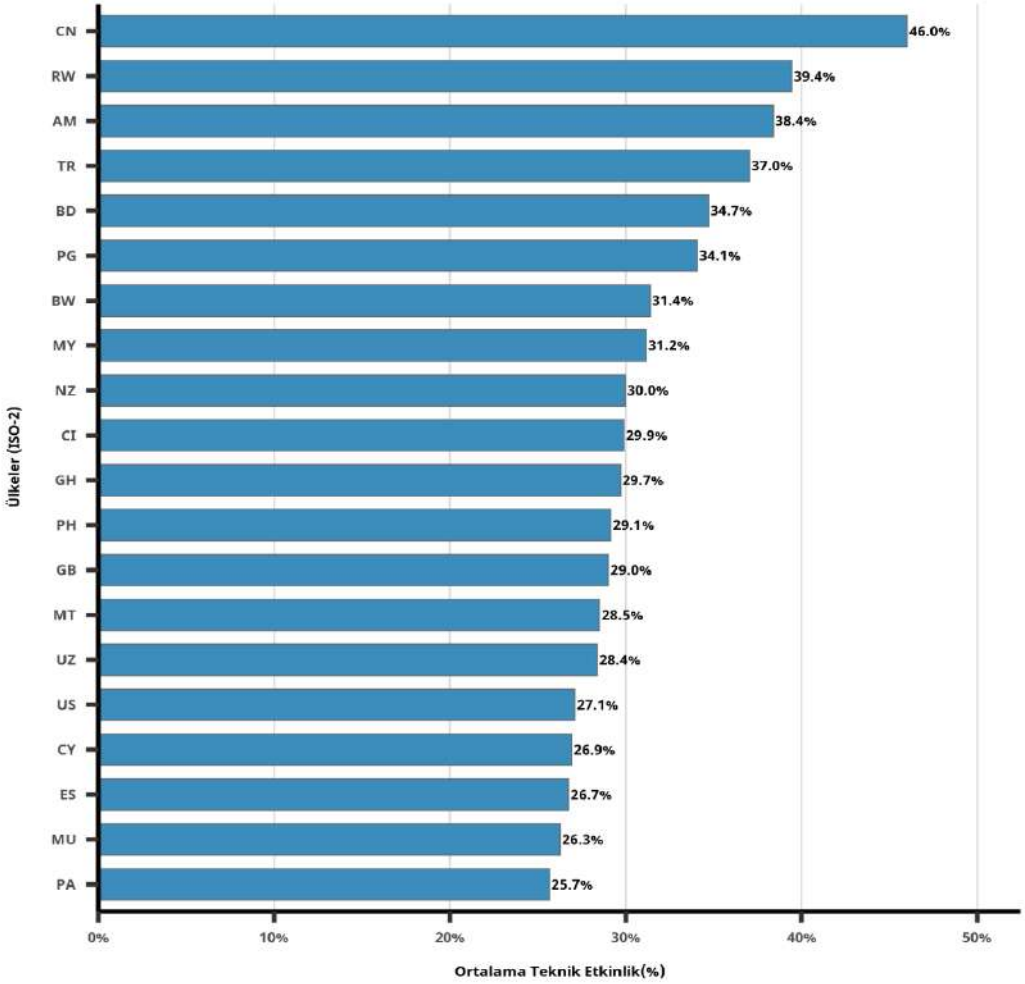
Şekil 4'te 2010-2022 dönemleri arasında ülkeler için yıllık medyan değerleri modelde anlamlı bulunan dört değişken için değişimleri gösterilmiştir. Her bir değişken kendi ölçeği içerisinde değerlendirilmiştir. Sermaye piyasası derinliği ve özel sektör kredileri değişkenlerinde aşağı yönlü eğilim görülmektedir. Doğrudan yabancı sermaye girişleri değişkeninde genel bir azalma eğilimi görülürken 2020 yılından sonra bir ilerleme söz konusu olduğu görülmektedir. Son değişken olan işsizlik oranı, medyan değerlerinde 2010–2018 arasında gerilerken, 2020 yılında artış göstermiş ve 2022'de yeniden düşüş eğilimine girdiği görülmektedir.



Şekil 4. Değişkenlerin Yıllara Göre Medyan Değerleri

SFA model çıktısına göre veri setinde yer alan tüm gözlemlerin(ülke-yıl) teknik etkinlik ortalaması 0.452 olarak bulunmuştur. Ülkeler arasında daha etkili bir karşılaştırma yapabilmek için her ülkenin mevcut yıllar boyunca ortalama teknik etkinliği hesaplanmış ve ülke ortalamalarının aritmetik ortalaması 0.230 olarak bulunmuştur. 60 ülke içeresinde ortalama etkinlik değerleri yaklaşık olarak %34 ile %46 arasında değişkenlik gösteren Çin, Ruanda, Ermenistan, Türkiye ve Bangladeş ülkeleri en yüksek ortalama etkinlik değerlerinde ilk 5 ülke arasında yer almaktadır. Ortalama etkinlik düzeyleri yaklaşık olarak %6 ile %14 arasında

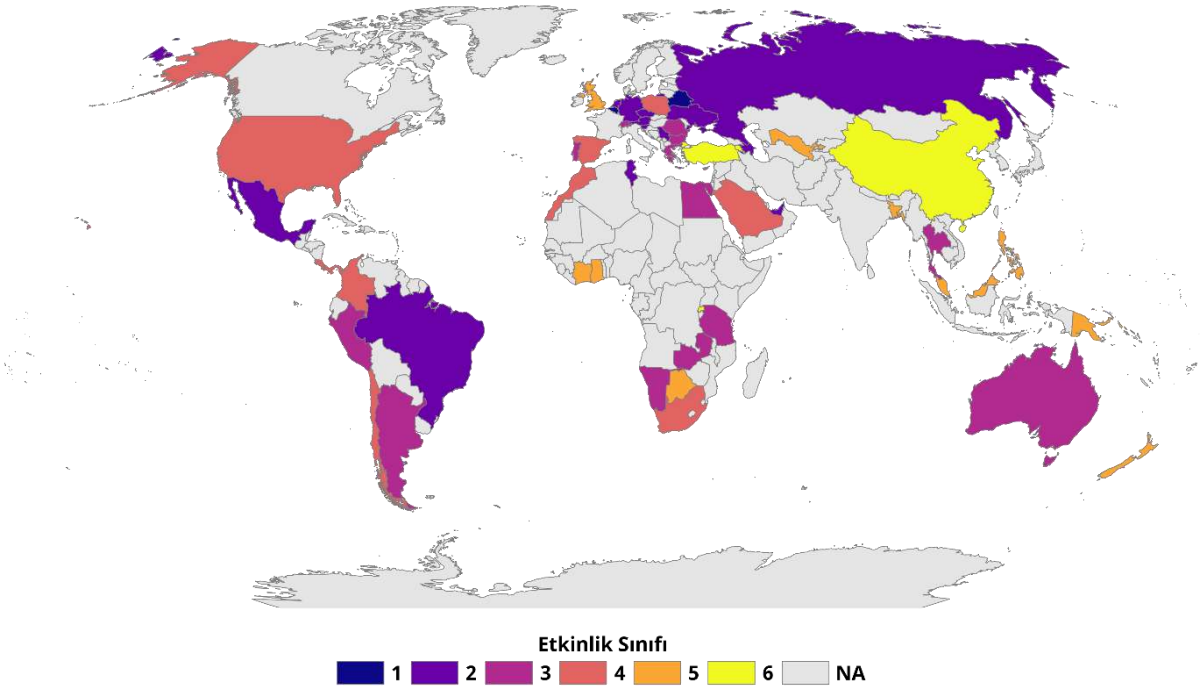
değişkenlik gösteren Hollanda, Meksika, Belçika, Barbados ve Belarus ülkeleri en düşük ortalama etkinlik değerine sahip olan 5 ülke arasında yer almaktadır.
Şekil 5'te teknik etkinlik değeri en yüksek olan 20 ülke sıralanmıştır.



Şekil 5. İlk 20 ülkenin ortalama teknik etkinlik düzeyleri

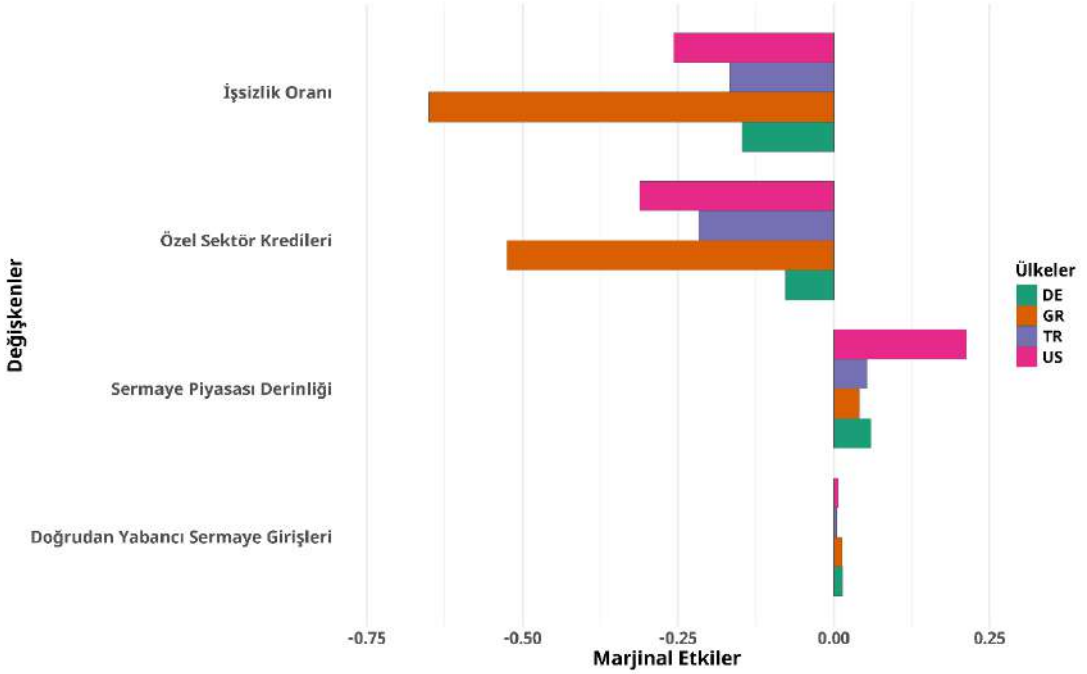
Ülkelerin ortalama teknik etkinlikleri dünya haritasında gösterilmesi Doğal Kırılımlar (Jenks) yöntemi ile gruplandırılmıştır. Bu yöntem coğrafi ve mekânsal veri analizlerinde görselleştirmede yaygın olarak kullanılmaktadır. Farklı değerlere sahip veri setindeki benzer değerleri K sınıfa gruplamaktadır. Doğal Kırımlar yöntemi her bir sınıfın varyansını minimize ederken sınıflar arası varyansı da maksimize etmektedir. Bu sayede veri seti için en uygun ve yüksek ayırt edici bir gruplama sonucu elde edilmektedir (Chen et al., 2013; Gui et al., 2025; Hou et al., 2022; Khamis et al., 2018).

Şekil 6'da sunulan dünya haritasında Doğal Kırılımlar yöntemine göre bu çalışmada 6 farklı gruba ayrılmış olup bu 6 farklı grup farklı renk skalasıyla gösterilmiştir. 6 farklı grup içerisinde en düşük etkinlik düzeyi birinci grup olmak üzere yaklaşık 0.0627 ile 0.1187 aralığında yer alıp 3 ülkeyi kapsamaktadır. İkinci grup 0.1366 ile 0.1779 aralığında 15 ülkeden oluşurken, üçüncü grup 0.1838 ile 0.2279 aralığında yer alan 14 ülkeyi kapsamaktadır. Dördüncü grup, ortalama etkinlik değerleri 0.2341 ile 0.2711 arasında değişen 13 ülkeyi kapsamaktadır. Beşinci grup ise 0.2838 ile 0.3472 aralığında bulunan 11 ülkeden oluşmaktadır. En yüksek ortalama teknik etkinliği kapsayan altıncı grup, yaklaşık 0.3704 ile 0.4601 aralığında yer alan 4 ülkeyi içermektedir.



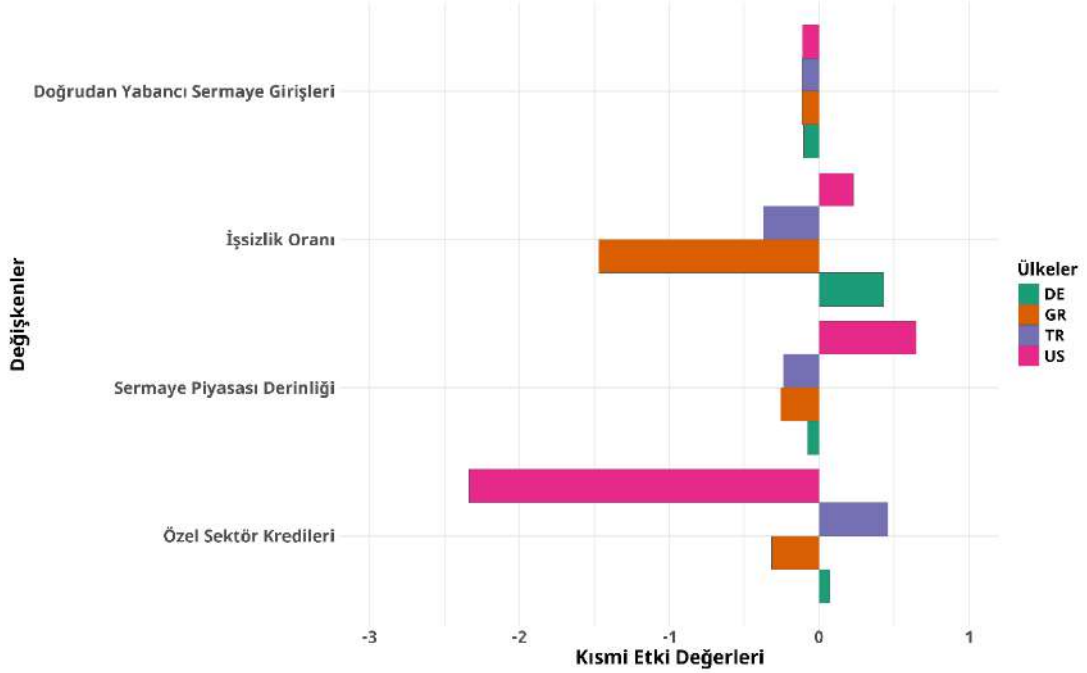
Şekil 6. Dünya haritasında etkinliklerin sınıflandırılması

Dört ülkenin marjinal etkileri Şekil 7'de gösterildiği gibi karşılaştırılmıştır. İşsizlik oranı ve özel sektör kredileri değişkenlerinin tüm ülkelerde büyüme üzerinde negatif marjinal etkilere sahip olduğunu görülmektedir. Bu negatif etki özellikle Yunanistan'da daha yüksek büyüklüğe ulaşırken Almanya ise dört ülke arasında en düşük büyüklüğe sahiptir. Türkiye, işsizlik ve özel sektör kredileri değişkenlerinin marjinal etkileri negatif bölgede yer almakla beraberinde büyüme üzerinde negatif yönlü bir etki göstermektedir. Ancak bu etkinin büyüklüğü genel olarak Yunanistan kadar yüksek olmadığı görülmektedir. Sermaye piyasası derinliği büyüme üzerinde pozitif marjinal etki üretmekte ve bu etkinin en güçlü biçimde ABD'de gözlemlenmiştir. Doğrudan yabancı sermaye girişlerinde ise değişkeninin marjinal etkisi, Türkiye dahil olmak üzere dört ülke arasında oldukça düşük düzeylerde olup sıfıra yakın marjinal etkilere sahiptirler.



Şekil 7. Ülke bazında marjinal etkilerin karşılaştırılması

Dört ülkenin kısmi etkileri şekil 8'de gösterildiği gibi karşılaştırılmıştır. Özel sektör kredileri değişkeninde ABD'de güçlü biçimde diğer ülkelerden ayıran bir negatiflik söz konusuyken, Yunanistan'da bu etki düşük negatiftir. Türkiye'de bu durumun pozitif seyrettiği ve Almanya'nın da kısmi etki değerleri sıfıra yakın sınırlı bir büyüklükte seyretmiştir. İşsizlik Oranı bakımından Yunanistan ve Türkiye negatif etkilere sahip olmakla birlikte Almanya ve ABD'de pozitif etki görülmektedir. Sermaye piyasası derinliği ABD'de büyümeye pozitif katkı sağlarken diğer ülkelerde düşük negatif katkı sağlamıştır. Son değişken olan doğrudan Yabancı sermaye girişlerinde tüm ülkelerin kısmi etkisi sıfıra yakın negatif düzeylerde seyretmiştir.



Şekil 8. Ülke bazında kısmi etkilere göre karşılaştırma

3. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışma, 2010–2022 dönemleri boyunca 60 ülkeden elde edilen panel verilerden yararlanılarak SFA ile ekonomik büyümeyi etkileyen makroekonomik değişkenler incelenmiştir. Model sonuçları, doğrudan yabancı sermaye girişleri ve sermaye piyasası derinliğinin büyüme üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuşken, işsizlik oranı ve özel sektör kredilerinin ise negatif ve istatistiksel olarak anlamlı etkilere sahip olduğunu göstermektedir. Hata bileşenleri açısından gamma katsayısının büyüklüğü yaklaşık 0.92 olarak bulunmuş olup, büyüme performansındaki sapmaların önemli bir kısmının rassal şoklardan kaynaklanmadığı teknik etkinsizliklerden de kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Bundan dolayı ülkelerin benzer koşullar altında büyüme potansiyellerine ne ölçüde yaklaşabildiklerinin politika değerlendirmesinde ayrıca izlenmesi gerekmektedir. Bu çerçevede, filtrelenmiş tüm gözlemler (ülke-yıl olarak) için ortalama teknik etkinlik değeri 0.452 bulunmuştur. Ülke ortalamalarının aritmetik ortalamasının ise 0.230'dur. Dolayısıyla ülkeler arasında teknik etkinlik düzeylerinde farklılıklar oluşmaktadır. Bu durumda ekonomik büyüme düzeyleri dikkate alındığında bazı ülkelerin mevcut koşullar altında erişilebilecek en yüksek büyüme seviyesine daha yakın performans gösterdiği, bazı ülkelerin ise bu seviyenin altında kaldığı anlaşılmaktadır. Ülke sıralamalarında Çin, Ruanda, Ermenistan, Türkiye ve Bangladeş en yüksek değerlere sahipken Hollanda, Meksika, Belçika, Barbados ve Belarus en düşük ortalama etkinlik değerlerine sahip ülkeler olarak öne çıkmaktadır. Zaman açısından, Şekil 4'te ülkelerin yıllık medyan değerleri üzerinden sermaye piyasası derinliği ve özel sektör kredilerinde aşağı yönlü bir eğilime, doğrudan yabancı sermaye girişlerinde 2020 sonrası toparlanmaya ve işsizlik oranında 2010–2018 düşüşünün ardından 2020'de artış ve 2022'de yeniden bir gerileme görülmüştür. Bu sonuçlar bir bütün olarak değerlendirildiğinde, finansal derinleşme ve dış sermaye akımlarının büyüme açısından olanaklar sağlamasına karşın, kredi genişlemesinin niteliği ve işgücü piyasası koşullarının büyümenin sürdürülebilirliği üzerinde belirleyici bir role sahip olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Ayrıca makro göstergelerin etkilerinin çoğu zaman orta–uzun vadeli geri bildirim mekanizmalarıyla ortaya çıktığı dikkate alındığında, politika değerlendirmelerinde dinamik ve çok göstergeli bir yaklaşımın benimsenmesi önem taşımaktadır.

Hem ekonomik hem de sosyal yaşamı direkt etkileme gücüne sahip olan işsizlik ve ekonomik büyüme kavramları ekonomik ve sosyal politikaların formülasyonu açısından son derece kritik bir öneme sahiptir (Alrakhman & Susetyo, 2022; Soylu et al., 2018). Bu yüzden sürdürülebilir ekonomik büyüme, ülkelerin gelişmişlik düzeylerine bakılmaksızın her ülkenin ana politikasında yer alması gerekmektedir. Sürdürülebilir ekonomik büyüme, yalnızca üretim ve yatırım artışıyla değil, aynı zamanda geniş istihdam kapasitesi, adaletli gelir dağılımı ve toplumsal refah düzeyinin iyileştirilmesiyle mümkün olmaktadır. Bu doğrultuda, uzun vadede ekonomik büyüme politikalarının sosyal refah göstergeleriyle birlikte ele alınması, ekonomik performansın kapsayıcı ve dengeli biçimde yönetilmesini sağlayacaktır. Ekonomik büyümenin sürdürülebilir biçimde sağlanması, ekonomisi gelişmiş ülkelerle sınırlı kalmamalı, gelişmekte olan ülkeler açısından da kalkınma stratejisinin merkezinde yer almalıdır. Bu sayede yoksulluğun azaltılması, istihdamın artırılması, kamu hizmetlerinin iyileştirilmesi ve insanların genel refahının artırılması gibi en arzu edilen makroekonomik hedeflerin başarılmasında etkili bir rol oynamaktadır (Rahman et al., 2023; Rosli et al., 2022). Bunlara ek olarak literatürde belirtildiği gibi, çevresel bozulma ve ihracat yoğunlaşması gibi faktörlerin uzun dönemli büyüme üzerindeki olası sınırlayıcı etkileri göz önünde bulundurularak ekonomik büyüme stratejileri yalnızca üretim artışıyla kalmamakla beraber kaynakların verimli ve eşit bir şekilde kullanılması gerektiği vurgulanmaktadır (Bansal et al., 2021; Rahman et al., 2023).

Yapılacak olan başka çalışmaların, ekonomik büyüme performansını etkileyen makroekonomik değişkenlerin yanı sıra sosyal göstergeleri de daha ayrıntılı bir şekilde incelenmesi yararlı olacaktır. Zamanla değişen teknik etkinlik yapılarının panel veri yapılarıyla birlikte incelenmesi

sayesinde teknolojik ilerleme, beşeri sermaye birikimi, kurumsal kalite ve çevresel sürdürülebilirlik gibi unsurların büyüme üzerindeki dolaylı etkilerini daha kapsamlı bir şekilde değerlendirmeye olanağı sağlayabilir. Ayrıca, alternatif modeller de kullanılarak ülkeler arası karşılaştırmaların paralel doğrultuda gitmesi, elde edilen sonuçların güvenilirliğini arttırmaya olanak sağlamaktadır. Bu tür çeşitli analizler sayesinde, sadece büyüme hızlarını kalmayıp, büyümenin kalitesini, kapsayıcılığını ve sürdürülebilirliğini de ölçmeyi hedefleyen yeni politika yaklaşımlarına önemli katkılar sağlayabilir.

4. KAYNAKÇA

Ahuja, D., & Pandit, D. (2022). Social spending as a development tool: evidence from developing countries. *European Journal of Government and Economics (EJGE)*, *11*(1), 73-96.

Aigner, D., Lovell, C. K., & Schmidt, P. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of econometrics*, *6*(1), 21-37.

Albert, M. G. (1998). Regional technical efficiency: a stochastic frontier approach. *Applied Economics Letters*, *5*(11), 723-726.

Alrakhman, D., & Susetyo, D. (2022). Effect of Unemployment Rate, Inequality and Investment Against Economic Growth on The Island of Sumatra. 7th Sriwijaya Economics, Accounting, and Business Conference (SEABC 2021),

Anthony, L., Ebukıba, E. S., Alabuja, F. O., Alabı, O. O., & Afuye, K. J. (2023). Analysis of Profitability, Technical Efficiency and Allocative Efficiency of Watermelon Production in Federal Capital Territory, Nigeria. *Eurasian Journal of Agricultural Research*, *7*(1), 1-20.

Avcı, T., & Çağlar, A. (2016). Stokastik Sınır Analizi: İstanbul Sanayi Odası'na Kayıtlı Firmalara Yönelik Bir Uygulama. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, *4*(2), 17-57.

Bansal, S., Sharma, G. D., Rahman, M. M., Yadav, A., & Garg, I. (2021). Nexus between environmental, social and economic development in South Asia: evidence from econometric models. *Heliyon*, *7*(1).

Battese, G. E., & Coelli, T. J. (1988). Prediction of firm-level technical efficiencies with a generalized frontier production function and panel data. *Journal of econometrics*, *38*(3), 387-399.

Battese, G. E., & Coelli, T. J. (1992). Frontier production functions, technical efficiency and panel data: with application to paddy farmers in India. *Journal of productivity analysis*, *3*(1), 153-169.

Battese, G. E., & Coelli, T. J. (1995). A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. *Empirical economics*, *20*(2), 325-332.

Baule, T. (2025). *Rational Dissent: Economic Perspectives on Protesting*

Bedemo, A. (2020). Governance Quality and Growth Performance in Sub-Sahara Africa: Dynamic Panel Systems Generalized Methods of Moments. *Governance*, *86*.

Ben Mabrouk, M., Hammami, S., & Ouertani, M. N. (2024). Measuring the time-invariant and time-varying technical efficiency of ports in Tunisia: a stochastic frontier analysis. *Maritime Business Review*, *9*(4), 349-368.

Berger, T. (2012). What Determines the Location of Industry? Endowments, Market Potential, and Industry Location in Swedish Regions, 1900-1960.

Bernardelli, M., Próchniak, M., & Witkowski, B. (2019). Towards the Similarity of the Countries in Terms of Business Cycle Synchronization and Income Level Equalization–Empirical Analysis. *Journal of Administrative and Business Studies*, *5*(5), 291-302.

Bring, J. (1994). How to standardize regression coefficients. *The American Statistician*, *48*(3), 209-213.

Bülent, K., Cüneyt, O., & Arif, O. (2013). Determinants of capital structure: Evidence from a major emerging market economy.
Chen, J., Yang, S., Li, H., Zhang, B., & Lv, J. (2013). Research on geographical environment unit division based on the method of natural breaks (Jenks). *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, *40*, 47-50.
Dan, T. B., & Thach, N. N. (2024). Which Solow Model–Homogeneous technology-, heterogeneous technology-, or human capital-augmented–Best explains OECD growth? Fresh evidence from Bayesian Monte Carlo Simulations. *Montenegrin Journal of Economics*, *20*(2), 251-265.
De Cat, C. (2020). Predicting language proficiency in bilingual children. *Studies in Second Language Acquisition*, *42*(2), 279-325.
Deco, K. A., Bale Robe, E., Kawo, K. N., & Dessiso, A. H. (2019). ICT and economic growth in East African countries: A panel data approach. *Journal of Information Engineering and Applications*, *9*(7), 1-16.
Eggoh, J., Houeninvo, H., & Sossou, G.-A. (2015). Education, health and economic growth in African countries. *Journal of Economic Development*, *40*(1), 93.
El Mehdi, R., & Hafner, C. M. (2021). Panel stochastic frontier analysis with dependent error terms. *International Econometric Review*, *13*(2), 24-40.
Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the royal statistical society series a: statistics in society*, *120*(3), 253-281.
Garzarelli, G., & Limam, Y. R. (2019). Physical capital, total factor productivity, and economic growth in sub-Saharan Africa. *South African Journal of Economic and Management Sciences*, *22*(1), 1-10.
Gideon, D.-A., Brightina, A., & Samuel, A. D. (2017). Off-farm participation and technical efficiency among smallholder farmers in the Northern Region, Ghana. *APSTRACT: Applied Studies in Agribusiness and Commerce*, *11*, 35-44.
Gomes, S., Ferreira, J., Lopes, J. M., & Farinha, L. (2022). The impacts of the entrepreneurial conditions on economic growth: Evidence from OECD countries. *Economies*, *10*(7), 163.
Gui, R., Song, W., Lv, J., Lu, Y., Liu, H., Feng, T., & Linghu, S. (2025). Digital elevation model-driven river channel boundary monitoring using the natural breaks (Jenks) method. *Remote Sensing*, *17*(6), 1092.
Gumede, V. (2022). Estimating the Role of Government in Socio-Economic Development in South Africa. *Journal of Economics and Management Sciences*, *5*(2), p34-p34.
Hoffmann, R., Muttarak, R., Peisker, J., & Stanig, P. (2021). Voting for Tomorrow: Climate Change, Environmental Concern and Green Voting.
Holgersson, H., Norman, T., & Tavassoli, S. (2014). In the quest for economic significance: assessing variable importance through mean value decomposition. *Applied Economics Letters*, *21*(8), 545-549.
Hou, C., Xie, Y., & Zhang, Z. (2022). An improved convolutional neural network based indoor localization by using Jenks natural breaks algorithm. *China Communications*, *19*(4), 291-301.
Ikram, M., Prasmuko, A., Anugerah, D. F., & Kurniati, I. N. (2012). Analysis of sectoral efficiency and the response of regional policy. *Bulletin of Monetary Economics and Banking*, *14*(3), 299-318.
JINLEI, L., MEILIN, J., & XIAOWEI, C. (2025). EXTENDED TAM MODEL ANALYSIS OF CONTINUOUS USE FACTORS AND PSYCHOLOGICAL WELL-BEING ON UNIVERSITY LEARNING PLATFORMS. *COMPUTER FRAUD & SECURITY*, 349-364.
Josifidis, K., Mitrović, R. D., & Ivančev, O. (2012). Heterogeneity of growth in the west Balkans and emerging Europe: A dynamic panel data model approach. *Panoeconomicus*, *59*(2), 157-183.

Karaman Aksentijević, N., Ježić, Z., & Zaninović, P. A. (2021). The effects of information and communication technology (ICT) use on human development—A macroeconomic approach. *Economies*, *9*(3), 128.
Kasman, A. (2005). Efficiency and scale economies in transition economies: Evidence from Poland and the Czech Republic. *Emerging Markets Finance and Trade*, *41*(2), 60-81.
Khamis, N., Sin, T. C., & Hock, G. C. (2018). Segmentation of residential customer load profile in peninsular Malaysia using Jenks natural breaks. 2018 IEEE 7th international conference on power and energy (PECon),
Kitonyo, P., Kiriti-Nganga, T., & Okado, D. (2017). Remittances-Growth Nexus: What Does the Evidence in the Common Market for Eastern and Southern Africa Show? *Current Research Journal of Economic Theory*, *9*, 1-12. https://doi.org/10.19026/crjet.9.5295
Krzyśko, M., Łukaszonek, W., & Wołyński, W. (2018). Discriminant coordinates analysis in the case of multivariate repeated measures data. *Statistics in Transition New Series*, *19*(3).
Kumbhakar, S. C. (1988). On the estimation of technical and allocative inefficiency using stochastic frontier functions: The case of US class 1 railroads. *International economic review*, 727-743.
Liu, Z.-q., Cai, Z.-w., Fang, Y., & Lin, M. (2020). Statistical analysis and evaluation of macroeconomic policies: A selective review. *Applied Mathematics-A Journal of Chinese Universities*, *35*(1), 57-83.
Lucas Jr, R. E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of monetary economics*, *22*(1), 3-42.
Luo, J., Klein, T., Walther, T., & Ji, Q. (2024). Forecasting realized volatility of crude oil futures prices based on machine learning. *Journal of Forecasting*, *43*(5), 1422-1446.
Mackay, N. (2017). Predicting goal probabilities for possessions in football. *Vrije Universiteit Amsterdam*.
Medina-Moral, E., & Montes-Gan, V. J. (2018). Economic freedom, good governance and the dynamics of development. *Journal of Applied Economics*, *21*(1), 44-66.
Minsky, H. P. (1986). *Stabilizing an Unstable Economy*. Yale University Press. https://books.google.com.tr/books?id=MmGtHAAACAAJ
Moyo, C., & Phiri, A. (2024). Knowledge creation and economic growth: the importance of basic research. *Cogent Social Sciences*, *10*(1), 2309714.
Nadeem, K., & Jabri, M.-A. (2023). Stable variable ranking and selection in regularized logistic regression for severely imbalanced big binary data. *Plos one*, *18*(1), e0280258.
Navasardyan, M., & Mkrtchyan, T. (2023). Assessing economic growth quality. *International Journal of Professional Business Review: Int. J. Prof. Bus. Rev.*, *8*(7), 99.
Nguyen, N. B. (2010). *Estimation of technical efficiency in stochastic frontier analysis* Bowling Green State University].
Nieminen, P. (2022). Application of standardized regression coefficient in meta-analysis. *BioMedInformatics*, *2*(3), 434-458.
Ojha, S., & Dimov, L. (2017). Variation in the diversity-productivity relationship in young forests of the eastern United States. *Plos one*, *12*(11), e0187106.
Puertas, R., Marti, L., & Calafat, C. (2023). Agricultural and innovation policies aimed at mitigating climate change. *Environmental Science and Pollution Research*, *30*(16), 47299-47310.
Rahman, M. M., Velayutham, E., & Abul Kashem, M. (2023). Are environmental damage and export concentration the major threats for the long-run economic growth in Bangladesh? *Plos one*, *18*(4), e0284620.
Ray, S. C., Chambers, R. G., & Kumbhakar, S. (2022). *Handbook of production economics*. Springer.

Rosli, N. S., Isa, M. A. M., & Mohamed, S. (2022). The nexus of economic growth with macroeconomic variables and corruption: Fresh evidence from Vietnam. *International Journal of Academic Reserach in Economics and Management Sciences*, *11*(3).
Sabra, M. M., & Shreteh, D. (2021). The nexus relationship between entrepreneurship and economic growth dynamic: Evidence from selected MENA countries. *International Economic Policy*(35), 56-75.
Sayem, S., Bhuiyan, M. N. H., Sayed, N. A., & Nath, A. D. (2025). Multivariate Regression Modeling of Health Inequities: The Role of Social Determinants of Health. *AL-Kindy College Medical Journal*, *21*(3), 198-205.
Schielzeth, H. (2010). Simple means to improve the interpretability of regression coefficients. *Methods in Ecology and Evolution*, *1*(2), 103-113.
Semanou, A. N., & Uslu, K. (2021). COMPARATIVE ANALYSIS OF PRODUCTION EFFICIENCY IN WEST AFRICA. *Journal of Research in Economics*, *5*(1), 99-116.
Shee, A., & Stefanou, S. E. (2015). Endogeneity corrected stochastic production frontier and technical efficiency. *American Journal of Agricultural Economics*, *97*(3), 939-952.
Sickles, R. C., Wang, Z., & Zelenyuk, V. (2022). *Stochastic frontier analysis for healthcare, with illustrations in R*. School of Economics, University of Queensland.
Soylu, Ö. B., Çakmak, İ., & Okur, F. (2018). Economic growth and unemployment issue: Panel data analysis in Eastern European Countries. *Journal of International Studies*, *11*(1).
Sun, Z. (2023). A Study on the Relationship of Macroeconomic Regulation and Its Legal Adjustments. *LNEP*, *26*, 149-157.
Thach, N. N. (2025). Which Explains Income Differences across Advanced Economies: Solow Model or MRW Specifications? Fresh Evidence From Bayesian Monte Carlo Simulations. *SAGE Open*, *15*(1), 21582440251327016.
Tsaurai, K., & Ndou, A. (2019). Infrastructure, human capital development and economic growth in transitional countries. *Comparative Economic Research. Central and Eastern Europe*, *22*(1), 33-52.
Tuncay, Ö., & Oruç, D. (2021). Gelişmekte Olan Ekonomilerde Finansal Gelişmişlik ve Ekonomik Büyüme İlişkisi. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, *10*(3), 2111-2128.
Yuliadi, I., & Yudhi, W. S. A. (2021). Economic growth determinants of asean economic community: feasible generalized least square approach. E3S Web of Conferences,
Sickles, R. C., Wang, Z., & Zelenyuk, V. (2022). *Stochastic frontier analysis for healthcare, with illustrations in R*. School of Economics, University of Queensland.

PHYTOCHEMICAL, HAEMATOLOGICAL AND ANTI-TRYPANOSOMAL POTENTIAL OF *CARICA PAPAYA* LEAF IN RATS INFECTED WITH *TRYPANOSOMA BRUCEI BRUCEI*

Aminu A
Nigerian Institute for Trypanosomiasis Research, Kano State Liaison office, Bayero University Kano. Nigeria
Idris H. Y
Nigerian Institute for Trypanosomiasis Research, Kano State Liaison office, Bayero University Kano. Nigeria
Muhammad A. A
Nigerian Institute for Trypanosomiasis Research, Kano State Liaison office, Bayero University Kano. Nigeria
Abdulkadir S
Department of Biology Saadatu Rimi College of Education Kumbotso, Kano, Nigeria.
Sunusi B.
Department of Biology Saadatu Rimi College of Education Kumbotso, Kano, Nigeria.
Balarabe S
Department of Integrated Science, Yusuf Maitama Sule Federal University of Education, Kano.

Abstract
Background: Trypanosomiasis remains one of the most significant parasitic diseases affecting humans and livestock in sub-Saharan Africa. Conventional trypanocides are limited by toxicity, cost, and emerging parasite resistance. Medicinal plants such as Carica papaya (pawpaw) represent a promising alternative due to their ethnomedicinal applications. Objective: This study evaluated the phytochemical composition, haematological parameters, and in vivo anti-trypanosomal activity of ethanolic leaf extracts of Carica papaya in albino rats experimentally infected with *Trypanosoma brucei brucei*. Methods: Ethanol extraction of pawpaw leaves was performed. Acute oral toxicity was determined in rats. Infected rats were treated with different extract doses (100, 200, and 300 mg/kg body weight). Standard drug (berenil) and untreated controls were included. Body weight and haematological indices were monitored, and phytochemical constituents were screened. Results: Phytochemical analysis revealed the presence of tannins, saponins, phenols, cardiac glycosides, flavonoids, and alkaloids. Acute toxicity tests indicated low toxicity (LD50 > 1,500 mg/kg). Rats treated with C. papaya extract showed dose-dependent improvement in red blood cell count, haemoglobin concentration, and packed cell volume compared to the negative control. Although the extract did not completely clear parasitemia, it significantly suppressed parasite replication and extended survival. Berenil-treated rats and normal controls exhibited greater weight gain, while extract-treated groups showed moderate weight loss. Conclusion: Ethanol leaf extract of C. papaya demonstrated promising anti-trypanosomal and haematoprotective effects, likely due to its bioactive phytochemicals. Though not curative, the extract may serve as an adjunct to conventional trypanocides to enhance therapeutic outcomes. Further studies on isolation of active compounds and mechanistic pathways are recommended.
Keywords: *Carica papaya*, trypanosomiasis, phytochemicals, haematology

Introduction

Trypanosomiasis remains a major health hazard to humans, animals, and livestock populations in developing countries. It is caused by the flagellated haemoprotozoan parasite (Trypanosoma) transmitted by infected tsetse flies (Glossina species). Human African Trypanosomiasis (HAT) and African Animal Trypanosomiasis (AAT) are significant public health and veterinary challenges. Current chemotherapy relies on few trypanocides, which are often toxic and limited by parasite resistance. Medicinal plants offer promising alternatives due to their availability, affordability, and therapeutic potential. Carica papaya has been traditionally used for its anti-parasitic, antimicrobial, and wound-healing properties.

Materials and Methods

Plant material and ethanolic extraction were performed on Carica papaya leaves using standard method as describe by Sofowora (1993). Acute toxicity studies were conducted in rats, followed by sensitivity tests. In vivo studies was used to assess antitrypanosomal efficacy of them at extract doses of 100, 200, and 300 mg/kg. Control groups included berenil (positive control), normal control, and untreated rats (negative control). Body weight and haematological indices were monitored. Phytochemical screening was conducted using standard methods.

Results

Table 1: Phytochemical constituents of Carica papaya leaf extract

Phytochemical Constituent	Ethanol Extract
Tannins,	+
Saponins,	+
Phenols,	+
Cardiac glycosides,	+
Flavonoids,	+
Alkaloids	+
Anthraquinones	-

Present (+), Absent (-)

Table 2: Body weight of rats pre- and post-infection with T. brucei and treated with Carica papaya extract

Treatment Group	Day 1 (g)	Day 4 (g)	Day 8 (g)
100 mg/kg	90.14±3.10	90.11±09.05	88.80±19.07
200 mg/kg	96.41±4.00	91.33±5.89	89.43±15.31
300 mg/kg	97.42±6.33	92.20±9.59	88.40±22.82
Berenil	101.33±1.63	114.83±5.31	120.17±7.63
Normal Control	100.50±1.23	115.17±3.76	121.50±6.03
Negative Control	104.50±5.51	85.17±2.86	71.83±3.49

Table 3: Haematological parameters of rats infected with T. brucei and treated with *Carica papaya* leaf extract

Conclusion

The ethanolic extract of Carica papaya leaves showed promising in vivo trypanocidal activity.

Treatment Group	RBC (10^12/L)	HGB (g/dl)	HCT (%)	MCV (fl)	MCH (pg)	MCHC (g/dl)
100 mg/kg	3.05±0.82*	7.00±1.27*	28.17±1.72*	12.50±1.05	13.83±0.98	181.17±17.51
200 mg/kg	6.38±1.37*	8.00±1.79	28.50±8.46*	14.50±1.05*	30.67±7.69*	197.00±35.18*
300 mg/kg	6.97±1.12*	7.50±2.07*	30.00±1.41*	14.17±1.72*	42.33±16.60*	181.33±59.89*
Berenil	7.70±0.25*	10.17±1.47*	39.33±3.39*	22.33±4.32*	16.73±0.38	206.00±13.31*
Normal Control	9.05±0.46*	8.63±0.68*	48.50±5.13*	18.83±1.47*	16.97±0.65	258.67±31.51*
Negative Control	3.53±0.51	4.50±0.49	20.50±3.08	11.33±0.82	11.17±0.75	110.00±22.80

Although it did not eliminate parasites completely, it suppressed replication and extended the lifespan of treated rats. The extract improved haematological parameters and exhibited low toxicity, suggesting its potential as an adjunct to conventional trypanocides. Further studies are required to isolate active compounds and explore mechanisms of action.

References

Mehta, K., Patel, B., Jain, A., & Balar, S. (2013). Medicinal uses of Carica papaya. Journal of Medicinal Plants Research, 7(6), 372–376.

Ngozi, E., Victor, A., & Peter, K. (2015). African trypanosomiasis: epidemiology and control strategies. Tropical Parasitology, 5(2), 87–95.

Nugroho, A., Malik, A., & Setyawan, A. (2017). Pharmacological benefits of Carica papaya. International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research, 44(2), 56–64.

Sofowora, A. (1993):*Medicinal Plants and Traditional Medicine in Africa*. 2nd Ed. Sunshine House, Ibadan, Nigeria: Spectrum Books Ltd; Screening Plants for Bioactive Agents; pp. 134–156.

Peter, K., Victor, A., & Simon, J. (2013). Chemotherapy and control of African trypanosomiasis. Parasite Immunology, 35(9–10), 409–420.

World Health Organization. (2020). Trypanosomiasis fact sheet. WHO.

Figures

Figure 1: Body weight changes in rats treated with Carica papaya extract compared with controls.

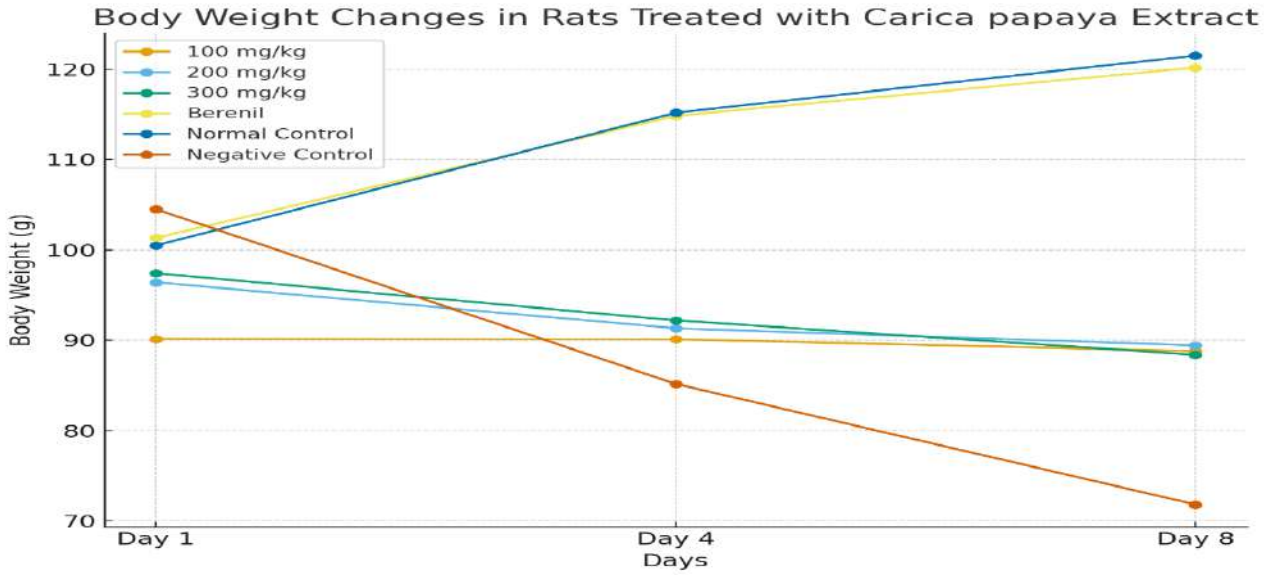


Figure 2: Haematological parameters (RBC, HGB, HCT) in rats treated with Carica papaya extract compared with controls.

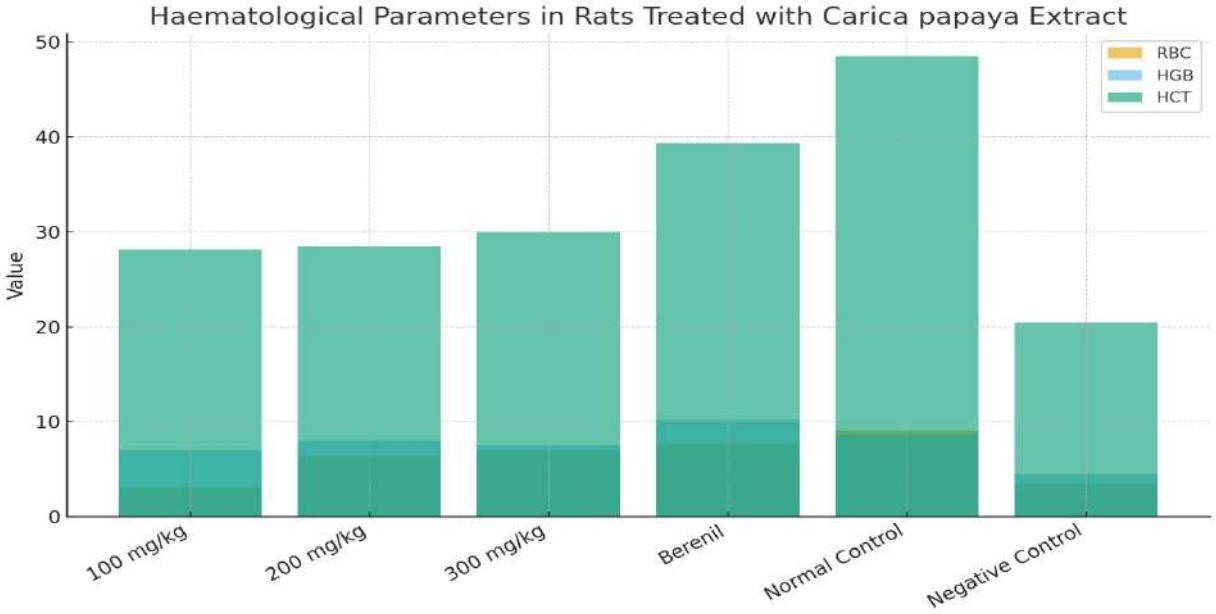




Plate I: Positive Trypasoma Parasite

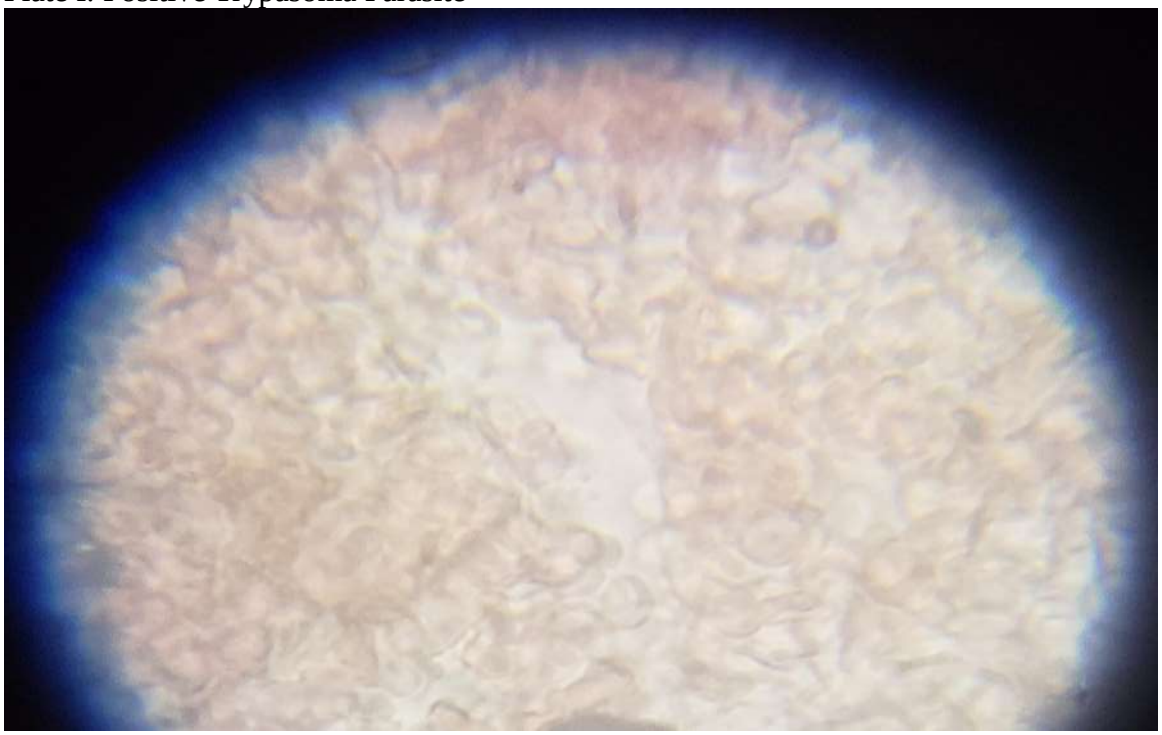


Plate II: Positive Trypasoma Parasite

ACİL SERVİSLERDE ADLİ VAKALARIN YÖNETİMİNDE HEMŞİRELİK ROLÜ: DELİL KORUMA VE KLİNİK MÜDAHALE

Uzm. Hem. Emre AKKUŞ
Sadi Konuk Research and Training Hospital, Emergency Medicine Clinic, Bakırköy, İİstanbul
ORCID:0000-0002-6576-0997
Uzm. Hem. Sema YILDIRIM
Sadi Konuk Research and Training Hospital, Intensive Care Unit, Bakırköy, Istanbul
ORCID:0000-0002-8118-3018
Doç. Dr. Elif BÜLBÜL
Saglik Bilimleri University, Faculty of Nursing, Department of Internal Disease Nursing, Istanbul
ORCID: 0000-0001-8920-1041

ÖZET
Adli vaka; bir kişinin kasıt, ihmal, tedbirsizlik veya dikkatsizliği sonucu kendi ya da başkalarının beden veya ruh sağlığının zarar görmesi, yaralanması veya ölmesiyle ortaya çıkan olaylardır. Acil servisler, çok sayıda hayati acil vakanın yanı sıra adli nitelikteki olayların da ilk ve zorunlu başvuru yeri olup, burada tıbbi tedavinin yanı sıra adli delillerin korunması hayati önem taşır. Bu süreçte, hemşireler bakımın yanı sıradelillerin tespiti, toplanması, saklanması ve yasal prosedürlere uygun raporlanması gibi görevlerle ve adli soruşturmaları destekler. Bu olgu sunumundaki hasta, ateşli silah yaralanmasıyla acil servise getirilmiş ve triyaj işlemi sonrası sarı kod ile travma alanına alınmıştır. Fizik muayenede sol femurda giriş-çıkış deliği tespit edilmiş olup, vücudun diğer bölgelerinde ek yaralanma saptanmamıştır. Adli prosedürler çerçevesinde, hastadan derhal iki adet mor EDTA'lı tüpe kan örneği alınmış; numuneler ve adli kan örneği defteri üzerine hasta barkodu yapıştırılarak defter paraflanmıştır. Tetanoz profilaksisi uygulanmıştır. Enfeksiyon riskini minimize etmek amacıyla hekim istemiyle antibiyotik tedavisine başlanmıştır. Hastanın üzerinde bulunan ve adli delil niteliği taşıyan kıyafet parçaları ile diğer nesneler, polis eşliğinde hasta eşyaları teslim formuna kaydedilerek adli mercilere teslim edilmiştir. Bu olgu, adli vaka kapsamında acil müdahalenin yanı sıra delil koruma ve profilaktik tedavilerin entegre edilmesinin önemini vurgulamaktadır. Adli hemşirelik uygulamaları, erken triyajdan enfeksiyon kontrolüne ve yasal raporlamaya kadar uzanan süreçte multidisipliner bir yaklaşım gerektirir. Bu entegrasyon, hasta sonuçlarını iyileştirebileceği gibi, adli soruşturmaların etkinliğini de artırabilir. Gelecek çalışmalar, acil servislerde adli protokollerin standartlaştırılması ve eğitim programlarının etkinliğini inceleyebilir.
Anahtar Kelimeler: Adli Vaka, Adli Hemşirelik, Acil Servis, Acil Servis Hemşiresi

THE ROLE OF NURSING IN THE MANAGEMENT OF FORENSIC CASES IN EMERGENCY DEPARTMENTS: EVIDENCE PRESERVATION AND CLINICAL INTERVENTION

ABSTRACT
A forensic case refers to an incident in which an individual's physical or mental health is harmed, injured, or results in death due to another person's intent, negligence, recklessness, or carelessness. Emergency departments, the primary point of admission for life-threatening conditions, also receive numerous cases of forensic relevance. In this setting, the preservation of forensic evidence is essential alongside medical treatment. Nurses support judicial investigations by providing clinical care as well as identifying, collecting, preserving, and documenting evidentiary materials in accordance with legal protocols. In this case report, the

patient was brought to the emergency department with a gunshot wound and following triage, was assigned a yellow code and transferred to the trauma area. Physical examination revealed an entry and exit wound in the left femur, with no additional injuries detected. In line with forensic procedures, two blood samples were immediately obtained in purple-top EDTA tubes; the patient's barcode was affixed to both the samples and the forensic blood sample registry, which was subsequently initialed. Tetanus prophylaxis was administered, and antibiotic therapy was initiated upon physicians to reduce infection risk. Clothing fragments and other objects on the patient that carried forensic value were recorded in the patient belongings transfer form and handed over to legal authorities in the presence of law enforcement. This case underscores the need to integrate evidence of preservation with emergency interventions in forensic cases. Forensic nursing practice requires a multidisciplinary approach encompassing early triage, meticulous documentation, infection control, and adherence to medico-legal procedures. Such integration may enhance patient outcomes while strengthening the effectiveness of forensic investigations. Future studies should explore the standardization of forensic protocols in emergency departments and assess the impact of training programs on nursing competencies.
Keywords: Forensic Case, Forensic Nursing, Emergency Department, Emergency Department Nurse

GİRİŞ

Adli vaka; bir kişinin kasıt, ihmal, tedbirsizlik veya dikkatsizliği sonucu kendi ya da başkalarının beden veya ruh sağlığının zarar görmesi, yaralanması veya ölmesiyle ortaya çıkan olaylardır. Bu tür durumlarda sağlık çalışanlarının olayı tespit etmesi, delilleri koruması, rapor düzenlemesi ve gerekli tedaviyle profilaksiyi sağlaması işlemlerine "adli muayene" denir (Bıçakçı ve vd., 2024; Özden & Yıldırım, 2009). Trafik kazaları, silah ve kesici-delici alet yaralanmaları, darp, iş kazaları, çocuk-yaşlı-kadın istismarı, cinsel saldırı, zehirlenmeler, intihar girişimleri, yanıklar, elektrik çarpması, işkence iddiaları, şüpheli ölümler ve tıbbi malpraktis gibi durumlar adli vaka kapsamında değerlendirilir Aydın & Şahin 2023). Hemşirelik, güvenli ve etkili sağlık hizmetlerinin sunumunda merkezi bir role sahip olup, günümüzde karar verme yetkinliği bulunan otonom bir meslek alanı olarak konumlanmaktadır (Özden, Özveren & Yılmaz, 2019). Acil servisler, çok sayıda hayati acil vakanın yanı sıra adli nitelikteki olayların da ilk ve zorunlu başvuru yeri olup, burada hem tıbbi tedavi hem de adli delillerin korunması hayati önem taşır (Akçin & Güven, 2024). Bilimsel ve teknolojik gelişmeler, hemşirelik rollerinin kapsamını genişletmiş; özellikle hukuki boyuileçeren bakım süreçlerinde mesleki sorumlulukları belirgin biçimde artırmıştır (Tabanejad, Ebadi & Banazadeh, 2025). Şiddet, travma ve suç olgularıyla en sık karşılaşan sağlık profesyonelleri arasında yer alan hemşireler, yalnızca klinik bakımın sürdürülmesinde değil, aynı zamanda tıbbi-hukuki kanıtların korunması, toplanması ve belgelenmesi süreçlerinde de kritik bir işlev üstlenmektedir (Pasqualone, 2015). Bu gereksinimler doğrultusunda gelişen Adli Hemşirelik, sağlık ve hukuk disiplinlerinin bütüncül bir yaklaşımla entegrasyonunu sağlayan, travma mağdurları ve failleriyle çalışmaya yönelik bilimsel ve profesyonel bir uzmanlık alanı olarak tanımlanmaktadır (Simmons & Grandfield, 2013). Toplumsal risklerin artışı ve bakım ortamlarının giderek karmaşıklaşması, adli hemşirelerin bilgi ve yetkinliklerinin klinik uygulamalara sistematik biçimde entegre edilmesini, sağlık hizmetlerinin kalitesi ve adli süreçlerin etkinliği açısından kaçınılmaz bir gereklilik hâline getirmektedir (Tabanejad, Ebadi & Banazadeh, 2025). Acil servis sağlık çalışanları, adli olgularda hastaların canını koruma, yaralanma etkilerini en aza indirme, mağdur veya şüphelideki izleri muhafaza etme ile delilleri belirleme, toplama ve saklama gibi hayati roller üstlenir. Bu görevlerin etkin biçimde yerine getirilmesi için alınan eğitimler, hasta bakımı, hakların güvence altına alınması ve yargı sürecine destek açısından kritik öneme sahiptir; ayrıca, vakaların bildirilmesi ve yasal sorumluluklar adaletin hızlı ve doğru işlemesini sağlar (Karabulutlu, Aydın & Temel, 2023).

METARYAL METOD

Bu çalışma, ateşli silah yaralanması nedeniyle acil servise getirilen bir hastanın adli hemşirelik bakım sürecini ele alan tanımlayıcı tipte bir olgu sunumudur. Olgu, üçüncü basamak bir hastanenin acil servisinde izlenen yetişkin erkek hastadan oluşmaktadır.

Hastaya ait veriler; hasta dosyaları, hemşire gözlem formları, acil servis izlem kayıtları ve klinik değerlendirmeler aracılığıyla retrospektif olarak incelenmiştir. Müdahale döneminde hastanın vital bulguları, yaralanma durumu, ağrı düzeyi, adli delil koruma prosedürleri ve tıbbi-hukuki süreçler günlük olarak değerlendirilmiştir. Olgu sunumu hazırlanırken etik ilkelere uyulmuş, hastaya ait kimlik bilgileri gizli tutulmuş ve bilimsel amaçlar dışında kullanılmamıştır.

OLGU

Hasta, ateşli silah yaralanması nedeniyle acil servise ambulansla getirilmiştir. İlk müdahale aşamasında, triyaj süreci uygulanmış ve hasta, Canadian Triage and Acuity Scale (CTAS) kriterlerine göre sarı kod (acil, ancak hayati tehlike içermeyen) olarak sınıflandırılmıştır. Triyaj sırasında vital bulgular (kan basıncı, nabız, solunum sayısı, oksijen satürasyonu ve vücut ısısı) hızla değerlendirilmiş; ağrı skoru Visual Analog Scale (VAS) ile ölçülerek 8/10 olarak kaydedilmiştir. Hasta, travma alanına alınmış ve ABCDE (Airway, Breathing, Circulation, Disability, Exposure) yaklaşımıyla sistematik fizik muayene yapılmıştır. Muayenede sol femurda giriş-çıkış deliği tespit edilmiş olup, kanama kontrolü için basınçlı bandaj uygulanmıştır. Vücudun diğer bölgelerinde (toraks, abdomen, ekstremiteler ve nörolojik sistem) ek yaralanma saptanmamıştır. Radyolojik görüntüleme (direkt grafi ve bilgisayarlı tomografi) ile fraktür ve vasküler hasar değerlendirilmiş. Adli prosedürler doğrultusunda, olayın hemen ardından hastadan iki adet mor kapaklı (EDTA'lı) tüpe venöz kan örneği alınmıştır. Alınan biyolojik örneklerin zincirleme delil bütünlüğünü sağlamak amacıyla, her bir numune üzerine hasta barkodu yapıştırılmış; aynı barkotlar adli kan örneği defteri üzerine eklenmiş ve ilgili sağlık personeli tarafından defter paraflanarak kayıt altına alınmıştır. Travmaya bağlı tetanoz enfeksiyonu riskini önlemek amacıyla hastaya tetanoz profilaksisi uygulanmıştır. Ayrıca, olası yumuşak doku enfeksiyonları ve sistemik enfeksiyon gelişimini engellemek amacıyla, hekim istemi doğrultusunda uygun spektrumda profilaktik antibiyotik tedavisi başlanmıştır. Hastanın üzerinde bulunan ve adli delil niteliği taşıyan kıyafet parçaları ile diğer kişisel eşyalar, kontaminasyonu önleyecek şekilde muhafaza altına alınmıştır. Söz konusu materyaller, polis eşliğinde ve hasta eşyaları teslim formu düzenlenerek kayıt altına alınmış; formda teslim edilen her bir nesnenin tanımı, sayısı ve teslim tarihi açıkça belirtilmiştir. Ardından, bu materyaller usulüne uygun biçimde adli mercilere teslim edilmiştir. Yapılan tüm işlemler hemşirelik notlarına detaylı olarak kaydedilmiştir.

HEMŞİRELİK SÜREÇLERİ VE MÜDAHALELER

Hemşirelik bakımı, tanı koyma, planlama, uygulama ve değerlendirme aşamalarından oluşmuştur (Navarroli, 2023). Öncelikle, "Doku Bütünlüğünde Bozulma" tanısı konulmuş; müdahale olarak yara bakımı NIC 3660 kodlu "Yara Bakımı" prosedürüne göre gerçekleştirilmiştir. Yara, steril solüsyonla irrige edilmiş, debris temizlenmiş ve steril pansuman uygulanmıştır. Ağrı yönetimi için "Ağrı" tanısı altında NIC 1400 "Ağrı Yönetimi" müdahalesi yapılmış; non-farmakolojik yöntemler (pozisyonlama, distraksiyon) yanında hekim istemiyle analjezik infüzyonu başlanmıştır (Wagner, Butcher & Clarke, 2023).

Adli prosedürler, hemşirelik sürecinin ayrılmaz bir parçası olarak bütünleştirilmiştir (Navarroli, 2023). Adli vaka protokolüne göre, hastadan derhal iki adet mor EDTA'lı tüpe kan örneği alınmış; bu numuneler, alkol veya ilaç seviyelerinin tespiti amacıyla toplanmıştır (Adli Tıp Kurumu, n.d.). Numune toplama sırasında zincirleme gözetim (chain of custody) ilkesi uygulanmış; tüpler ve adli kan örneği defteri üzerine hasta barkodu yapıştırılarak hemşire tarafından paraflanmıştır. Bu işlem, delil bütünlüğünü sağlamak için NIC 7920 "Adli Delil Toplama" müdahalesine uygun olarak gerçekleştirilmiştir (Wagner vd., 2023). Ayrıca, hastanın kıyafet parçaları ve diğer nesneler (mermi kalıntıları vb.), polis eşliğinde incelenmiş; hasta

eşyaları teslim formuna kaydedilerek adli mercilere teslim edilmiştir. Bu süreçte, hemşirelik rolü delil kontaminasyonunu önleme üzerine odaklanmıştır; eldiven kullanımı ve steril teknikler zorunlu tutulmuştur (Özden & Yıldırım, 2009).
Profilaktik tedaviler, enfeksiyon riskini minimize etmek amacıyla uygulanmıştır. "Enfeksiyon Riski" tanısı altında NIC 6550 "Enfeksiyon Koruma" müdahalesi gerçekleştirilmiş; hekim istemiyle geniş spektrumlu antibiyotik intravenöz yolla başlanmıştır (Hospenthal vd., 2011; Wagner vd., 2023). Tetanoz profilaksisi, hastanın immünizasyon öyküsü değerlendirilerek yapılmış; tetanoz toksoidi ve immün globulin NIC 6610 "Bağışıklık Yönetimi"ne göre uygulanmıştır (Centers for Disease Control and Prevention, 2025; Wagner vd., 2023). Vital bulgular saat başı monitorize edilmiş; NOC 0802 "Vital Bulgular Durumu" ile iyileşme değerlendirilmiştir (Wagner vd., 2023).

SONUÇ

Bu olgu sunumu, ateşli silah yaralanması nedeniyle acil servise başvuran bir hastanın adli hemşirelik bakım sürecini inceleyerek, hemşirelerin multidisipliner yaklaşımlarda üstlendiği kritik rolü ortaya koymaktadır. Adli hemşirelik, sağlık hizmetlerinin hukuki boyutlarını bütünleştiren kritik bir uzmanlık alanı olarak, travma olgularında hem klinik bakımı optimize etmekte hem de adli süreçlerin güvenilirliğini sağlamaktadır. Sunulan olgu, ateşli silah yaralanması nedeniyle acil servise başvuran bir hastada uygulanan hemşirelik süreçlerini örnekleyerek, bu disiplinin pratik uygulamalarını vurgulamaktadır. Hastanın triyajdan başlayarak vital bulguların değerlendirilmesi, yara bakımı, ağrı yönetimi, enfeksiyon profilaksisi ve adli delillerin korunması gibi aşamalarda hemşirelik müdahaleleri hem klinik iyileşmeyi hem de hukuki süreçlerin bütünlüğünü sağlamada belirleyici olmuştur. Özellikle, zincirleme gözetim ilkesi doğrultusunda biyolojik örneklerin toplanması, kıyafet parçalarının muhafazası ve polis eşliğinde teslimi gibi işlemler, hemşirelerin adli prosedürlerdeki otonom sorumluluğunu vurgulamakta; bu, delil kontaminasyonunu önleyerek yargı sürecinin etkinliğine doğrudan katkı sunmaktadır.
Adli hemşirelik, sağlık ve hukuk disiplinlerinin entegrasyonunda vazgeçilmez bir köprü görevi görerek, travma mağdurlarının fiziksel ve ruhsal bütünlüğünü korurken, toplumsal adalet mekanizmalarını güçlendirmektedir. Bu olguda gözlemlendiği üzere, hemşireler yalnızca reaktif bakım sağlayıcıları değil, aynı zamanda proaktif delil yöneticileri olarak konumlanmakta; bu rol, acil servislerdeki karmaşık vakalarda hasta güvenliğini artırırken, yasal yükümlülüklerin yerine getirilmesini temin etmektedir. Ancak, bu yetkinliklerin geliştirilmesi için sürekli eğitim programlarının entegrasyonu şarttır; zira, bilimsel ilerlemeler ve artan toplumsal riskler, hemşirelik pratiğinin hukuki boyutunu daha da ön plana çıkarmaktadır.
Sonuç olarak, adli vakalarda hemşireliğin kritik rolü, kaliteli sağlık hizmetlerinin yanı sıra adli süreçlerin güvenilirliğini pekiştirerek, multidisipliner iş birliğinin temel unsuru olduğunu kanıtlamaktadır. Gelecek çalışmalar, benzer olguların standartlaştırılmış protokoller aracılığıyla değerlendirilmesini teşvik etmeli; bu, hemşirelik eğitiminin adli boyutunu güçlendirerek, sağlık sistemlerinin sürdürülebilirliğini artıracaktır.

KAYNAKÇA

Adli Tıp Kurumu. (n.d.). Adli Tıp Kurumu Alkol Birimi kan örneği kabul koşulları. https://www.atk.gov.tr/kan-ornegi-kabul.html
Tabanejad, Z., Ebadi, A., & Banazadeh, M. (2025). A systematic literature review on the role of the forensic nursing. *Journal of education and health promotion, 14*, 95. https://doi.org/10.4103/jehp.jehp_1869_23
Özden, D., Özveren, H., & Yılmaz, İ. (2019). The impact of forensic nursing course on students' knowledge level on forensic evidence. *Journal of forensic and legal medicine, 66*, 86-90.

Pasqualone, G. A. (2015). The relationship between the forensic nurse in the emergency department and law enforcement officials. *Critical care nursing quarterly*, *38*(1), 36-48.
Simmons, B., & Grandfield, K. (2013). Focus on forensic nursing education. *Journal of Emergency Nursing*, *39*(6), 633-634.
Karabulutlu, Ö., Aydın, C. M., & Temel, M. Ö. (2023). Acil Servis Çalışanlarının Adli Vaka Yönetimine Yönelik Bilgi Düzeyleri: Kars Örneği. *Caucasian Journal of Science*, *10*(1), 12-24.
Centers for Disease Control and Prevention. (2025). *Clinical guidance for wound management to prevent tetanus*. https://www.cdc.gov/tetanus/hcp/clinical-guidance/index.html
Wagner, C. M., Butcher, H. K., & Clarke, M. F. (2023). *Nursing interventions classification (NIC)-E-book: nursing interventions classification (NIC)-E-book*. Elsevier Health Sciences.
Özden, D. & Yıldırım, N. (2009). Adli Vakaya Hemşirelerin Yaklaşımı. *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi, 16*(3), 73-81.
Navarroli, J. E. (2023). Forensic nursing in the emergency care setting [Joint position statement]. *International Association of Forensic Nurses and Emergency Nurses Association.*
Hospenthal, D. R., Murray, C. K., Andersen, R. C., Bell, R. S., Calhoun, J. H., Cancio, L. C., ... Infectious Diseases Society of America. (2011). *Guidelines for the prevention of infections associated with combat-related injuries: 2011 update. Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 71*(2, Suppl. 2), S210–S234.
Bıçakçı S, Bıçakçı N, Şahin H, Saka N. E., Çamcı E. (2024). Acil Serviste Bildirimi Yapılan Adli Raporların Geriye Dönük Bir Yıllık İncelemesi.
Özden D, Yıldırım N. (2009). Adli vakaya hemşirelerin yaklaşımı. *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi. 16*(3):73–81.
Aydın M & Şahin C. U. (2023). Evaluation of forensic cases admitted to the emergency department: A retrospective analysis. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi. 12*(3):882–8.
Akçin A, Güven D. Y. (2024). Acil Serviste Çalışan Sağlık Profesyonellerinin Adli Vakalar ile İlgili Bilgi Düzeylerinin Belirlenmesi. *Muş Alparslan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi. 4*(1):38–48.

İLERİ EVRE BUERGER HASTALIĞINA BAĞLI BİLATERAL AYAK AMPUTASYONU UYGULANAN HASTANIN YOĞUN BAKIM SÜRECİNDE HEMŞİRELİK YAKLAŞIMI: OLGU SUNUMU

Sema YILDIRIM
Bakırköy Dr. Sadi Konuk Training and Research Hospital, Istanbul, Türkiye
ORCID: 0000-0002-8118-3018
Emre AKKUŞ
Bakırköy Dr. Sadi Konuk Training and Research Hospital, Istanbul, Türkiye
ORCID: 0000-0002-6576-0997
Elif BÜLBÜL
Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Internal Medicine Nursing, Istanbul, Türkiye
ORCID: 0000-0001-8920-1041

ÖZET

Amaç

Tromboanjitis obliterans (Buerger hastalığı), tütün kullanımı ile ilişkili, küçük ve orta çaplı arter ile venlerin inflamatuar ve trombotik süreçlerle tıkanması sonucu ortaya çıkan ilerleyici bir vaskülopatidir. Özellikle alt ekstremitelerde distal damarları etkileyerek iskemiye yol açar. Klinik bulgusunda istirahat ağrısı, soğukluk, parestezi, iyileşmeyen yaralar ve ataklarla seyreden bir klinik tablo görülür. Tedavi edilmediği durumlarda ilerleyici iskemi ve doku kaybı sonucu ampütasyona kadar gidebilen ciddi komplikasyonlara neden olabilir. Alt ekstremite amputasyonu geçiren bir hastada hemşirelik bakımı; fizyolojik stabilizasyonun sağlanması, enfeksiyon kontrolü, ağrı yönetimi ve psikososyal uyumun desteklenmesi açısından kritik önem taşır. Bu olgu sunumunun amacı, ileri evre Buerger hastalığı nedeniyle bilateral ayak ampütasyonu uygulanmış bir hastanın postoperatif dönemdeki hemşirelik bakım sürecini ele alınmaktır.

Bulgular

Buerger hastalığı öyküsü bulunan 55 yaşında erkek hastanın, 20 yıl sigara kullanım öyküsü mevcuttur. Hasta 2005 yılında periferik arter hastalığı nedeniyle femoral bypass operasyonu geçirmiş olup, ileri evre Buerger hastalığına bağlı olarak sağ ve sol ayakta ampütasyon amacıyla operasyona alınmıştır. Hasta postoperatif dönemde yumuşak doku kaynaklı sepsis tanısı ile yoğun bakım ünitesine yatırılmış; CRP değeri 87 mg/dL olarak belirlenmiş ve yara yerinde hemorajik akıntı gözlenmiştir. Antibiyotik tedavisi başlanmış, her iki ayakta hemovac drenleri mevcuttur.

Sonuç

Bu olgu, Buerger hastalığının ileri dönemlerinde sigara kullanımının kritik rolünü, amputasyon sonrası dönemde enfeksiyon ve sepsisin oluşturabileceği komplikasyonları ve yoğun bakımda multidisipliner yaklaşımın önemini ortaya koymaktadır. Yoğun hemşirelik izlemi ve bütüncül bakımı, hastanın stabilizasyonu ve tedaviye yanıtının olumlu seyretmesinde belirleyici olmuştur. Hastaya yönelik düzenli fizyolojik izlem, etkin ağrı yönetimi, yara bakımı, psikososyal destek ve sigarayı bırakma eğitimi hemşirelik bakımının temelini oluşturmuş ve iyileşme sürecine olumlu katkı sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Buerger Sendromu, Tromboanjitis obliterans, Primer hemşirelik, Yoğun Bakım.

NURSING APPROACH DURING THE INTENSIVE CARE PROCESS OF A PATIENT WHO UNDERWENT BILATERAL FOOT AMPUTATION DUE TO ADVANCED BUERGER'S DISEASE: A CASE REPORT

ABSTRACT

Purpose: Thromboangiitis obliterans (Buerger's disease) is a progressive vasculopathy strongly linked to tobacco use, involving inflammatory and thrombotic occlusion of small- and

medium-sized vessels. It mainly affects distal arteries of the lower extremities, causing ischemia. Patients commonly experience rest pain, coldness, paresthesia, non-healing wounds, and recurrent exacerbations. Without treatment, worsening ischemia and tissue loss may lead to amputation. Nursing care after lower-extremity amputation is vital for maintaining physiological stability, preventing infection, managing pain, and supporting psychosocial adaptation. This case presentation aims to describe the postoperative nursing care of a patient who underwent bilateral foot amputation due to advanced Buerger's disease.
Findings: The patient is a 55-year-old male with a history of Buerger's disease and a 20-year history of smoking. He underwent femoral bypass surgery in 2005 due to peripheral arterial disease and was admitted for amputation of the right and left foot because of advanced Buerger's disease. In the postoperative period, the patient was admitted to the intensive care unit with a diagnosis of soft-tissue-related sepsis; his CRP level was measured as 87 mg/dL, and hemorrhagic discharge was observed at the wound site. Antibiotic therapy was initiated, and Hemovac drains were present in both feet.
Conclusion: This case highlights the critical role of smoking in the advanced stages of Buerger's disease, the complications that infection and sepsis may cause following amputation, and the importance of a multidisciplinary approach in the intensive care setting. Intensive nursing monitoring and holistic care were determining factors in the patient's stabilization and positive response to treatment. Regular physiological monitoring, effective pain management, wound care, psychosocial support, and smoking cessation education formed the foundation of nursing care and contributed positively to the patient's recovery process.
Keywords: Buerger's Disease, Thromboangiitis Obliterans, Primary Nursing, Intensive Care.

1. GİRİŞ

Tromboanjitis obliterans (Buerger hastalığı), tütün kullanımı ile ilişkili, küçük ve orta çaplı arter ile venlerin inflamatuar ve trombotik süreçlerle tıkanması sonucu ortaya çıkan ilerleyici bir vaskülopatidir. İlk kez Von Winiwarter tarafından 1879'da tanımlanmıştır. Genellikle 20 ile 50 yaşları arasında görülür (Qaja, 2023). Özellikle alt ekstremitelerde distal damarları etkileyerek iskemiye yol açar. Klinik bulgusunda istirahat ağrısı, soğukluk, parestezi, iyileşmeyen yaralar ve ataklarla seyreden bir klinik tablo görülür. Tedavi edilmediğinde ilerleyici iskemi ve doku kaybı sonucu ampütasyona kadar gidebilen ciddi komplikasyonlara neden olabilir (Klein&Richter, 2014). Hastalığın ağrı ve ülserasyona yol açan ilerleyici iskemisi sonucu ayak parmakları, el parmakları ve ayaklar etkilenir. Bu tabloya Raynaud fenomeni denir (Qaja, 2023).

Buerger hastalığı çoğunlukla distal ekstremitelerde ortaya çıkmakta olup, hastalığın progresyonu ile birlikte proksimal damar segmentlerine doğru yayılım gösterebilmektedir. Hastalığın erken dönem yayılımını değerlendirmek amacıyla Allen testi kullanılmaktadır. Yüzeyel tromboflebit, Buerger hastalığı olgularının yaklaşık yarısında eşlik eden bir komplikasyon olarak bildirilmektedir. Ayrıca, nörolojik tutulumla ilişkili olarak üst ve alt ekstremitelerin akral bölgelerinde parestezi sıklıkla gözlenmektedir (Komai, 2024).

Hastalığın kesin olarak doğrulayan özgül bir laboratuvar testi bulunmamaktadır. Ancak tromboza yatkınlık, diyabetes mellitus ve otoimmün hastalıklar gibi iskemik parmaklara yol açabilecek diğer etiyolojik faktörleri dışlamak amacıyla kapsamlı serolojik değerlendirmelerin yapılması gerekmektedir.

Buerger hastalığı için küratif bir tedavi bulunmamakla birlikte, hastalığın yönetiminde en temel yaklaşım sigaranın bırakılmasıdır. Nikotin replasman tedavilerinin kullanımı da hastalığın aktif kalmasına neden olabilmektedir (Olin, 2000). Tütün kullanımının Buerger hastalığının patofizyolojik mekanizması Şema 1 de gösterilmiştir.

Şema 1. Tütün Kullanımına Bağlı Buerger Hastalığının Patofizyolojik Mekanizması



İntravenöz iloprost tedavisinin, Buerger hastalığı olan bireylerde semptomların (Ağrı kontrolü ve iskemik komplikasyonların yönetiminde) azaltılmasında ve amputasyon oranlarının düşürülmesinde yararlı olabileceği gösterilmiştir (Melillo ve ark, 2015). Özellikle doku hasarının ilerlemesini yavaşlatmak ve amputasyon gereksinimini azaltmak açısından daha etkili görünmektedir (Qaja, 2023). Raynaud fenomeni varlığında, kalsiyum kanal blokerleri veya diğer vazodilatör ajanlarla semptomatik tedavi uygulanabilmektedir. İskemiye bağlı ağrının kontrol altına alınması amacıyla nonsteroid antiinflamatuar ilaçlar ve gerekirse opioid analjezikler kıllanılabilir. Hafif distal ekstremite ülserlerinin varlığında uygun antibiyotik tedavisi uygulanmalıdır. Sigarayı bırakmayan hastalarda, iyileşmeyen ülserler, gangren veya sürekli ağrı varlığında başvurulan son cerrahi seçenek distal ekstremite amputasyonudur. Bununla birlikte, mümkün olan her durumda amputasyondan kaçınılması esastır (Olin, 2000).
Alt ekstremite amputasyonu geçiren bir hastada hemşirelik bakımı; fizyolojik stabilizasyonun sağlanması, enfeksiyon kontrolü, ağrı yönetimi ve psikososyal uyumun desteklenmesi açısından kritik önem taşır. Bu olgu sunumunda, ileri evre Buerger hastalığı nedeniyle bilateral ayak ampütasyonu uygulanmış bir hastanın postoperatif dönemdeki hemşirelik bakım süreci ele alınmıştır.

2. METARYAL METOD

Bu çalışma, ileri evre Tromboanjitis obliterans (Buerger hastalığı) tanısı ile bilateral ayak ampütasyonu uygulanan bir hastanın postoperatif dönemdeki hemşirelik bakım sürecini ele alan tanımlayıcı tipte bir olgu sunumudur. Olgu, üçüncü basamak bir hastanenin yoğun bakım ünitesinde izlenen 55 yaşındaki erkek hastadan oluşmaktadır.
Hastaya ait veriler; hasta dosyaları, hemşire gözlem formları, yoğun bakım izlem kayıtları ve klinik değerlendirmeler aracılığıyla retrospektif olarak incelenmiştir. Postoperatif dönemde

hastanın fizyolojik durumu, enfeksiyon bulguları, ağrı düzeyi, yara durumu ve psikososyal tepkileri günlük olarak değerlendirilmiştir. Olgu sunumu hazırlanırken etik ilkelere uyulmuş, hastaya ait kimlik bilgileri gizli tutulmuş ve bilimsel amaçlar dışında kullanılmamıştır.

3. BULGU

Buerger Sendromu Olgu

Buerger hastalığı öyküsü bulunan 55 yaşında erkek hastanın, 20 yıl sigara kullanım öyküsü mevcuttur. Hasta 2005 yılında periferik arter hastalığı nedeniyle femoral bypass operasyonu geçirmiş. Kilo kaybı, ateş ve eklem ağrısı şikayetleri bildirdi. He iki ayakta nekroz görüldü. İleri evre Buerger hastalığına bağlı olarak sağ ve sol ayakta ampütasyon amacıyla operasyona alındı.

Postoperatif dönemde hastanın bilinci açık, oryante ve koopere olup Glasgow Koma Skoru (GKS) 15 olarak değerlendirilmiştir. Pupilleri izokorik olup vital bulguları düşük doz noradrenalin infüzyonu altında stabildir. Hasta yumuşak doku kaynaklı sepsis tanısı ile yoğun bakım ünitesine yatırılmış; CRP değeri 87 mg/dL olarak belirlenmiş ve yara yerinde hemorajik akıntı gözlenmiştir. Antibiyotik tedavisi başlanmış, her iki ayakta yer alan hemovac drenlerinden 24 saatlik takipte drenaj izlenmemiştir. Hasta ağrısı olduğunu ifade etmiştir.

Hemşirelik girişimi

- Hastanın kan basıncı, nabız, ritim, cilt rengi ve kapiller dolum zamanı değerlendirildi.
- Periferik dolaşım açışından ekstremiteler sık aralıklarla izlendi.
- Amputasyon bölgesindeki yara hemorajik akıntı miktarı, renk, koku, doku bütünlüğü, ısı artışı, kızarıklık, nekroz varlığı yönünden günlük olarak değerlendirildi.
- Amputasyon bölgesine steril şekilde pansuman yapıldı.
- Enfeksiyon bulguları ateş, kızarıklık (eritem), ısı artışı, ödem yönünden takip edildi.
- Her iki ayaktaki hemovac drenlerinin miktarı ve renk değişikliği gözlemlendi.
- Ağrı değerlendirildi (VAS).
- Hekim istemine uygun analjezik tedavi uygulandı.
- Ağrıya yönelik nonfarmakolojik olarak pozisyon verilirken farmakolojik olarak opioid uygulandı.
- Amputasyon nedeniyle yaşanabilecek kaygı, korku, yas reaksiyonu değerlendirildi.
- Sepsis ve yara iyileşmesi için yeterli protein ve kalori alımı doğrultusunda hasta beslenmesi planlandı.
- Kan şekeri ve elektrolitleri takip edildi.
- Noradrenalin infüzyonunu kapatıldı.
- Sigara kullanımını bırakması için eğitim ve yönlendirme yapıldı (Apaydın & Akeren 2022) (Moorhead ve ark, 2018).

SONUÇ

Bu olgu, Buerger hastalığının ileri dönemlerinde sigara kullanımının kritik rolünü, amputasyon sonrası dönemde enfeksiyon ve sepsisin oluşturabileceği komplikasyonları ve yoğun bakımda multidisipliner yaklaşımın önemini ortaya koymaktadır. Yoğun hemşirelik izlemi ve bütüncül bakımı, hastanın stabilizasyonu ve tedaviye yanıtının olumlu seyretmesinde belirleyici olmuştur. Hastaya yönelik düzenli fizyolojik izlem, etkin ağrı yönetimi, yara bakımı, psikososyal destek ve sigarayı bırakma eğitimi hemşirelik bakımının temelini oluşturmuş ve iyileşme sürecine olumlu katkı sağlamıştır.

KAYNAKLAR

Apaydın, E., & Akeren, Z. (2022). The use of Life Activities-Based Nursing Model in the care of individuals with Buerger’s disease. Turkiye Klinikleri Journal of Case Reports, 30(4), 234–237. https://doi.org/10.5336/caserep.2022-90782.

Klein-Weigel PF, Richter JG. (2014). Thromboangiitis obliterans (Buerger's disease). Vasa. 43(5), 337-46. doi: 10.1024/0301-1526/a000371.

Komai H. (2024). Thromboangiitis Obliterans - A Disappearing Disease?. Circulation journal : official journal of the Japanese Circulation Society, 88(3), 329–330. https://doi.org/10.1253/circj.CJ-23-0524.
Melillo, E., Grigoratos, C., Sanctis, F. D., Spontoni, P., Nuti, M., Dell'Omodarme, M., Ferrari, M., & Balbarini, A. (2015). Noninvasive Transcutaneous Monitoring in Long-Term Follow-Up of Patients with Thromboangiitis Obliterans Treated With Intravenous Iloprost. Angiology, 66(6), 531–538. https://doi.org/10.1177/0003319714541800.
Moorhead, S., Johnson, M., Maas, M. L., & Swanson, E. (2018). Hemşirelik sonuçları sınıflaması (NOC) (6. baskı) (S. Sevilay, Ed.). Nobel Tıp Kitabevleri.
Olin, J. W. (2000). Thromboangiitis obliterans (Buerger's disease). New England Journal of Medicine, 343(12), 864–869. https://doi.org/10.1056/NEJM200009213431207.
Qaja, E., Muco, E., & Hashmi, M. F. (2023). Buerger Disease. In StatPearls. StatPearls Publishing.

BULANIK KÜMELEME YÖNTEMİ İLE ENERJİ SEKTÖRÜNDE MÜŞTERİ SINIFLANDIRMASI

AHMET GÜRGAŞİN
Astor Enerji A.Ş., AR-GE Merkezi, 06909, Sincan, Ankara
ORCID: 0000-0003-1954-0253

ÖZET
İşletmeler günümüzde değişen pek çok koşul karşısında farklı stratejiler üretmekte ve stratejilerini güncellemektedirler. İşletmelerin strateji ürettikleri konulardan birisi de müşteri satın alma davranışlarıdır. Müşteri satın alma davranışlarının analiz edilmesi için kullanılan pek çok yöntem vardır. İstatistiksel analizler, veri madenciliği yöntemleri, makine öğrenimi algoritmaları ile çeşitli işlemler yapılarak işletmelere değer sağlayan sonuçlar elde edilebilmektedir. Bu amaçlar doğrultusunda veri madenciliği ve makine öğrenimi alanında kullanılan yöntemlerden birisi kümeleme yöntemleridir. Kümeleme yöntemleri birbirlerine benzer nesne gruplarının gruplara ayrılmasında kullanılmaktadır. Bulanık kümeleme ise bulanık mantık teorisinin doğrusal bir uzantısı olarak hareket eder ve verileri ilgili kümelere [0,1] arasında değişen birer üyelik değeri ile atar.

Yapılan bu çalışmada enerji sektöründe faaliyet gösteren Astor Enerji A.Ş. firmasının müşterilerin satın alma davranışlarına göre gruplandırılması gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla özelleştirilmiş bir veri seti kullanılmış ve müşterilerin iki boyutlu özellik vektörü ile gruplandırılması için Bulanık c-Ortalamalar yöntemi uygulanmıştır. Optimal küme sayısının belirlenmesi için geçerlilik indeksleri kullanılmıştır. Sonuçlar en iyi gruplandırmanın üç küme ile elde edildiğini göstermektedir.
Anahtar Kelimeler: Bulanık mantık, Bulanık kümeleme, veri madenciliği

CUSTOMER CLASSIFICATION IN THE ENERGY SECTOR USING FUZZY CLUSTERING METHOD

ABSTRACT
Businesses today are developing different strategies and updating their strategies in the face of many changing conditions. One of the areas in which businesses develop strategies is customer purchasing behavior. There are many methods used to analyze customer purchasing behavior. By performing various operations using statistical analyses, data mining methods, and machine learning algorithms, results that provide value to businesses can be obtained. One of the methods used in data mining and machine learning for these purposes is clustering methods. Clustering methods are used to separate groups of similar objects into clusters. Fuzzy clustering acts as a linear extension of fuzzy logic theory and assigns data to relevant clusters with a membership value ranging from [0,1].

In this study, Astor Energy Inc., a company operating in the energy sector, was grouped according to the purchasing behavior of its customers. For this purpose, a customized data set was used, and the Fuzzy c-Means method was applied to group customers based on their two-dimensional feature vector. Validity indices were used to determine the optimal number of clusters. The results indicate that the best clustering is achieved with three clusters.
Keywords: Fuzzy logic, Fuzzy clustering, data mining

1. GİRİŞ

Kümeleme yöntemi, etiketlenmemiş bir veri kümesindeki verilerin benzer gözlem değerlerini kendi arasında gruplandırmaktadır. Oluşturulan kümelerdeki gözlem değerleri birbirine yakın ve benzer özellikler gösterirken diğer kümelerdeki gözlem değerlerine göre ise farklı özellikler göstermektedir (Ergun, 2023). Kümeleme yöntemlerinde gözlemlerin benzerliklerini veya farklılıklarını ölçmek için matematiksel ölçek oluşturulmalıdır. Genellikle kümeleme yöntemlerinde gözlemler arasındaki farklılığı ölçmek için uzaklık mesafe ölçüleri kullanılmaktadır (Kaya, 2018).

Veri madenciliği araçlarından biri olan kümeleme yöntemleri istatistiksel analiz, örüntü tanıma gibi pek çok alanda kullanılmaktadır (Yılmaz and Patır, 2011). Kümeleme yöntemleri diğer veri madenciliği teknikleri için örneklemlerin yaratılmasında da görev almaktadırlar. Karar ağaçları gibi bazı tekniklerin büyük veriler üzerinde çalışamadığı noktada bu yöntemlerin uygulanabilmesi için kümeleme yöntemleriyle öncelikle verinin bir bölümünün seçimi yapılır ve uygun başlangıç noktaları belirlenir (Işık, 2006).

Yapılan bu çalışmada Astor Enerji A.Ş. firmasının müşteri satın alma davranışlarına ilişkin veriler kullanılarak stratejik karar almayı desteklemek amacıyla ilgili müşteriler bulanık c-ortalamalar yöntemi ile gruplandırılmıştır. İlerleyen bölümlerde bulanık mantık, bulanık kümeleme ve bulanık c-ortalamalar yöntemi hakkında bilgi verilmiştir. Sonrasında işletmeye ait veri seti üzerinde bulanık c-ortalamalar yöntemi uygulanmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde sırasıyla bulanık mantık, bulanık kümeleme ve bulanık c-ortalamalar yöntemleri hakkında bilgi verilmiştir.

2.1. Bulanık Mantık

Bulanık mantık 1965 yılında Zadeh tarafından ortaya atılmıştır. Temel amacı belirsiz ve karmaşık durumda olan ifadelerin ele alınması için tasarlanmış bir matematiksel ve bilimsel yaklaşımdır (Türkşen, 2015). Klasik mantık önermelerin sadece iki değer almasına izin vermektedir. Bir nesne kümenin elemanıdır ve üyelik derecesi 1 olur ya da elemanı değildir ve üyelik derecesi 0 olur. Ancak gerçek hayatta gruplar sadece iki değer iki ifade edilemezler (Kruse et al., 1999).

2.2. Bulanık Küme Teorisi

Bulanık kümeler üzerine kurulu olan bulanık mantık teorisi, klasik küme teorisinin doğal bir uzantısıdır. Klasik küme teorisinde bir öğenin yalnızca bir gruba ait olduğu veya hiç olmadığı anlamına gelen 0 ve 1 değerlerini kabul eden iki değerli bir doğruluk işlevi tarafından tanımlanır. Bulanık küme teorisinden ise [0,1] arasında gerçek değerler alan üyelik fonksiyonu tarafından belirlenir. Üyelik derecesi veya üyelik fonksiyonu değerleri bir öğenin bir bulanık kümeye ne ölçüde ait olduğunu belirtir. Bulanık küme teorisinde üyelik derecelerinin her bir bulanık küme üzerinde sağlaması gereken üç özellik bulunmaktadır. Birincisi bulanık kümenin normal, monoton ve simetrik olması özelliğidir. Normallik elemanlarından en az bir tanesinin üyelik derecesi 1 olmalıdır. Monoton olma özelliği üyelik derecesi 1'e eşit olan elemana yakın sağda ve soldaki elemanların üyelik derecelerinin de 1'e yakın olması durumudur (Kaya, 2018).

2.3. Bulanık Kümeleme

Bulanık kümeleme iki temel yöntem ile açıklanabilir. Bunlardan birincisi bulanık kümeleme içi bağlantılardan ikincisi ise amaç fonksiyonundan yararlanır. Bulanık bağlantılardan yararlanan yöntem birimler arası bağlantısal yapıyla ilgilenir. Amaç fonksiyonundan yararlanan yöntem

ise kümeleme problemini en uygun şekle getiren bir optimizasyon problemine dönüştürerek işlem yapar (Klir et al., 1997).

Bulanık kümeleme çoğu durumda kümeleme yöntemlerinden daha doğaldır. Bulanık kümeleme, sınırda olan gözlemleri gruplardan herhangi birine ait olmaya zorlamaz. Bunun yerine [0,1] arasında değerler alan üyelik değerleri atarlar. Bu sayede kararsız olan gözlemleri eş zamanlı olarak birden fazla kümeyle ilişkilendirebilirler (Yang, 1993).

Bulanık kümeleme yaklaşımı, kümeler birbirinden açık olarak ayrılmıyorsa veya bazı nesneler küme üyeliğinde kararsızsa uygun bir yöntem olmaktadırlar. Bulanık kümeleme esnek yapısıyla belirsiz küme üyelikleri hakkında bilgi verirler. Bu üyelikler sayesinde nesneler ve kümeler arasında karmaşık olan ilişkilerin alt yapısının ortaya çıkartılmasına yardımcı olurlar (Mansoori, 2011).

2.4. Bulanık c-Ortalamalar Algoritması

Bulanık c-ortalamalar algoritması (BCO) Dunn (1973) tarafından ortaya atılmış ve Bezdek (1981) tarafından geliştirilmiştir. Bulanık mantıkta her gözlem, her kümeye [0,1] aralığında birer üyelik derecesi ile atanmakta ve her birimin tüm kümelere olan üyelik dereceleri toplamı 1 olmaktadır. Bir gözlemin belirlenmiş küme merkezleri içerisinde en yakın kümeye olan üyelik derecesi en büyük olacaktır (Akbaş, 2020). BCO algoritması amaç fonksiyonu temelli bir algoritmadır. En küçük kareler yönteminin genellenmesi olan amaç fonksiyonunu minimize etmek için çalışır (Işık, 2006).

$$Jm = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{C} u_{ij}{}^{m} \, \| x_i - c_j \|^2 , \quad 1 \le m \le \infty$$

U üyelik matrisi rastgele atanarak algoritma başlatılır. İkinci adımda ise merkez vektörleri hesaplanır.

$$c_j = \frac{\sum_{i=1}^{N} u_{ij}{}^{m} x_i}{\sum_{i=1}^{N} ui_j{}^{m}}$$

Hesaplanan küme merkezlerine göre U matrisi aşağıdaki formül kullanılarak yeniden elde edilir. Sonuç olarak eski U matrisi ile yeni U matrisi karşılaştırılır ve fark ε'dan küçük olana kadar işlemler devam eder (Işık, 2006).

$$u_{ij} = \frac{1}{\sum_{k=1}^{c} \left(\frac{\| x_i - c_i \|}{x_i - c_k} \right)^{2/(m-1)}}$$

BCO algoritması başlangıç değerine bağlı bir algoritmadır. Başlangıç parametreleri küme sayısı, bulanıklık parametresi, durdurma kriteri ve başlangıç üyelik matrisidir. En önemli parametre küme sayısı c değeridir. Ayrılacak olan küme sayısı gerçek küme sayısından büyük olursa bir veya daha fazla ayrı küme birleştirilebilir. Bu nedenle doğru küme sayısının bulunması önemli bir durumdur. Bulanıklaştırma parametresi m, sonuç bölümünün bulanıklığını önemli ölçüde etkiler. Bulanıklık üssü 1 değerine yaklaştıkça küme katılaşır. Eğer m değeri çok büyük seçilirse de bireylerin kümelere etkileri çok küçük olacaktır ve bireylerin kümelere üyelik dereceleri yaklaşık olarak $1/c$ olacaktır. Uygulamalarda parametre değeri işlem kolaylığı için genel olarak 2 değerini almaktadır. BCO algoritmasında iki ardışık yinelemede U üyelik matrisleri arasındaki farkın normunun sonlandırma kriterinden ε küçük olduğu zaman

yinelemeyi durdurur. Çoğu uygulamada bu parametre değeri 0,01 alınmaktadır. Ancak işlem zamanlarını azaltmak için daha küçük değerler seçilebilmektedir. Üyelik matrisi rasgele olacak şekilde üretilir. Bu matrisi elde etmek için basit bir yaklaşım v_i küme merkezlerini rasgele başlatmak ve karşılık gelen *U* değerlerini bulmaktır (Kaya, 2018).

2.5.Geçerlilik İndeksleri

Optimal küme sayısının elde edilmesi küme geçerliliği olarak adlandırılır (Bezdek, 1974). Bulanık kümeleme için farklı geçerlilik indeksleri mevcuttur (Windham, 1982). Bu çalışmada bölünme katsayısı (partititon coefficient), sınıflandırma entropisi (classification entropy), gözden geçirilmiş bölünme katsayısı (modificated partititon coefficient), Xie-Beni indeksi, bölünme indeksi (partition index) ve ayırma indeksi (separation index**)** ölçütleri kullanılmıştır.

Bölünme katsayısı (PC), *U* üyelik değerleri matrisindeki bulanık kesişimin genel içeriğini minimum yapmaya dayanan performans ölçüsüdür. Sınıflandırma entropisi (CE), belirli bir üyelik değeri matrisi *U* matrisindeki bulanıklık miktarının skaler bir ölçüsüdür. Bu ölçü minimum değerini aldığında daha iyi bir kümeleme yapıldığını gösterir. Gözden geçirilmiş bölünme katsayısı (MPC), PC ve CE indeksinin monoton eğilimlerini azaltmayı amaçlamıştır. İndeks [0,1] aralığında değerler almaktadır ve maksimum değeri elde ettiğinde en iyi performans elde edilir. Xie-Beni (XB) indeksi kompaktlık ve ayıra özellikleri üzerinde yoğunlaşmıştır. İyi bir bölünme kompaktlık için küçük, iyi ayrılmış küme merkezlerinin ayrılma için yüksek bir değer üretecektir. Bu nedenle Xie-Beni değerinin düşük olması daha birleşik ve iyi ayrılmış bir küme olmaktadır. Bölünme indeksi (SC), kümelerdeki sıkılaşma ve ayrışmanın toplamının oranıdır. Bölünme indeksi eşit sayıda kümeye sahip farklı bölümleri karşılaştırırken kullanılmaktadır. Düşük SC değeri daha iyi bir bölünmeyi ifade eder. Ayırma indeksi (S), geçerlilik için minimum uzaklık ayrımını kullanmaktadır (Kaya, 2018).

3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu çalışmada enerji sektöründe faaliyet gösteren Astor Enerji A.Ş. firmasının müşterilerinin satın alma davranışlarına göre gruplandırılması ve bu grupların stratejik yönetim açısından değerlendirilebilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla işletmeye ait özelleştirilmiş bir veri seti kullanılmış ve müşterilerin iki boyutlu özellik vektörü ile gruplandırılması için bulanık c-ortalamalar yöntemi kullanılmıştır. İşlemler R programlama dili ile gerçekleştirilmiş ve sonuçlar elde edilmiştir.

İki boyutlu özellik vektöründe her iki değişkenin sağa çarpık dağılıma sahip olmasından dolayı log10 dönüşümü uygulanmıştır. Bu dönüşüm uç değerlerin etkisini azaltarak dağılımı daha simetrik bir yapıya getirmiştir. Daha sonra özellikler, bulanık c-ortalamalar yönteminin ölçek duyarlılığından bağımsız çalışabilmesi amacıyla standartlaştırma yöntemi ile normalize edilmiştir.

Bulanık c-ortalamalar algoritması için öklid uzaklığı kullanılmıştır. Bulanık c-ortalamalar algoritması, farklı küme sayıları (c=2,3,4,5,6,7) için ayrı ayrı uygulanmıştır. Her bir çözümde üyelik matrisi ile küme merkezleri elde edilmiştir. Optimal küme sayısının belirlenmesi için bölünme katsayısı (PC), sınıflandırma entropisi CE), gözden geçirilmiş bölünme katsayısı (MPC), Xie-Beni indeksi (XB), bölünme indeksi (SC) ve ayırma indeksi (S**)** ölçütleri kullanılmıştır.

Parametre seçimi için bulanıklık parametresi *m=2* olarak seçilmiştir. Durdurma kriteri olarak ise maksimum iterasyon sayısı 200 olarak alınmış ve algoritmanın maksimum iterasyonda ya da daha önce yakınsama sağladığında durdurulmuştur. Başlangıç üyelik matrisi ise otomatik ve rasgele olarak üretilmiş, rasgele başlangıç için tekrar üretilebilir hale getirilmiştir. Farklı küme sayıları ile elde edilen ölçütlere ilişkin değerler aşağıda verilmiştir.

Tablo 1. Farklı küme sayıları için içsel ölçütlere ilişkin sonuçlar

c	*PC*	*CE*	*MPC*	*XB*	*SC*	*S*
2	0,804	0,318	0,607	0,197	0,533	0,197
3	0,821	0,333	0,731	0,068	0,092	0,067
4	0,780	0,420	0,707	0,191	0,054	0,119
5	0,744	0,507	0,680	0,289	0,044	0,153
6	0,745	0,517	0,694	0,231	0,030	0,136
7	0,750	0,519	0,709	0,184	0,019	0,093

Tablo 1.'de yer alan içsel ölçütlere ait sonuçlar incelendiği zaman PC ve MPC ölçütleri maksimum, CE, XB, SC ve S ölçütleri ise minimum değerler üzerinden değerlendirilmiştir. İndeks sonuçları değerlendirildiği zaman optimal küme sayısı $c=3$ olarak gözlemler için en ideal gruplandırma sonucu elde edilmiştir.

4. SONUÇ

Yapılan bu çalışmada Astor Enerji A.Ş. firmasının müşterilerinin satın alma davranışlarına göre gruplandırılması işlemi gerçekleştirilmiştir. İşletmeye ait özelleştirilmiş bir veri seti kullanılmış ve müşterilerin iki boyutlu özellik vektörü ile gruplandırılması için bulanık c-ortalamalar yöntemi kullanılmıştır. Yapılan işlemler R programlama dilinde gerçekleştirilmiş ve sonuçlar elde edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar $c=3$ ile elde edilen küme yapısının en optimal çözüm olduğunu içsel değerlendirme ölçütleri dikkate alınarak söylemektedir. Bu sonuç işlemenin hem stratejik kararlar almasında müşteri yapısını doğru bir biçimde anlayabilmesini hem de denetimli makine öğrenimi algoritmalarında etiketli veri seti olarak bu sonuçların kullanılabilmesine imkan sağlamaktadır.

KAYNAKÇA

Akbaş, Y. (2020). Yanık yara görüntülerinin kümelenmesinde bulanık kümeleme yaklaşımlarının başarım değerlendirmesi, Doktora tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Bezdek, J. C. (1974). Cluster validity with fuzzy sets. Journal of Cybernetics, 3, 58–73.

Ergun, O. (2023). Makine öğrenmesi algoritmaları ile müşteri segmentasyonu ve Hepsiburada e-ticaret platformu üzerine bir uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.

Kaya, A. (2018). Bulanık kümeleme analizinde bulanık kümeleme algoritmalarının karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Klir, G. J., and Yuan, B. (1997). Fuzzy set theory: Foundations and applications. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Kruse, R., Borgelt, C., & Nauck, D. (1999). Fuzzy data analysis: Challenges and perspectives. In Proceedings of the IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE 1999) (pp. 1211–1216). IEEE.

Mansoori, E. G. (2011). FRBC: A fuzzy rule-based clustering algorithm. IEEE Transactions on Fuzzy Systems, 19(5), 960–971.

Işık, M. (2006). Bölünmeli kümeleme yöntemleri ile veri madenciliği uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Türkşen, İ. B. (2015). Dereceli (bulanık) sistem modelleri. Abaküs.

Windham, M. (1982). Cluster validity for the fuzzy c-means clustering algorithm. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 4, 357–363.

Yang, M. S. (1993). A survey of fuzzy clustering. Mathematical and Computer Modelling, 18(11), 1–16.

Yılmaz, Ş. K., and Patır, S. (2011). Kümeleme analizi ve pazarlamada kullanımı. Akademik Yaklaşımlar Dergisi, 2(1), 91–113.

DENETİMLİ ÖĞRENME YÖNTEMLERİ KULLANILARAK MÜŞTERİ SINIFLANDIRMASI: ENERJİ SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

AHMET GÜRGAŞİN
Astor Enerji A.Ş., AR-GE Merkezi, 06909, Sincan, Ankara
ORCID: 0000-0003-1954-0253

ÖZET
Denetimli öğrenme yöntemleri, makine öğrenmesi alanında mevcut veriler ile geleceğe dair bir durumun sonuçlarını analiz etmek için kullanılmaktadırlar. Tanımlanmış bir sınıfın özelliklerini inceleyerek bir eğitim süreci sonunda sonuç sınıfı ile ilgili tahminler üretir. Denetimli öğrenme yöntemleri sınıflandırma ve regresyon olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Sınıflandırma yöntemlerinde verilerin grup üyeliğinin tahmin edilmesi amaçlanır. Bu işlemler verilerin test verisi ve öğrenme verisi ile öğrenme adımı ve sınıflandırma adımı olarak iki adımda gerçekleştirilmektedir.

Yapılan bu çalışmada denetimli öğrenme yöntemleri içerisinde yer alan Karar Ağaçları, Naive Bayes ve K-En Yakın Komşu (KNN) sınıflandırma algoritmaları kullanılarak müşteri sınıflandırması işlemi gerçekleştirilmiş ve algoritmaların performansları karşılaştırılmıştır. Bu amaçla enerji sektöründe faaliyet gösteren Astor Enerji A.Ş. firmasına ait belirli bir döneme ait özelleştirilmiş satış verisi kullanılmıştır. İşletmeden işletmeye (B2B; Business-to-Business) üretim sektöründe faaliyet gösteren işletmenin müşteri segmentleri güncellik (recency), sıklık (frequency) ve parasal değer (monetary) ile elde edilen RFM yönteminin ağırlıklandırılmış bir versiyonu ile elde edilmektedir. Etiketlenmiş veri seti üzerinde geleceğe dair tahminlemelerin yapılması için Karar Ağaçları, Naive Bayes ve K-En Yakın Komşu (KNN) sınıflandırma algoritmaları kullanılmış ve model eğitilmiştir. Modelin geçerliliğin test edilmesinde 5-katlı çapraz doğrulama (5-fold-corss-validation) yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğruluk (accuracy), F1 skoru, duyarlılık (recall) ve kesinlik (precision) değerleri kullanılarak karşılaştırılmıştır. Sonuçlar Naive Bayes algoritmasının diğer iki sınıflandırma algoritmasından daha iyi sonuçlar verdiğini göstermektedir.
Anahtar Kelimeler: Denetimli öğrenme, sınıflandırma algoritmaları, müşteri sınıflandırması

CUSTOMER CLASSIFICATION USING SUPERVISED LEARNING METHODS: AN APPLICATION IN THE ENERGY SECTOR

ABSTRACT
Supervised learning methods are used in the field of machine learning to analyze the results of a future situation using existing data. By examining the characteristics of a defined class, they produce predictions related to the result class at the end of a training process. Supervised learning methods are divided into two groups: classification and regression. Classification methods aim to predict the group membership of data. These processes are performed in two steps: the learning step and the classification step, using test data and training data.

In this study, customer classification was performed using Decision Trees, Naive Bayes, and K-Nearest Neighbor (KNN) classification algorithms, which are among the supervised learning methods, and the performance of the algorithms was compared. For this purpose, customized sales data for a specific period belonging to Astor Enerji A.Ş., a company operating in the energy sector, was used. The customer segments of the company, which operates in the

business-to-business (B2B) manufacturing sector, are obtained using a weighted version of the RFM method, which is derived from recency, frequency, and monetary value. Decision Trees, Naive Bayes, and K-Nearest Neighbor (KNN) classification algorithms were used to make future predictions on the labeled data set, and the model was trained. The 5-fold cross-validation method was used to test the validity of the model. The results obtained were compared using accuracy, F1 score, recall, and precision values. The results show that the Naive Bayes algorithm yielded better results than the other two classification algorithms.
Keywords: Supervised learning, classification algorithms, customer classification

1. GİRİŞ

Makine öğrenimi, bilgisayar sistemlerine insan benzeri yetenekler kazandırmayı amaçlar. Karmaşık verilerin analiz edilmesi, karar verme ve öğrenme gibi görevler için model ve algoritma geliştirilmesi makine öğrenimini tanımlamaktadır (Dündar and Ağaçayak, 2023). Makine öğrenimi matematiksel modellerden yararlanmaktadır. Bu algoritmalar geçmiş verileri kullanarak yeni veriler üzerinde tahminler gerçekleştirirler (Bansal et al., 2022). Makine öğrenimi, bilgi teknolojisi, istatistik, olasılık, yapay zeka, psikoloji, nörobiyoloji ve pek çok disiplinde geniş bir uygulama alanı oluşturmaktadır (Nasteski, 2017). Makine öğrenimi yaklaşımları; Denetimli Öğrenme, Denetimsiz Öğrenme, Pekiştirmeli/Takviyeli Öğrenme, Yarı Gözetimli Öğrenme ve Derin Öğrenme başlıkları altında incelenebilmektedir (Eker et al., 2023).

Denetimli öğrenme şeklinde adlandırılan tahmin edici metotlar, eldeki verileri kullanarak geleceğe ilişkin bir durumun sonuçlarını tahmin etmek için kullanılırlar. Mevcut ve önceden tanımlanmış bir sınıfın özelliklerini inceleyerek bir eğitim süreci sonunda sonuç sınıfı ile ilgili gerekli çıkarımları yaparlar (Argüden and Erşahin, 2008). Denetimli öğrenmenin iki ana uygulama alanı sınıflandırma ve regresyondur. Sınıflandırma verileri belirli kategorilere ayırma, regresyon ise sayısal değerleri tahmin amacı taşır (İpek, 2025).

Yapılan bu çalışmada makine öğrenimi yöntemlerinden tahmin edici metotlar içerisinde yer alan denetimli öğrenme algoritmaları ile sınıflandırma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla Karar Ağaçları, Naive Bayes ve K-En Yakın Komşu (KNN) sınıflandırma algoritmaları kullanılmış ve model eğitilmiştir. Modelin eğitilmesinde Astor Enerji A.Ş. g ait belirli bir döneme ait özelleştirilmiş satış verisi kullanılmıştır. Yapılan çalışmada etiketlenmiş veri seti için üç farklı model incelenmiş ve performans ölçütleri ile modeller değerlendirilmiştir.

2. SINIFLANDIRMA YÖNTEMLERİ-KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Denetimli öğrenme yöntemleri belirli bir girdiden belirli bir sonuç tahmin edilmek istenildiğinde kullanılmaktadır. Girdi ve çıktı çiftleri mevcuttur. Amaç daha önce görülmemiş olan yeni verileri elde etmektir (Baltacı, 2024). Çıktıda süreklilik sağlayan problemler regresyon, sağlamayanlar ise sınıflandırma problemi olarak ele alınabilir (Müller and Guido, 2016).

Sınıflandırma yöntemlerinde işlem daha önce sınıf etiketleri belli olan veri setinin eğitim ve test olmak üzere iki parçaya bölünmesi ile başlar. Burada eğitim verisi ile oluşturulmak istenen model tasarlanmaktadır. Test verisi, oluşturulan modelin test edilerek uygun modelin oluşturulup oluşturulmadığının denetlenmesini sağlamaktadır. Oluşturulan model kullanılarak yeni bir örnek ile karşılaşıldığında örneğin hangi sınıfa ait etiketle işaretleneceği belirlenebilir (Fawcett, 2006). Literatürde pek çok sınıflandırma yöntemi yer almaktadır. Bu çalışmada Karar Ağaçları, Naive Bayes ve K-En Yakın Komşu (KNN) sınıflandırma yöntemleri verilmiştir.

2.1. Karar Ağaçları

Karar ağaçları, eğitim ve test süreçlerinin hızlı gerçekleşmesi ve elde edilen sonuçların kolay bir şekilde yorumlanması sebebiyle sıklıkla kullanılmaktadır (Wu and Banzhaf, 2010). Karar ağaçları sınıflandırma işlemini iki aşamada gerçekleştirir. İlk olarak ağaç yapısı oluşturulur, daha sonra bu yapıdan sınıflandırma kuralları çıkartılarak tahminler yapılır (Kaya and Yıldız, 2014).

Karar ağacı, düğümlerden (bir öznitelik değerini test eden), dallardan (öznitelik değerine dayanan yol) ve yapraklardan (sınıflandırmayı sağlar) oluşur (Murphy, 2012). Karar ağacı, verileri (ana düğüm) en iyi bölme özelliği ile iki alt kümeye (alt düğümler) ayırır. Oluşan iki alt küme, daha sonra iki alt düğüme ayrılmış yeni ana düğüm olur. Bu işlemler tüm gözlemler sınıflandırılana kadar devam eder (Ülgen et al., 2012).

Quinlan tarafından literatüre kazandırılan ID3 algoritması karar ağaçları için en sık kullanılan algoritmalardan birisidir. ID3 algoritmasında kullanılacak özelliklere karar verilirken entropi ve bilgi kazançlarına ilişkin değerler kullanılmaktadır. Entropi verinin karmaşıklık ölçüsüdür. $H(S) = \sum_{i=1}^{n} -p(c)\log_2 p(c)$ formülü ile hesaplanmaktadır. Entropi değeri kullanılarak hesaplanan bir diğer değer ise bilgi kazanç değeridir. Bilgi kazanç değeri $Kazanç(S) = H(S) - \sum -p(t)H(t)$ formülü ile hesaplanır. Karar ağaçları için dallanma işlemleri yapılırken kazanç değeri en yüksek olan kök, düğüm olarak adlandırılır. Bu olay döngü içerisinde devam ederek ağaç yapısı elde edilir (Güldal, 2018).

2.2. Naive Bayes

Naive Bayes yöntemi, mevcut sınıflandırılmış olan verileri kullanarak yeni gelen verilerin hangi sınıfa dahil olabileceğini tahmin eden istatistiksel tabanlı bir yöntemdir. İlk olarak mevcut öğrenme kümesindeki değerlerin ve sınıfların bulunma sıklığını hesaplayarak yeni gelen verilerin yapılacak hesaplamalar ile hangi sınıfa dahil olacağının olasılığını tahmin ederler (Fakı, 2015).

Yöntemin temeli Bayes Teoremidir. Bayes Teoremi koşullu olasılığı temel alır. P(C|X), X'in olması durumunda C'nin olması olasılığı ve P(C) sınıfının olasılığıdır. Bu eşitlik $P(C/X) = \frac{P(X/C)P(C)}{P(X)}$ ile ifade edilmektedir (Altun, 2018).

Naive Bayes yönteminin bir avantajı, sınıflandırma için gerekli olan parametreleri (değişkenlerin varyanslarını) tahmin etmek için az miktarda eğitim verisinin yeterli olmasıdır. Yöntem ikili ve çoklu sınıflandırma problemleri için kullanılmaktadır (Brown et al., 1999).

2.2. K-En Yakın Komşu Algoritması (KNN)

K-en yakın komşu algoritması (K-NN) hafıza tabanlı bir sınıflandırma yöntemidir. Etiketlenmemiş yeni bir veri noktası, en yakın k komşuyla ilişkilendirilerek bir çoğunluk etiketi atanarak sınıflandırılır (Weigman, 2019).

K-en yakın komşu algoritması ile yeni bir örneğin sınıflandırılması o örneğin etrafında bulunan ve daha önceden sınıflandırılmış olan k adet en yakın komşusuna olan uzaklığı ölçülerek yapılır. Yeni örnek, adet olarak daha fazla olan komşuların bulunduğu sınıfın içine dahil edilir. Yeni örnek ile eğitim seti içerisindeki uzaklıkları ölçmek için Öklid, Minkowski, Manhattan ve Chebyschev gibi uzaklık ölçme yöntemleri kullanılmaktadır (Yakupoğlu, 2018).

Yöntem örnek tabanlı bir öğrenme türüdür. Gürültülü ve alakasız özelliklerin bulunması durumunda ciddi oranda bozulabilir (Soni et al., 2011).

2.3. Model Değerlendirme Ölçütleri

Makine öğrenimi yöntemlerinde modelin başarısını ölçmek ve değerlendirme amacıyla çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu çalışmada doğruluk (accuracy), F1 skoru, duyarlılık (recall) ve kesinlik (precision) değerleri kullanılarak model performansları karşılaştırılmıştır.

Performans metriklerinin elde edilmesinde hata matrisi kullanılmıştır. Hata matrisi bir sınıflandırma modelinde doğru ve yanlış tahminlenmiş örnek sayılarını özetleyen matristir. Hata matrisi ve matris içerisinde yer alan terimlerin anlamları Tablo 1.'de verilmiştir (Tan et al., 2014).

Tablo 1. Hata matrisi

		Gerçek Durum	
		Pozitif	*Negatif*
Tahmin	*Pozitif*	TP	FP
	Negatif	FN	TN

Gerçek pozitif (TP): Sınıflandırıcı tarafından doğru şekilde sınıflandırılmış pozitiflerin sayısı
Gerçek negatif (TN): Sınıflandırıcı tarafından doğru şekilde sınıflandırılmış negatiflerin sayısı
Yanlış pozitif (FP): Gerçekte pozitif olmasına rağmen negatif olarak sınıflandırılanların sayısı
Yanlış negatif (FN): Gerçekte negatif olmasına rağmen pozitif olarak sınıflandırılanların sayısı
N: TP+TN+FP+FN

Doğruluk (Accuracy), oluşturulan mdelde doğru olarak yapılan tahminlerin tüm tahminlere oranıdır.

$$Doğruluk = \frac{TP + TN}{N}$$

Keskinlik (Precision), pozitif olarak tahmin edilen bir durumdaki başarıyı gösteren ölçüttür. Doğru pozitiflerin tüm tahminlere oranı ile hesaplanmaktadır.

$$Keskinlik = \frac{TP}{TP + FP}$$

Duyarlılık (recall), pozitif durumların ne kadar başarılı bir şekilde tahmin edildiğini gösteren orandır.

$$Duyarlılık = \frac{TP}{TP + FN}$$

F1 Skoru, sınıflandırıcının ne kadar iyi performans gösterdiğini ölçmek ve sınıflandırıcıları karşılaştırmak için kullanılır.

$$F1 = \frac{2TP}{2TP + FP + FN}$$

3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu çalışmanın temel amacı, üretim sektöründe işletmeden işletmeye (B2B; Business-to-Business) alanda faaliyet gösteren Astor Enerji A.Ş. firmasının müşteri segmentlerinin makine öğrenimi algoritmaları kullanılarak tahmin edilmesidir. Bu amaçla işletmeye ait özelleştirilmiş satış verisi kullanılmıştır.

Etiketli veri seti üzerinde sınıflandırma işlemlerinin yapılması için Karar Ağaçları, Naive Bayes ve K-En Yakın Komşu (KNN) sınıflandırma algoritmaları kullanılmıştır. Modellerin oluşturulmasında veri seti, %80 eğitim ve %20 test veri seti olarak ayrılmıştır. Sınıflandırma işlemlerinin yapılmasında R programlama dilin kullanılmıştır.

Modellerin doğruluk oranlarının daha güvenilir ve genellenebilir biçimde hesaplanabilmesi için 5 katlı çapraz doğrulama (5-fold corss-validation) uygulanmıştır. Bu yöntem ile eğitim veri seti beş kümeye bölünmüş ve her tekrarda dört grup modelin eğitilmesinde, kalan bir grup ise doğrulama amacıyla kullanılmıştır. Bu sayede, modelin farklı veri alt kümeleri üzerinde performansı test edilebilmiştir. Modellere ilişkin sonuçlar Tablo 2.'de verilmiştir.

Tablo 2. Modellere ilişkin sonuçlar

Model	*Doğruluk*	*Keskinlik*	*Duyarlılık*	*F1 Skoru*
Karar Ağaçları	0,6364	0,7901	0,6500	0,7854
Naive Bayes	0,8519	0,8606	0,8523	0,8524
KNN	0,6902	0,7184	0,6976	0,7047

Tablo 2.'de yer alan sonuçlar incelendiğinde kullanılan sınıflandırma algoritmaları arasında tüm performans değerlendirme ölçütleri bakımından en iyi sonuçları Naive Bayes algoritmasının verdiği görülmektedir. Naive Bayes algoritması doğruluk (%85,19), keskinlik (%86,06), duyarlılık (%85,23) ve F1 skoru (%85,24) değerleriyle kullanılan veri seti için tutarlı ve güvenilir bir sınıflandırma işlemi gerçekleştirmiştir.

4. SONUÇ

Yapılan bu çalışmada denetimli öğrenme yöntemlerinden sınıflandırma algoritmaları kullanılarak Astor Enerji A.Ş. firmasına ait veri seti üzerinden sınıflandırma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan işlemlerde Karar Ağaçları, Naive Bayes ve K-En Yakın Komşu (KNN) sınıflandırma algoritmaları kullanılmıştır. İşlemlerin yapılabilmesi için R programlama dili kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan veri seti modeli modellerin oluşturulmasında %80 eğitim ve %20 test veri seti olarak ayrılmıştır. Eğitim aşamasında modelin daha güvenilir sonuçlar vermesi amacıyla eğitim veri seti üzerinde 5 katlı çapraz doğrulama yapılmıştır.

Elde edilen sonuçlar Naive Bayes algoritmasının doğruluk, keskinlik, duyarlılık ve F1 skoru ölçütleri açısından diğer yöntemlerden daha iyi sonuçlar verdiğini ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA

Argüden, Y., and Erşahin, B. (2008). Veri madenciliği: Veriden bilgiye, masraftan değere. İstanbul: ARGE Danışmanlık Yayınları.

Baltacı, B. (2024). Veri bilimi ve makine öğrenmesi teknikleri ile perakende sektöründe ürün öneri sistemi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

Bansal, M., Goyal, A., and Choudhary, A. (2022). A comparative analysis of k-nearest neighbour, genetic, support vector machine, decision tree, and long short-term memory algorithms in machine learning. Decision Analytics Journal, 100071.

Brown, M. P. S., Grundy, W. N., Lin, D., Cristianini, N., Sugnet, C., and Haussler, D. (1999). Support vector machine classification of microarray gene expression data (UCSC-CRL-99-09).

Dündar, K., and Ağaçayak, A. (2023). Yapay zeka ve makine öğrenmesi ile insan ilişkileri analizi. Türkiye: Eğitim Yayınevi.

Eker, R., Alkiş, K., Uçar, Z., and Aydın, A. (2023). Ormancılıkta makine öğrenmesi kullanımı. Türkiye Ormancılık Dergisi, 24(2), 150–177.

Fakı, B. M. (2015). Veri madenciliği yöntemlerini kullanarak anemi sınıflandırılmasına yönelik bir uygulama, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Fawcett, T. (2006). An introduction to ROC analysis. Pattern Recognition Letters, 27(8), 861–874.

Fox, J. (1997). Applied regression analysis, linear models, and related methods. London, England: Sage Publications.

Güldal, H. (2018). Karar ağacı algoritmalarının eğitsel veriler üzerindeki performanslarının incelenmesi. In Proceedings of the 13th International Balkan Education and Science Congress (BES 2018), 6–8 September 2018, Edirne, Turkey.

İpek, S. (2025). Yapay zekâ destekli maliyet yönetimi: İstatistiksel ve makine öğrenmesi modelleri ile bir inceleme, Yüksek Lisans Tezi, Bursa Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bursa.

Kaya, Ç., and Yıldız, O. (2014). Makine öğrenmesi teknikleriyle saldırı tespiti: Karşılaştırmalı analiz. Marmara Fen Bilimleri Dergisi, 89–104. https://doi.org/10.7240/mufbed.24684

Murphy, K. P. (2012). Machine learning: A probabilistic perspective. Cambridge, MA: The MIT Press.

Müller, A. C., and Guido, S. (2016). Introduction to machine learning with Python: A guide for data scientists. USA: O'Reilly Media, Inc.

Nasteski, V. (2017). An overview of the supervised machine learning methods. Horizons, 4, 51–62.

Sanchis, A., Juan, A., and Vidal, E. (2012). A word-based naïve Bayes classifier for confidence estimation in speech recognition. IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing, 20(2), 565–574.

Simon, J. L., and Bruce, P. (1991). Resampling: A tool for everyday statistical work. Chance, 4(1), 22–32.

Soni, J., Ujma, A., Sharma, D., and Soni, S. (2011). Predictive data mining for medical diagnosis: An overview of heart disease prediction. International Journal of Computer Applications, 43–48.

Tan, P.-N., Steinbach, M., and Kumar, V. (2014). Performance measures. In Introduction to data mining. UK: Pearson Education Limited.

Ülgen, I. G., Osman, O., Özekeş, S., Baslo, B., and Ertaş, M. (2012). Classification of juvenile myoclonic epilepsy data acquired through scanning electromyography with machine learning algorithms. Springer Science+Business Media, 2705–2711.

Weigman, A. D. (2019). Fault-tolerant sensor fusion for aircraft height estimation, MSc Thesis, Stellenbosch University, Cape Town.

Wu, S., and Banzhaf, W. (2010). The use of computational intelligence in intrusion detection systems: A review. Applied Soft Computing, 10, 1–35. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2009.06.019

Yakupoğlu, Y. (2018). Eğitimsel veri madenciliği ve bir uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

ANALYZING LEVI STRAUSS & CO.'S CASH FLOW, CAPITAL STRUCTURE, AND SHAREHOLDER RETURNS IN 2024

NINDYA RESKA PUTRI
Universitas Lampung, Faculty of Economics and Business, Accounting Department, Bandar Lampung-Indonesia
RAYA SHAKILA HANNA
Universitas Lampung, Faculty of Economics and Business, Accounting Department, Bandar Lampung-Indonesia

Abstract
This paper provides a financial analysis of Levi Strauss & Co., focusing on its cash flow performance, capital structure management, and shareholder return initiatives for fiscal year 2024. Using data from the company's 2024 Annual Report, the study evaluates the ability to generate liquidity, maintain financial stability, and create long-term value for shareholders amid a volatile global retail environment. The analysis reveals that LS&Co. achieved a record adjusted free cash flow of $671 million in 2024, reflecting enhanced operational efficiency, disciplined cost control, and improved gross margins driven by stronger performance in its direct-to-consumer (DTC) segment. These actions demonstrate LS&Co.'s commitment to a balanced capital allocation strategy that rewards investors while preserving resources for strategic business investments. The paper also examines the company's capital structure decisions, highlighting how LS&Co. manages liquidity, debt obligations, and investment priorities to support sustainable growth. Overall, the findings show that LS&Co. has maintained a stable, forward-looking financial posture, leveraging positive cash flows and prudent capital structure management to navigate industry uncertainties while delivering higher returns to shareholders.
Keywords: Cash Flow, Capital Management, Shareholder Return

Introduction

In an increasingly turbulent retail environment worldwide, how firms can ensure long-term cash flow generation, optimize capital structure, and deliver consistent returns to shareholders has become a dominant preoccupation of scholars and practitioners alike in the realm of corporate finance. The apparel industry, with its fierce competition, cyclical demand, complex supply chains, and sensitivity to macroeconomic fluctuations, offers a highly relevant context for evaluating how financial strategy underpins long-term firm value. It is against this backdrop that Levi Strauss & Co. (LS&Co.), one of the world's most established branded apparel companies, presents an instructive case study for investigating the interplay between cash flow management, capital structure choices, and shareholder value creation.

Cash flow performance is widely considered a key indicator of the financial health and operational efficiency of a firm. Unlike earnings based on accounting principles, cash flows more accurately reflect the ability of a firm to finance operations, service debt, invest in growth opportunities, and return capital to shareholders. Previous research has highlighted that strong and stable cash flows from operations and free cash flows increase financial flexibility and lower dependence on external financing, especially during periods of economic uncertainty (Dechow et al., 2010; Penman, 2013). In consumer-oriented companies like LS&Co., successful cash flow generation is highly related to inventory management, cost control, price realization, and channel strategy, which includes the increasing importance of DTC business models.

The management of capital structure is another core dimension of corporate financial strategy. The trade-off theory and pecking order theory present theoretical perspectives on how

firms seek an optimal balance of debt and equity with the objective of minimizing the cost of capital while retaining financial flexibility. In practice, capital structure decisions depend not only on tax factors and risk of bankruptcy but also on the nature of the industry, volatility of cash flow, and priorities of strategic investment. For firms competing in turbulent retail markets, contingent leverage management and liquidity retention are vital to resist shocks in demand and supply and to support their strategic investments.

Shareholder return policies, including dividends and share repurchases, represent one of the main ways in which firms communicate their financial strength and managerial confidence to capital markets. Considerable empirical evidence indicates that coherent and well-communicated payout policies can enable a firm's valuation to rise by lowering agency costs and signaling sustainable cash flow prospects. Yet, capital return decisions have to be balanced against reinvestment in brand development, digital capabilities, and operational efficiency, especially for those companies in a transformation strategy like DTC expansion.

Against this theoretical and practical background, the present study examines the financial performance of Levi Strauss & Co. for fiscal year 2024, with an emphasis on cash flow generation, capital structure management, and shareholder return initiatives. Based on figures revealed in the company's 2024 Annual Report, the paper presents an analysis of how LS&Co. capitalized on improved operational performance and disciplined capital allocation toward liquidity strengthening, assurance of stability in finances, and enhancement of shareholder value. The relevance of such analysis is significantly enhanced by the strategic shift of LS&Co. toward a DTC-first omnichannel model, entailing material impacts on margin structure, working capital dynamics, and long-term cash flow sustainability.

This paper adds to the literature by providing an applied corporate finance case study that weaves financial theory into real-world data from financial reporting. Based on the analysis of LS&Co.'s performance in 2024, the investigation presents an understanding of how a well-established global retailer applies cash flow discipline and optimizes capital structure to work through macroeconomic uncertainty and provide better returns to shareholders. It is hoped that the findings will be of benefit to academics, investors, and financial managers interested in learning from effective capital allocation strategies within the contemporary retail and consumer goods environment.

Literature Review

Cash Flow Performance and Stock Price

The association between cash flow on a corporate level with the value of a company has been a topic of great consideration in literature stemming from the realms of finance as well as accounting. Operating cash flow, alongside free cash flow, has been considered a far better indicator of financial performance as compared to accrual-based earnings, as these are less vulnerable to manipulation on a managerial level (Penman, 2013). Dechow et al. (2010) state that high-quality earnings are generally underpinned by robust cash flow realization.

The literature has shown that a stable cash flow position is linked to financial flexibility, which helps a company survive a recession (Richardson, 2006). In the retail/CPG sector, a stable cash flow is even more necessary because of the cyclic nature of such a sector, which is susceptible to changes in consumer behavior (Gentry, Vaidyanathan, & Lee, 1990). The problem of cash flow volatility has been illustrated by a research study by Gentry, Vaidyanathan, and Lee (1990), which has shed light on the relation of cash flow volatility with bankruptcy.

Capital Structure Theories and Corporate Practice

The capital structure puzzle has been a fundamental issue in corporate finance literature, tracing back to the classic Modigliani-Miller (1958), which considered the irrelevance of capital

structure in a perfect market setting. Later, extending these ideal conditions, the trade-off theory emerged, assuming that firms can strike a balance within which the tax advantage of debt is offset by financial distress costs (Myers, 1984). Theoretical support has been provided, indicating that a firm that generates stable cash flows with less business uncertainty uses more leverage, while a firm with high uncertainty adopts a conservative structure (Frank & Goyal, 2009).

The pecking order theory can be considered a further explanation of financing activity, which holds that a firm's second-best alternative to raising funds is debt, whereas equity is considered a last resort because of problems with information asymmetry (Myers & Majluf, 1984). The theory seems most relevant when a mature business is under consideration because of a reliance on cash flows from ongoing business, which handicaps the need for infused equity. Research within the retail industry includes a list of factors that affect capital structure, which includes such things as supply chain, globalization, and strategic transformation projects such as digitization and DTC growth (Baker & Wurgler, 2015).

Shareholder Returns vs. Agency Costs Shareholder

The dividend and stock buyback policy is an important mechanism that helps reduce agency problems existing between managers and shareholders. Jensen's (1986) free cash flow theory proposes that distributing excess funds to shareholders helps mitigate the agency problems generated by value-decreasing managerial actions. It has been observed that firms following stable payout policies have been associated with reduced agency costs and high price multiples (La Porta et al., 2000).

In recent decades, stock buybacks have emerged as a significant means of returning funds to shareholders, especially where corporations want a degree of dexterity concerning capital distribution (Brigham & Ehrhardt, 2022). It has been suggested that stock buybacks are viewed by stockholders as signals of managerial belief in future cash flow opportunities (Grullon & Michaely, 2004). This can be a problem if stock buybacks are practised to excess, possibly limiting a business's capacity to develop innovation, brand, and robustness, particularly when a consumer-oriented business is transforming itself (Preeti, 2014).

The Role of Financial Strategy in the Retail and Fashion Industry

The fashion industry worldwide has distinct financial challenges because of fierce competition, increased fast fashion, and susceptibility to macroeconomic fluctuations. It has been proven by previous research that when a company uses an omnichannel and DTC business approach, it is capable of creating more value in terms of margin enhancement and improved cash flows, but at the same time, it has a chance of incurring increased capital spending along with increased working capital (Hübner, Holzapfel, & Kuhn, 2016).

In this respect, it is identified in the literature that cash flow management, capital structure, and shareholder return strategy need to be integrated with the overall corporate strategy. Such companies are thus best placed to maintain a competitive advantage and maximize shareholder value on a sustained basis. This particular research work attempts to develop previous research by studying how such financial principles have been used by LS&Co. in fiscal year 2024.

Methodology

Research Design

This paper utilizes a descriptive and analytical case study to analyze the cash flow performance, capital structure management, and shareholder return policies of LS&Co. for fiscal year 2024. The case study design is considered to be fitting for the research, as this type of methodology provides an in-depth examination into one firm, studying the scenarios that

occur within its natural setting and enabling a complete understanding of how financial strategies are actually implemented. The approach melds together ideas of corporate finance theory with the actual empirical analysis of publicly disclosed financial data.

Data Sources

The study relies solely on secondary data from sources that are in the public domain and of an authoritative nature. The main source of data is the Annual Report of Levi Strauss & Co. for fiscal year 2024, focusing on audited financial statements and related management discussion and analysis. Such data are supplemented by relevant notes to the financial statements, when necessary, to ensure proper interpretation of cash flow component presentation, capital structure composition, and shareholder return activities. Utilizing data from audited annual reports enhances the reliability and validity of the results because such reports are prepared in conformity with generally accepted accounting principles and regulatory requirements.

Variables and Financial Measures

In order to assess the financial performance of LS&Co., this research study has focused on three core analytical dimensions: cash flow performance.

Results and Discussion

Cash Flow Performance & Operational Efficiency

The financial performance of Levi Strauss & Co. in fiscal year 2024 clearly indicates a significant improvement in cash flow, thus signifying that the company has been able to operate in a more efficient manner financially. It is revealed that, as per the 2024 Annual Report, the adjusted free cash flow generated by LS&Co. has been USD 671 million, thus marking a record high in the free cash flow generated by the company in recent times. This clearly indicates a significant improvement in the efficiency of the company to convert revenues into available cash.

The growth in operating cash flows is attributed to a combination of factors. Firstly, the increase in gross margin, attributable to favorable product mix, pricing, and other related factors, contributed to growth in cash flows from earnings. Secondly, cost controls, operating expense management, and other similar factors increased cash flows from earnings. Thirdly, working capital management improved, especially with regard to inventory, recce, and payables. Taken together, these factors improved the earnings quality, thereby supporting that cash flow performance is a better proxy for financial performance than earnings (Dechow et al., 2010; Penman, 2013).

An improvement in cash flow has largely been attributed to the growth of the direct-to-consumer (DTC) business segment. The characteristic nature of DTC business models, which generally generates a relatively high contribution margin with short cash conversion cycles, makes them less dependent on middlemen, thus incurring fewer credit risks. Although there are initial investment requirements for setting up an e-business platform, the magnitude of such investments appears to have been optimized for efficiency to overcome additional expenses, as evident from the performance of LS&Co. in 2024, supporting existing literature that cash flow sustainability can be improved with omnichannel offerings once efficiency is optimized.

In terms of financial resilience, the fact that the company generated free cash flow of USD 671 million improved the internal sources of financing for LS&Co. According to Richardson (2006), a company’s ability to withstand a recession is linked to a high degree of free cash flow, which helps the business avoid destroying value with external funds. In a setting where inflationary pressures, volatile demand, and uncertainties in supply chains are a threat, LS&Co.’s cash flow management indicates that it is financially resilient.

Capital Structure, Leverage, and Liquidity Position

The capital structure management of LS&Co. in fiscal 2024 can thus be said to be following a conservative approach. There has been a stable management of the debt level, and on the other hand, a significant amount of liquidity has been retained in cash and cash equivalents, as evident from the annual filings. The need for free cash flow has thus been reinforced by the capital structure management of LS&Co., rather than resorting to leverage for meeting working capital and dividend requirements.

The way in which the company finances itself is in line with the pecking order theory, which states that because of the lack of transaction costs and information asymmetry, firms use internal funds, debt, and equity in that order (Myers & Majluf, 1984). Being a large, established, globally recognized brand with fairly predictable cash flows, LS&Co. is in a position to execute its strategic growth plans without issuing equity, which would dilute stockholders' interests.

According to the trade-off theory of capital structure, a moderate capital structure reflects a trade-off between the benefits associated with the cost of financial distress (Myers, 1984). The nature of the fashion industry is inherently vulnerable to demand variability, inventory risk, and Fashion Cycles, thereby contributing to variability within earnings. The conservative capital structure offsets such risks by altering the fixed costs of finance, thereby providing a degree of financial flexibility.

Liquidity management enhances this evaluation as well. The company’s strong cash position protects against short-term volatility and underpins ongoing investment in digital transformation, supply chain, and brand development. This strategy is consistent with empirical research that indicates that a company with a robust cash position, with properly managed leverage, is better shielded from a generally adverse environment (Frank & Goyal, 2009).

Shareholder Returns and Capital Allocation Discipline

Among the most significant benefits from the improved financial performance of LS&Co. in 2024 is the strengthened capital return capability. This is clarified regarding increased dividend payments to, as well as share repurchases for, stockholders, which came from the use of free cash flow rather than debt, as stated in the annual report. Such a distinction is very significant, as cash flow-generated stockholder returns are highly desirable compared to debt-driven stockholder returns.

Agency Theory implications: The capital return decisions are consistent with agency theory because they confirm Jensen’s (1986) free cash flow hypothesis, which states that the distribution of excess funds helps mitigate the problem of managerial overinvestment and brings managerial behavior closer to alignment with that of stockholders. The fact that LS&Co. chose to return a share of the excess funds to stockholders signaled that it was confident that its cash flows are persistent, but it also helps mitigate agency costs.

Share buy-backs, especially, also allow for flexibility in the distribution of capital. This practice is generally considered a positive signal to markets concerning the future’s prospects (Grullon & Michaely, 2004). Overly generous distribution, though, might affect the longer-run competitive position of a business, particularly in terms of limiting future investment potential. The capital distribution plan adopted by LS&Co. in 2024 seems sensible, with returns to shareholders pursued simultaneously with ongoing investment in growth projects.

This is supported by empirical research carried out by La Porta et al. (2000), which shows that firms with stable and transparent compensation policies have a high likelihood of having strong governance mechanisms and boosted investor trust. The dividend policy adopted by LS&Co. in 2024 supports this, thereby making the company known for its financial discipline.

Integrated Discussion and Theoretical Implications

Collectively, these findings demonstrate how Levi Strauss & Co. has managed cash flow, capital structure, and shareholder return practices holistically in order to optimize finances for the fiscal year 2024. The churning of USD 671 million in adjusted free cash flow is clearly the foundation of such a strategy, which has allowed the company to keep cash flow, leverage, and shareholder return on track simultaneously. The results support a number of theories on corporate finance. The use of internal funds confirms that the pecking order theory is valid, while the conservative use of capital leverage confirms the trade-off theory in a risk-adjusted industry setting. In addition, the correlation that exists between the generation of free cash flows and the stock return confirms that agency theory supposes that managerial discretion is reduced. On a larger scale, it's apparent that the case study supports the fact that sustaining the shareholder value within the international fashion sector is a phenomenon that is generated not merely by revenue enhancement but, rather, by financial discipline. The performance registered by LS&Co. in 2024 is a clear indication that even mature businesses can use strong cash flow to overcome uncertainties.

Conclusion

The importance of financial discipline has been identified as a factor in ensuring that a company is resilient to changes in the external environment, especially when such changes affect the sector in which the business operates. This particular research aimed to evaluate the financial management of Levi Strauss & Co. for the fiscal year 2024, with particular emphasis on the aspects of cash flow management, capital structure, as well as return to shareholders.

The results show that the strong operating efficiency of LS&Co. has yielded the company a record-breaking adjusted free cash flow of USD 671 million, which has allowed the company to maintain a strong liquidity position, maintain conservative leverage, and return funds to shareholders without undermining financial stability. The results demonstrate the importance of free cash flow as the bedrock of sound capital allocation practices and financial sustainability. The reliance of the company on internal funds is supported by the pecking order theory, while the prudent treatment of leverage is supported by the trade-off theory of capital structure. The dividend as well as stock buyback programs adopted by the company also support agency theory because it is evident that excess funds are used to send a signal to shareholders, thus alleviating agency costs.

In a managerial sense, what is significant from the results is that it stresses the need to integrate financial plans with operationally strategic moves, especially with regard to the continued growth of the direct-to-consumer business pursued by LS&Co. The fact that such a company is capable of enhancing margins, cash conversion, and capital structure indicates that a strategic change can be supported financially by way of internal cash generation. In related research, it remains that cash flow power remains a significant indicator of quality.

Despite the contributions, there are a number of limitations that are inherent in this research. The research is limited because it focuses on a single company within a single fiscal year. Thus, it is difficult to generalize the findings. Future research would encompass carrying out the research over a number of years, comparing different firms in the retail sector, or empirically examining the relationship between cash flow sustainability and direct-to-consumer approaches.

In conclusion, this research work has made contributions to the literature in the themes of corporate finance, accounting, as well as case studies on financial strategy implementation. The success that Levi Strauss & Co. has experienced in 2024 clearly indicates that prudent cash flow management, capital structure, as well as the overall return on investment for shareholders are fundamental factors that continue to facilitate the creation of wealth in the modern retail sector.

References

Baker, M., & Wurgler, J. (2015). Behavioral corporate finance: An updated survey. In G. M. Constantinides, M. Harris, & R. M. Stulz (Eds.), *Handbook of the economics of finance* (Vol. 2, pp. 357–424). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53685-0.00005-9

Brigham, E. F., & Ehrhardt, M. C. (2022). *Financial management: Theory and practice* (16th ed.). Cengage Learning.

Dechow, P., Ge, W., & Schrand, C. (2010). Understanding earnings quality: A review of the proxies, their determinants, and their consequences. *Journal of Accounting and Economics, 50*(2–3), 344–401. https://doi.org/10.1016/j.jacceco.2010.09.001

Frank, M. Z., & Goyal, V. K. (2009). Capital structure decisions: Which factors are reliably important? *Financial Management, 38*(1), 1–37. https://doi.org/10.1111/j.1755-053X.2009.01026.x

Gentry, J. A., Vaidyanathan, R., & Lee, H. W. (1990). A weighted cash flow approach to valuation. *Financial Analysts Journal, 46*(5), 30–41.

Grullon, G., & Michaely, R. (2004). The information content of share repurchase programs. *Journal of Finance, 59*(2), 651–680. https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2004.00645.x

Jensen, M. C. (1986). Agency costs of free cash flow, corporate finance, and takeovers. *American Economic Review, 76*(2), 323–329.

La Porta, R., Lopez-de-Silanes, F., Shleifer, A., & Vishny, R. (2000). Agency problems and dividend policies around the world. *Journal of Finance, 55*(1), 1–33. https://doi.org/10.1111/0022-1082.00199

Levi Strauss & Co. (2024). *Annual report 2024*. Levi Strauss & Co.

Modigliani, F., & Miller, M. H. (1958). The cost of capital, corporation finance and the theory of investment. *American Economic Review, 48*(3), 261–297.

Myers, S. C. (1984). The capital structure puzzle. *Journal of Finance, 39*(3), 575–592. https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1984.tb03646.x

Myers, S. C., & Majluf, N. S. (1984). Corporate financing and investment decisions when firms have information that investors do not have. *Journal of Financial Economics, 13*(2), 187–221. https://doi.org/10.1016/0304-405X(84)90023-0

Penman, S. H. (2013). *Financial statement analysis and security valuation* (5th ed.). McGraw-Hill Education.

Richardson, S. (2006). Over-investment of free cash flow. *Review of Accounting Studies, 11*(2–3), 159–189. https://doi.org/10.1007/s11142-006-9012-1

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PUBLIC ADMINISTRATION INSTITUTIONS: ON THE EXAMPLE OF THE COURT AND PUBLIC REGISTRY

Tamar Bochorishvili
Georgian Technical University, Faculty of Business Technologies, Department of Public administration N911, Tbilisi, Georgia.
https://orcid.org/0009-0004-0531-0822
Application of artificial intelligence in public administration institutions: on the example of the
court and public registry
Tamar Bochorishvili
Georgian Technical University, Faculty of Business Technologies, Department of Public administration N911, Tbilisi, Georgia.
https://orcid.org/0009-0004-0531-0822
Sofia Dogonadze
Georgian Technical University, Associate Professor, Tbilisi, Georgia.
https://orcid.org/0009-0000-4391-9779
Application of artificial intelligence in public administration institutions: on the example of the
court and public registry
Tamar Bochorishvili
Georgian Technical University, Faculty of Business Technologies, Department of Public administration N911, Tbilisi, Georgia.
https://orcid.org/0009-0004-0531-0822
Sofia Dogonadze
Georgian Technical University, Associate Professor, Tbilisi, Georgia.
https://orcid.org/0009-0000-4391-9779
Sofia Dogonadze
Georgian Technical University, Associate Professor, Tbilisi, Georgia.
https://orcid.org/0009-0000-4391-9779

ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) has become one of the most influential technological tools in the development of modern public administration. Its application offers significant opportunities to enhance efficiency, transparency, and citizen-oriented services within public institutions. This article examines the essence of artificial intelligence, its historical development, main types, and its growing role in public governance. Particular attention is paid to the application of AI in two key public administration institutions: the judicial system and the National Public Registry of Georgia.

The purpose of the study is to assess the feasibility and relevance of integrating artificial intelligence into Georgia's court system and public registry, especially within administrative justice. The article analyzes the stages of administrative proceedings at which AI usage may be most appropriate, identifies categories of cases suitable for automation, and discusses the potential benefits and risks associated with AI implementation. Comparative examples from foreign judicial systems are also provided. Furthermore, the article examines legal and ethical challenges arising from AI usage and proposes regulatory safeguards aimed at preventing negative impacts on fundamental human rights and the proper functioning of justice.

Keywords: Artificial Intelligence, Public Administration, Administrative Justice, Court System, Public Registry, Smart Contracts

INTRODUCTION

The rapid development of digital technologies has significantly transformed public administration systems worldwide. Among these technologies, Artificial Intelligence (AI) occupies a particularly important position, as it enables public institutions to increase operational efficiency, reduce human error, and improve the quality of public services. In modern governance, AI is increasingly used for data processing, decision-support systems, predictive analytics, and automation of administrative procedures.

In the context of public administration, the introduction of AI technologies raises complex legal, ethical, and institutional questions. While AI offers considerable benefits, its application in sensitive areas such as the judiciary and administrative decision-making requires a cautious and well-regulated approach. The judicial system, in particular, is based on fundamental principles such as the rule of law, judicial independence, and protection of human rights, which must not be compromised by technological innovation.

This article aims to analyze the role of artificial intelligence in public administration institutions, focusing on the court system and the National Public Registry of Georgia. Special attention is paid to administrative justice, where procedural efficiency and timely dispute resolution are of particular importance. The research seeks to determine at which stages of administrative proceedings AI may be applied effectively and where human decision-making remains indispensable.

RESEARCH AND FINDINGS

The Concept and Development of Artificial Intelligence

Artificial intelligence represents one of the most complex achievements of technological progress, fundamentally altering the way modern societies function. The first scientific work related to AI was published in 1943 by Warren McCulloch and Walter Pitts. The term "Artificial Intelligence" was officially introduced in 1955 by American scientist John McCarthy, who defined AI as the science and engineering of creating intelligent machines capable of human-like reasoning.

A significant milestone in AI development occurred in 1956 at the Dartmouth Summer Research Project, organized by John McCarthy together with Marvin Minsky, Claude Shannon, and Nathaniel Rochester. This conference marked the beginning of AI as a distinct scientific discipline and initiated extensive debates regarding machine intelligence.

Despite decades of research, there is still no universally accepted definition of artificial intelligence. However, AI may be characterized in several ways: as a system that imitates human cognitive abilities; as a system possessing at least one human intellectual capability; as a form of superintelligence exceeding human intellectual capacity; or as a scientific field focused on modeling human reasoning through machine learning and algorithmic systems.

Artificial Intelligence in the Modern Judicial System

The importance of AI in improving judicial efficiency has been recognized at the European level. The European Commission for the Efficiency of Justice (CEPEJ) adopted the *European Ethical Charter on the Use of Artificial Intelligence in Judicial Systems*, which establishes five fundamental principles: respect for fundamental human rights, non-discrimination, quality and security of data, transparency and fairness, and user control.

International practice demonstrates that AI is already widely used in judicial systems. In the United States, AI-based tools assist courts in risk assessment, sentencing recommendations, and legal research. These systems analyze large volumes of legal data to predict recidivism risks or identify relevant precedents. In the United Kingdom, artificial intelligence is applied to manage court schedules and allocate judicial resources more efficiently.

While these practices illustrate the potential of AI, they also raise concerns regarding algorithmic bias, transparency, and accountability. Predictive justice tools, in particular, have been criticized for reinforcing existing inequalities and limiting judicial discretion.

The Use of Artificial Intelligence in Georgian Administrative Justice

In Georgia, administrative justice is exercised by general courts at all levels. Administrative proceedings begin with the submission of a claim, followed by an examination of its formal admissibility and compliance with procedural requirements. These initial stages are largely technical and standardized, making them suitable for AI-assisted automation.

Artificial intelligence could effectively verify the formal requirements of administrative claims, such as completeness of documentation, payment of state fees, and procedural compliance. This would

significantly reduce court workload and accelerate case processing. However, the use of AI at this stage must be accompanied by safeguards related to personal data protection and the right to a fair trial.

The application of AI in determining the admissibility of claims presents greater challenges, as this requires legal evaluation and interpretation of administrative law norms. While partial automation may be possible, full reliance on AI at this stage remains questionable.

Regarding substantive decision-making, AI involvement is currently inappropriate. Judicial reasoning often requires interpretation *praeter legem* or *contra legem*, balancing competing interests, and evaluating unique factual circumstances—tasks that cannot be fully replicated by algorithmic logic.

The Public Registry and Smart Contracts

Georgia provides a successful example of digital innovation through the National Agency of Public Registry. The agency uses automated systems and algorithmic analysis to process property registration, verify documentation, and identify business entities. These technologies reduce administrative errors and increase efficiency.

At the international level, smart contracts based on blockchain technology are increasingly used in administrative processes. Smart contracts are automated agreements executed once predefined conditions are met. Their potential application in public administration includes property registration, transfer of ownership, and automated administrative sanctions.

The use of smart contracts promotes transparency, reduces corruption risks, accelerates decision-making, and prevents disputes. Nevertheless, legislative frameworks must be adapted to ensure legal certainty and protect citizens' access to judicial remedies.

CONCLUSION

The integration of artificial intelligence into public administration institutions presents both significant opportunities and serious challenges. In the judicial system, AI is best suited for auxiliary and technical tasks, such as case management, statistical analysis, scheduling, and verification of formal procedural requirements. Its application in administrative justice may be expanded gradually, provided that legal safeguards and human oversight are ensured.

Artificial intelligence cannot replace judges in substantive decision-making, as justice requires interpretation, moral reasoning, and protection of fundamental rights—elements inherently linked to human judgment. The mass implementation of AI in the legal system carries social risks, including job displacement and excessive digitalization of human life.

As emphasized by AI pioneer Geoffrey Hinton, artificial intelligence holds enormous potential but also poses significant dangers if misused. Therefore, global and national efforts must focus on developing comprehensive legal frameworks that ensure safe, ethical, and human-centered use of AI.

Ultimately, artificial intelligence should serve as a tool to assist human decision-makers, not to replace them. Its cautious and well-regulated application in public administration, particularly within the justice system, is essential to preserve the rule of law and protect fundamental human rights.

BIBLIOGRAPHY

European Commission for the Efficiency of Justice. (2018). *European ethical charter on the use of artificial intelligence in judicial systems*. Council of Europe.

McCarthy, J. (1955). *A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence*.

McCulloch, W., & Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 5, 115–133.

Surden, H. (2014). Machine learning and law. *Washington Law Review*, 89(1), 87–115.

Hinton, G. (2023). Reflections on the risks and future of artificial intelligence. *Technology Review*.

HER YÖNÜYLE GELECEK NESİL AKILLI ŞEBEKE 2.0: OPTİMİZASYON, HABERLEŞME, KONTROL VE ENERJİ YÖNETİMİ YAKLAŞIMLARI

Asım KAYGUSUZ
Inonu University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering, 44000 Battalgazi, Malatya
ORCID: 0000-0003-2905-1816
Serdar Ethem HAMAMCI
Inonu University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering, 44000 Battalgazi, Malatya
ORCID: 0000-0002-1868-6843

ÖZET
Akıllı şebeke kavramı son 10 yılda çok gelişmiş bir hal alarak uygulama sahasına konulmaya başlanmıştır. Nitekim bazı ülkeler için, akıllı şebeke kavramının başlangıcından 30 yıllık bir sürede gelişimini tamamlayacağı öngörülmekteydi. Ancak yenilenebilir enerji ve depolama sistemlerinin güç sistemine fazlaca eklenmesi, şebeke ve haberleşme mimarilerinin hızlı etkileşimi ile kontrollerin hızlanması, akıllı şebeke izleme ve yönetim kabiliyetlerinin artması, yapay zeka temelli algoritmalarla şebekelerin belirsiz üretim ve tüketim tahminlerinin doğruluğunun yükselmesi gibi etkenler dönüşüm sürecini hızlandıran unsurlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durum, klasik şebeke yapılarının akıllı şebeke alt yapısına beklenenden daha hızlı ulaşmasına ve hatta Akıllı Şebeke 2.0 kavramından bahsedilmesine yol açmıştır. Bu çalışmada Akıllı Şebeke 2.0 kavramı ve bileşenleri incelenerek, geleceğin dağıtık ve esnek güç sistemi mimarisine yönelik bütüncül bir referans ortaya konmaya çalışılacaktır. Akıllı Şebeke 2.0'ın mimari yapısı olarak dağıtık güneş ve rüzgâr üretim birimleri, batarya enerji depolama sistemleri, araçtan şebekeye (V2G) özellikli elektrikli araç filosu ve sanal senkron makine tabanlı gelişmiş inverter kontrol stratejileri gibi konulardan bahsedilecektir. Ayrıca daha iyi bir enerji yönetimi için model öngörülü kontrol, kısa dönem yük tahmini için makine öğrenmesi modelleri ve dağıtık enerji yönetimine yönelik basitleştirilmiş enerji ticareti mekanizması üzerinde durulacaktır. Akıllı Şebeke 2.0 kavramının yeni gelecek olan 6G haberleşme sistemi ile entegrasyonu, frekans ve gerilim kararlılığı ve dağıtık kaynakların daha verimli nasıl kullanılabileceği konuları da üzerinde durulması gereken konulardandır. Sonuç olarak, test sistemlerinin veri odaklı, esnek ve siber-dayanıklı Akıllı Şebeke 2.0 mimarilerine dönüştürülmesine yönelik pratik referans bilgiler sunulacaktır.
Anahtar Kelimeler: Akıllı Şebeke 2.0, optimizasyon, model öngörülü kontrol, 6G

NEXT-GENERATION SMART GRID 2.0 IN ALL ASPECTS: OPTIMIZATION, COMMUNICATION, CONTROL AND ENERGY MANAGEMENT APPROACHES

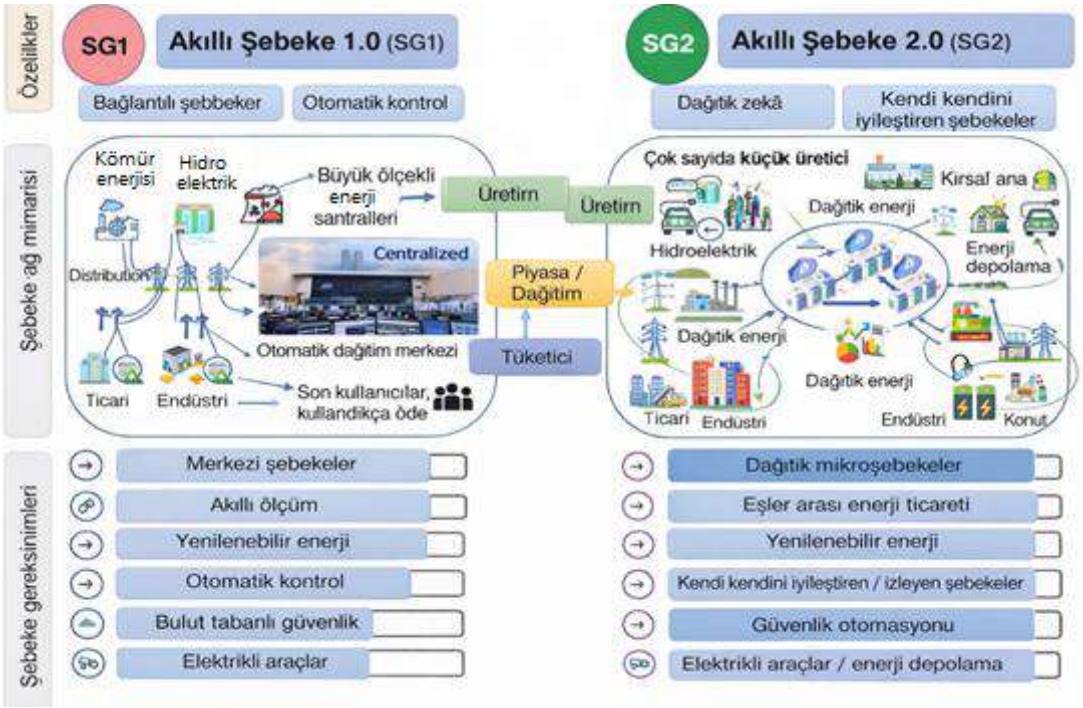
ABSTRACT
The concept of the smart grid has advanced significantly over the past 10 years and has begun to be put into practice. As a matter of fact, for some countries, it was predicted that the smart grid concept would complete its development within 30 years from its inception. However, the excessive addition of renewable energy and storage systems to the power system, the acceleration of controls with the rapid interaction of network and communication architectures, increased smart grid monitoring and management capabilities, and enhanced accuracy in uncertain production and consumption forecasts of networks with artificial intelligence-based algorithms appear to accelerate the transformation process. This situation has led to classical grid structures reaching smart grid infrastructure faster than expected and even the concept of Smart Grid 2.0 being mentioned. This study will examine the Smart Grid 2.0 concept and its

components, aiming to provide a holistic reference for the future distributed and flexible power system architecture. Topics such as distributed solar and wind generation units, battery energy storage systems, vehicle-to-grid (V2G) enabled electric vehicle fleet and virtual synchronous machine-based advanced inverter control strategies will be discussed as the architectural structure of Smart Grid 2.0. We will also focus on model predictive control for better energy management, machine learning models for short-term load forecasting, and a simplified energy trading mechanism for distributed energy management. The integration of the Smart Grid 2.0 concept with the upcoming 6G communication system, frequency and voltage stability, and how distributed resources can be used more efficiently are also among the issues that need to be emphasized. Finally, practical reference information will be provided for transforming test systems into data-driven, flexible, and cyber-resilient Smart Grid 2.0 architectures.

Keywords: Smart Grid 2.0, optimization, model predictive control, 6G

1. GİRİŞ

Elektrik güç sistemleri, merkezi üretim yapısından dağıtık ve çok aktörlü bir yapıya doğru hızlı bir dönüşüm süreci içerisindedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim portföyündeki payının artması, klasik güç sistemlerinin tasarım varsayımlarını zorlamakta ve daha esnek, uyarlanabilir ve akıllı çözümleri zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, birinci nesil akıllı şebeke yaklaşımları (Akıllı Şebeke 1.0) ağırlıklı olarak izleme, otomasyon ve sınırlı karar destek mekanizmalarına odaklanmıştır (Kaygusuz ve diğ. 2012). Günümüzde ise güç sistemlerinin daha karmaşık hale gelmesi, veri hacminin artması, hesaplama gücünün ucuzlaması ve haberleşme gecikmelerinin azalması sayesinde, daha ileri seviye optimizasyon ve kontrol yaklaşımlarının sahaya uygulanması mümkün hale gelmiştir. Bu gelişmeler Akıllı Şebeke 2.0 olarak adlandırılan yeni bir paradigmayı ortaya çıkarmıştır. Akıllı Şebeke 2.0, yalnızca teknolojik bir güncelleme değil; aynı zamanda enerji üretimi, tüketimi ve ticaretine bakış açısında köklü bir dönüşümü temsil etmektedir. Şekil 1'de ilk nesil Akıllı Şebeke 1.0 ile yeni nesil Akıllı Şebeke 2.0'ın genel bir karşılaştırılması verilmektedir.



Şekil 1. Akıllı Şebeke 1.0 ile Akıllı Şebeke 2.0 yapılarının karşılaştırılması.

Akıllı Şebeke 2.0; yapay zeka, büyük veri ve nesnelerin internetinin (IoT) birleşimiyle hızlanacak, enerji sektörünün merkezinde dijital dönüşümün yer aldığı, enerji ve güç sistemlerinin geleceğe yönelik vizyonu olarak da tanımlanabilir. Bu nedenle, enerji planlamacıları, elektrik talebi tahmin modelleri, stokastik-sağlam optimizasyon ile simülasyon gibi çeşitli yöntem ve teknolojileri kullanarak enerji sistemlerinin sürdürülebilir genişlemesini desteklemektedir. Bu gelişmelerin merkezinde yer alan akıllı şebekelerde 1-24 saat gibi kısa vadeli yük tahmininin güvenilir enerji planlaması için kritik rolünü ele alan çalışmalar yapılmıştır (Ibrahim ve diğ. 2022). Yenilenebilir enerji tahmininin doğruluğu ve yük azaltımıyla ilişkisine dayanarak, mikro şebekelerdeki enerji yönetim sistemlerini (EMS) geliştirmeyi amaçlayan bu çalışmada arıza tahminlerinin hassasiyetinin analizi yapılmıştır. Bir saat önceden yapılan tahminlerin, anlık tahminlerden veya birkaç saat önceden yapılan tahminlerden daha etkili olduğu ortaya koyulmuştur (Nassereddine ve diğ. 2025). Model öngörülü kontrol (MPC) tabanlı enerji yönetim sistemi performansının analizi ve enerji iletiminin iyileştirilmesi ile ilgili olan bu çalışma, MPC tabanlı enerji yönetim sistemlerinin enerji yönetimi ve iletimini optimize etmişlerdir (Chowdhury ve diğ. 2024). Sanjalawe ve diğ. (2025) tarafından yapılan çalışmada ise, yapay zeka, 6G ve akıllı şebeke teknolojilerinin yakınsamasını ele almıştır. Bu teknolojilerin birbirine bağımlılıkları ele alınmış, mevcut zorluklara değinilmiş ve bunların entegrasyonunun daha dayanıklı, akıllı ve güvenli enerji altyapılarına nasıl yol açabileceği incelenmiştir. Böylece ileride 6G iletişim altyapısının oluşması zamanlarında enerji sistemlerinin geleceğini belirleyecek teknolojik ve kavramsal temeller hakkında kapsamlı bir anlayış sunulması amaçlanmıştır. Talep tahmini ve optimizasyonu için LSTM (uzun kısa süreli bellek) gibi gelişmiş yapay zeka algoritmalarının kullanımı, sistemin doğruluğunu ve verimliliğini önemli ölçüde artırarak, tahmin hassasiyeti ve operasyonel uyarlanabilirlik açısından geleneksel yaklaşımları geride bırakmaktadır. Bu yenilikler, 6G ağları bağlamında daha akıllı, enerji verimli ve ölçeklenebilir akıllı şebeke çözümlerinin önünü açmada önemli bir adımı temsil etmesi beklenmektedir (Kharbouch ve diğ. 2025).

Genel olarak, yenilenebilir enerji üretimi invertör aracılığıyla AC şebekeye bağlanmaktadır. Ancak invertörlerin, senkron jeneratörlere göre atalet ve sönümleme durumu eksikliğine sahip olmaları nedeniyle, yoğun bir şekilde şebekeye bağlandığında, sistem ataletinin ve sönümlemesinin yetersiz kalmasına neden olabilirler. Sistemde bir bozulma meydana gelirse, invertörün bozucu etkiyi bastırma yeteneği azalır ve bu da sistem frekansında çökmeye neden olabilir. Bu sorunu çözmek için, senkron motorun ataletini ve sönümleme katsayısını invertörün kontrolüne entegre eden sanal senkron jeneratörler tanıtılmıştır. Böylece, sistemin frekans tepki özelliklerinin iyileştirilmesi sağlanmakta ve bunun sonucu olarak mikro şebekenin bozucu etkilere karşı direnci artırılmaktadır (Wang ve diğ. 2024).

Elektrikli araçların ortaya çıkışı elektrik şebekesinden çekilen gücü artırmıştır. Bununla birlikte, Araçtan Şebekeye (V2G) teknolojisi, bu araçların aynı zamanda merkezi olmayan enerji kaynakları olarak da hizmet verebileceği anlamına gelmektedir. Son yıllarda, elektrik şebekeleri ve elektrikli araçlar arasındaki enerji alışverişi önemli bir odak noktası haline gelmiş ve bu alanda kapsamlı çalışmalara yol açmıştır. Elektrikli araçlar için gerekli güç kaynağının sağlanması ve bataryalarının enerji depolama kapasitelerinin günün çeşitli saatlerindeki güç taleplerini karşılamak için kullanılması, kapsamlı bir araştırma konusu olmuştur. Elektrikli araçların güç dağıtım şebekelerine konumlandırılmasının teknik ve ekonomik etkilerinin incelenmesi bu çalışmada sunulmuştur (Hafezimagham ve diğ. 2024).

Bu çalışmada Akıllı Şebeke 2.0 kavramının ana bileşenleri ele alınacak ve her bir bileşen için güncel bir özet ortaya konulacaktır. Akıllı Şebeke 2.0 kavramının kapsamı çok geniş olduğundan burada sadece bileşenlerinden en önemli görülen konu başlıkları ele alınacaktır. Bunlar; dağıtık yenilenebilir enerji kaynakları ve üretim tahmini, enerji depolama sistemleri, elektrikli araçlar ve V2G entegrasyonu, gelişmiş optimizasyon teknikleri, sanal senkron makine

ve sanal atalet kavramları, model öngörülü kontrol ile enerji yönetimi, veri odaklı yaklaşımlar, haberleşme altyapısı ve 6G entegrasyonu, dinamik enerji fiyatlama konularından oluşmaktadır.

2. AKILLI ŞEBEKE 2.0 KAVRAMI VE TEMEL BİLEŞENLERİ

Akıllı şebeke, elektrik dağıtım sistemini daha verimli, daha güvenilir ve sürdürülebilir hale getirmek için tüm akıllı özelliklerin uygulandığı kavramsal bir tekniktir. Aynı zamanda akıllı şebeke tasarımının amacı, şebekenin gözlemlenebilirliğini, varlıkların kontrol edilebilirliğinin oluşturulmasını, dinamik yapıda olmasını, güç sisteminin performansının ve güvenliğinin artırılmasını ve özellikle işletme, bakım ve planlamanın ekonomik yönlerden ele alınmasıdır. Son gelişmelerde, şebekelerin ve ağ sistemlerinin iletim ve dağıtımla sınırlı kalmaması, aynı zamanda sera gazlarını ve karbon ayak izini azaltmak için temiz ve sürdürülebilir enerji üretmede de hayati bir rol oynaması gerektiği yönünde araştırmalar yapılmaktadır (Majeed Butt ve diğ. 2021). Akıllı Şebeke 2.0 kavramı özetle; yapay zeka bileşenleri ile donatılmış bir şebeke altyapısına sahip, yüksek oranda belirsiz ve dağıtık bir yapıdaki yenilenebilir enerji kaynaklarını da içeren, geleneksel şebeke yapısından farklı olarak çift yönlü gecikmesiz ve güvenlikli bilgi ve güç akışına sahip, kendi kendini iyileştirip sisteme uyarlayabilen bir güç sistemi mimarisi olarak tanımlanabilir. Bu mimarinin temel bileşenleri aşağıda verilecektir.

Dağıtık yenilenebilir enerji kaynakları ve özellikle üretim tahmini Akıllı Şebeke 2.0 için önemli bir veri olmaktadır. Eskiden geleneksel güç şebekesi merkezi üretim yapan güç sistemlerinden oluşmakta idi. Fakat günümüzde güç sistemine gün geçtikçe lisanslı veya lisanssız yeni elektrik enerjisi üretim santralleri eklenmektedir. Böylece şebekeye dağıtık ve belirsiz yapıdaki üretken tüketicilerin eklendiği çok dinamik ve yönetilmesi zor olan bir yapı ortaya çıkmaktadır. İklim şartları ve mevsim etkisine bağlı olarak üretim tahminlerinin yapıldığı ve önümüzü daha iyi görebilmeyi sağlayabilecek tahmin algoritmalarının, şebekenin durumunu inceleyerek daha aktif ve dinamik yönetilebilmesini sağlayacağı düşünülmektedir. Son zamanlarda belirsiz üretimi tahmin eden algoritmaların kullanıldığı çalışmaların sayısı kat kat artmıştır. Zaman içinde değişen olayların modellenmesi, veri analizindeki en zor problemlerden biridir. Zamanla değişen elektrik enerjisi değerlerinin tahmin edilmesi de veri analizinde önemli bir problemdir. Regresyon yöntemleri, makine öğrenimi ve derin öğrenme yöntemleri, verilerden farklı kalıpları öğrenmek ve bir tüketim tahmin modeli geliştirmek için kullanılır. Derin öğrenme ile kısa vadeli güç tüketimi tahmininde en başarılı modelleri belirlemek ve en yüksek tahmin doğruluğunu elde etmek amaçlanmıştır. Öncelikle hazır bir veri kümesi üzerinde keşifsel veri analizi (EDA) ile veriler değerlendirilmiş ve düzenlenmiş, verilerin özellikleri çıkarılmıştır. Uzun kısa süreli bellek (LSTM), kapılı tekrarlayan birim (GRU), basit tekrarlayan sinir ağları (SimpleRNN) ve çift yönlü uzun kısa süreli bellek (BiLSTM) mimarileri üzerinde çalışmalar yapılmıştır (Uçar ve diğ. 2025).

Enerji depolama sistemlerinin elektrik enerjisinin üretim ve tüketim belirsizliğinde özellikle tüketimin çok iyi düzenlenmiş optimizasyon teknikleri ile düzleştirilmesinde önemli bir rol oynayacağı kesindir. Ayrıca enerji depolama sistemleri, üretim ve tüketim arasındaki dengesizliklerin de giderilmesinde kritik bir rol oynayacağı aşikardır. Özellikle yenilenebilir enerji kaynağının yanında depolama ünitelerinin sisteme dahil edilme zorunluluğunun ülkeler tarafından istenmesi; şebekenin daha akıllıca yönetilmesi, kararlılığı iyileştirmesi, enerji fiyatlarını dengeleyebilme kabiliyeti gibi etkenleri düşünüldüğünde Akıllı Şebeke 2.0 için depolama sistemleri yalnızca yedek güç kaynağı değil, aynı zamanda aktif bir şebeke dengeleme elemanı olarak ele alınmaktadır.

Elektrikli araçlar ve V2G entegrasyonu da yine yukarıda anlatılan depolama sistemleri gibi kullanılmasıyla şebekeyi iyileştirici etkisi olabilmektedir. Elektrikli araçların çok büyük ölçekteki depolama ünitelerine kıyasla daha küçük ölçekte V2G teknolojileri sayesinde mobil depolama birimleri olarak da değerlendirilebilmektedir. Bu yaklaşımın, hem şebekenin esneklik seviyesini artırdığı hem de enerji fiyatının şebekede yükseldiği anlık durumlarda kullanıcılar için yeni ekonomik fırsatlar sunabileceği değerlendirilmektedir.

Son zamanlarda yapılan çok sayıdaki literatür çalışmalarının, gelişmiş kontrol ve optimizasyon yaklaşımlarından oluştuğu göze çarpmaktadır ve bu çalışmalar Akıllı Şebeke 2.0 kavramında en çok gündeme gelmesi beklenen sistemlerden olacaktır. Elektrik güç şebekelerinin gün geçtikçe büyümesi ve gelişmesiyle, özellikle AC ve DC sistemlerin şebekede veya ev/site ölçeğinde beraber bulunmasıyla, geleneksel elektrik şebekesinden daha farklı kontrol ve optimizasyon sistemlerinin şebekede kullanılmasına neden olabilecektir.

Sanal senkron makine tabanlı inverter kontrolü sistemlerin kullanılmasıyla şebeke kararlılığının iyileştirilebileceği görülmüştür. Şebekede gerilim ve açı kararlılığının düzeltilmesiyle sistem çökmelerinin önüne geçilebilmektedir. Şebekeye büyük oranda güç sağlayan temel güç santrallerinin yerini yenilenebilir ve dağıtık sistemlerin almasıyla şebeke daha zayıf hale gelmiştir. Bunun için sanal senkron makine ve sanal atalet kavramları ön plana çıkmaktadır. Bu kontrol stratejileri, daha hızlı tepki veren ve izlenebilen akıllı şebeke sayesinde frekans ve gerilim kararlılığının iyileştirilmesinde etkili olacaktır.

Akıllı Şebeke 2.0'ın temel öğelerinden birisi olan kontrol kısmındaki en önemli değişim, enerji yönetimi olgusunu klasik reaktif dengeleme anlayışının ötesine geçirerek model öngörülü kontrol (MPC) ile öngörüye dayalı ve optimizasyon tabanlı bir yaklaşıma dönüştürmesidir. Bu yeni yaklaşımda kısa vadeli yük-üretim tahminleri göz önüne alınarak maliyet, gerilim/frekans sapması ve kayıplar gibi hayati öneme sahip hedeflerin minimize edilmesi amacıyla hat/trafo kısıtları, kullanıcı konforu ve şarj-deşarj güç sınırlandırmaları gibi önemli değişkenler modele dahil edilerek her örnekleme anında yeniden optimizasyon gerçekleştirilmesi gerekir. Bu şekilde enerji yönetimi için oluşturulacak olan kontrol sisteminin referans giriş değerleri sürekli güncellenerek dinamik bir yapının elde edilmesi mümkün olmaktadır. Böylece yenilenebilir kaynaklar kısmındaki çeşitli belirsizliklere karşı daha kararlı, ekonomik, esnek ve dayanıklı bir sistemin oluşturulması hedeflenmektedir (Hu ve diğ. 2021; Chowdhury ve diğ. 2024).

Gelecek nesil 6G haberleşme teknolojileri, düşük gecikme, yüksek bant genişliği ve yüksek güvenilirlik özellikleriyle Akıllı Şebeke 2.0 uygulamalarının önünü açmaktadır. Bu entegrasyon, dağıtık kontrol ve gerçek zamanlı optimizasyon uygulamalarını daha uygulanabilir hale getirmektedir.

Küresel enerji manzarasının hızlı dönüşümü, verimlilik, sürdürülebilirlik ve güvenlik konusunda benzeri görülmemiş bir talep tarafından yönlendirilmektedir. Bir zamanlar merkezi enerji dağıtımı için yeterli olan geleneksel elektrik şebekeleri, artık merkezi olmayan üretim, dalgalanan yükler ve artan siber tehditlerin artan karmaşıklığı nedeniyle zorlanmaktadır. Akıllı Şebekelerin ortaya çıkışı, akıllı karar verme, gerçek zamanlı izleme ve uyarlanabilir kontrolü mümkün kılmak için elektrik ve verinin çift yönlü akışından yararlanarak bir çözüm vaat etmektedir. Bu gelişmeye paralel olarak, altıncı nesil (6G) kablosuz iletişim, akıllı şebeke gereksinimleriyle doğrudan uyumlu olan ultra güvenilir düşük gecikmeli iletişim (URLLC), büyük ölçekli makine tipi iletişim (mMTC) ve gelişmiş mobil geniş bant (eMBB) sunmak üzere tasarlanmaktadır. Özellikle yapay zeka, bu gelişmelerin kesişme noktasında yer almakta ve yeni nesil şebekeler için hayati önem taşıyan tahmine dayalı analitik, anomali tespiti, otonom kontrol ve durumsal farkındalık yetenekleri sunmaktadır. Şekil 2 de Akıllı şebeke 2.0, yapay zeka ve 6G entegrasyonu görülmektedir (Sanjalawe ve diğ. 2025).



Şekil 2. Akıllı Şebeke 2.0, yapay zeka ve 6G entegrasyonu (Sanjalawe ve diğ. 2025).

Akıllı şebekelerde önemli konulardan biri de elektriğin dinamik fiyatlandırılmasıdır (Kaygusuz 2019; Alagöz ve diğ. 2016). Elektrik enerjisinin fiyatlandırması genellikle ülkelerin elektrik kullanım profillerine göre yapılmaktadır. Tüketimin az olduğu bölgelerde kullanıcılara daha ucuz fiyatlı elektrik enerjisi bölgesine geçişi sunarak, elektriğin pahalı olduğu zamanlarda da tüketicileri ucuz bölgelere geçirmek için politikalar belirlenmektedir. Yada dinamik bir enerji fiyatlandırma sistemi kullanılarak, yenilenebilir enerji kaynağa sahip müşterilerin, üretken tüketici olduğu sistemde enerji borsası gibi, kullanım durumlarına göre enerji fiyatları otomatik olarak ayarlanabilir (Alagöz ve diğ. 2013; Yalçınöz ve diğ. 2021). Son yıllarda nüfusun artması ve teknolojinin gelişmesi, elektrik enerjisine olan talebin artmasına yol açmıştır. Bu durum elektrik enerjisi fiyatının da artmasına neden olmuştur.

Akıllı Şebeke 2.0, veri/sistem güvenliği ve blok zincir entegrasyonu da önemli konulardan birisidir. Akıllı Şebeke 2.0 yapısında dağıtılmış yenilenebilir kaynakları içeren mikro şebekelerin birbirine bağlantıları göz önüne alındığında, bağlantılarda meydana gelebilecek olan zincirleme arızalar nedeniyle uzaktan kontrol edilen sistemlerin veri eşleşmesinde aksamalara neden olabilirler. Elektrik şebekesi operatörleri, iletişim ağı sağlayıcıları ve tüketiciler olarak farklı üç paydaş için güvenlik sistemleri düşünülebilir. Örneğin trafo merkezi/şalt sahası saldırıları, kötü amaçlı yazılımı tehditleri ve tedarik zinciri aksaklıklarına karşı sistem savunmasız kalabilir. Ayrıca, Akıllı Şebeke 2.0'ın dağıtılmış enerji kaynaklarında otonom enerji yönetimine yapay zekanın (YZ) entegre edilmesiyle, yeni zorluklar meydana gelebilir. Özellikle, enerji santrallerindeki elektrik okuma ve ölçüm sensörlerine yönelik siber saldırılar yanlış veri girişine neden olmasıyla, yapay zeka destekli kontrol fonksiyonları yanılabilir ve enerji depolama sistemlerinde karmaşık hata kontrol işlemlerine, elektrikli araç şarjında yanlış enerji tahminine ve hatta eşler arası enerji ticareti modellerinde sahte işlemlere de neden olabilir. Fiziksel olarak çok fazla kopya içerdiğinden ve kopyalanıp değiştirilememe özelliğinde olduğundan blok zincir tabanlı modellerin kullanılması, birlikte çalışabilir güvenlik protokolleri sayesinde Akıllı Şebeke 2.0'da dağıtılmış mikro şebekeleri yönetmek için güvenilir yapay zeka modelleri sunarak, gelecekteki araştırmalar için umut vadeden koruma modeli olarak karşımıza çıkmaktadır **(**Nguyen ve diğ. 2025; Zafar ve diğ. 2022; Islam ve diğ. 2025; Khayyat ve diğ. 2024**).**

3. SONUÇ VE GELECEK PERSPEKTİFİ

Bu çalışmada, Akıllı Şebeke 2.0 kavramı, gelişmekte olan 6G teknolojileriyle entegrasyonu, optimizasyon ve kontrol yöntemlerinin entegrasyonu ve temel teknolojik bileşenleri kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır. Akıllı Şebeke 2.0 kavramı çok geniş olmakla beraber, burada verilen özetin en çok karşılaşılabilecek olan kavramlarla gelecekteki dağıtık ve esnek güç sistemlerinin tasarımı ve uygulanması için yol gösterici bir referans oluşturacağı değerlendirilmektedir.

Sonuç olarak Akıllı Şebeke 2.0 ile aşağıdaki stratejilerin ortaya çıkması beklenmektedir.
- Klasik manadaki "tüketici" gruplarının bir kısmının "üretken tüketici" şekline dönüşmesi,
- Üretken tüketici katılımına dayalı merkezi olmayan etkileşimli bir güç sistemi,
- Maliyetler ve faydaların doğru bir şekilde dağıtıldığı akıllı enerji yönetim stratejileri,
- Maliyet etkin dinamik enerji sistemi için esneklik seçeneklerinin var olması,
- Optimizasyon teknikleri de içeren akıllı hizmetlerin tümünün sunulduğu bir akıllı şebeke yapısı,
- Akıllı şebekeler için ayrılmaz tasarım parametreleri olarak tedarik güvenilirliği, dayanıklılık ve veri gizliliğinin en yüksek önceliğe sahip olması (Energy Innovation Austria, 2025).

KAYNAKLAR

Alagoz B. B., Kaygusuz A. (2016). Dynamic energy pricing by closed-loop fractional-order PI control system and energy balancing in smart grid energy markets, Transactions of the Institute of Measurement and Control, volume 38, no 5, pp. 565-578.

Alagoz B.B., Kaygusuz A., Akcin M., Alagoz S. (2013). A closed-loop energy price controlling method for real-time energy balancing in a smart grid energy market, Energy, volume 59, pp. 95-104

Chowdhury, I. J., Yusoff, S. H., Gunawan, T. S., Zabidi, S. A., Hanifah, M. S. A., Sapihie, S. N. M., & Pranggono, B. (2024). Analysis of Model Predictive Control-Based Energy Management System Performance to Enhance Energy Transmission. *Energies*, *17*(11), 2595.

Hafezimagham A., Shahinzadeh,H. Azani S., Karimi A., Baghaee H. R. and Gharehpetian G. B.. (2024). An Overview of Electric Vehicles and Their Role in the Future of Smart Grid 2.0 and Electricity Markets. *14th Smart Grid Conference (SGC)*, Tehran, Iran, Islamic Republic, pp. 1-9.

Hu, J., Chen, M., Cao, J., & Guerrero, J. M. (2021). Model predictive control of microgrids – An overview. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 136, 110422.

Ibrahim, B. B., Rabelo, L., Gutierrez-Franco, E., & Clavijo-Buriticá, N. (2022). Machine Learning for Short-Term Load Forecasting in Smart Grids. *Energies*, *15*(21), 8079.

Kaygusuz, A. (2019). Closed loop elastic demand control by dynamic energy pricing in smart grids, Energy, volume 176, pp.596-603.

Kaygusuz, A., Gül, O., & Alagöz, B. (2012). Yenilenebilir Dağınık Üretim Koşullarının Güç Sistemleri Yük Akış Kararlılığına Etkilerinin Analizi /. EMO Bilimsel Dergi, 2(4), 77-85.

Khandkar Sakib Al Islam, Muhammad Taha Abbas, Basit Azam, Muhammad Bilal Ikram, Ahsan Arif, & Asad Riaz. (2025). AI Driven Net Zero Energy Smart Grid 2.0 Revolutionizes With 90 Mva Transformers And Renewables. *Spectrum of Engineering Sciences*, *3*(9), 1003–1012.

Kharbouch A., Aghdam F. H., Gholipoor N. and Rasti M. (2025). Digital-Twin-6G Empowered Future Smart Grid Applications. *IEEE Wireless Communications*, vol. 32, no. 3, pp. 90-97.

Khayyat, M. M., & Ben Slama, S. (2024). Smart Grid 2.0: Modeling Peer-to-Peer Trading Community and Incentives for Prosumers in the Transactive Energy Grid. *Engineering, Technology & Applied Science Research, 14*(2), 13470–13480.

Majeed Butt O., Zulqarnain M. and Majeed Butt T., Recent advancement in smart grid technology. (2021). Future prospects in the electrical power network, Ain Shams Engineering Journal, volume 12, no 1, pp. 687-695.

Nassereddine, K., Turzyński, M., Bielokha, H., & Strzelecki, R. (2025). Simulation of energy management system using model predictive control in AC/DC microgrid. *Dental Science Reports*.

Nguyen L. -H. *et al*. (2025). Toward Secured Smart Grid 2.0: Exploring Security Threats, Protection Models, and Challenges in *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 27, no. 4, pp. 2581-2620.

Sanjalawe Y., Al-E'Mari S., Fraihat,S. Naser Makhadmeh S. and Alzubi E. (2025). AI-Powered Smart Grids in the 6G Era: A Comprehensive Survey on Security and Intelligent Energy Systems, *IEEE Open Journal of the Communications Society*, vol. 6, pp. 7677-7719.
Smart Grıids 2.0. (2025). Strategy finding process for tomorrow's sustainable energy system, Energy Innovation Austria.
Ucar, M. T., & Kaygusuz, A. (2025). Short-Term Energy Consumption Forecasting Analysis Using Different Optimization and Activation Functions with Deep Learning Models. *Applied Sciences*, *15*(12), 6839.
Wang, J., Ma, B., Chen, Q., Cui, Y., Chen, X., Zhao, Y., Ping, J. L., & Zhao, Y. (2024). *A* Comprehensive Review of Grid-Forming Control Studies Based on Virtual Synchronous Generators. *7th International Conference on Energy, Electrical and Power Engineering (CEEPE)*, Yangzhou, China, pp. 1488-1493
Yalçınöz Z., Kaygusuz A. (2021). Dynamic Price Control Using Pole Placement Method in Smart Grids, Journal of Computer Science , 4, pp. 411-421.
Zafar, B., & Ben Slama, S. (2022). Energy Internet Opportunities in Distributed Peer-to-Peer Energy Trading Reveal by Blockchain for Future Smart Grid 2.0. *Sensors*, *22*(21), 8397.

ABDİ TEVFİK'İN "AMELÎ VE NAZARÎ MÂLÛMÂT-I TİCÂRİYE" ESERİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

Prof. Dr. Ahmet Sait ÖZKUL
Süleyman Demirel University, Faculty of Economics & Administrative Sciences,
Department of Business Administration, 32200 Çünür, Isparta
ORCID ID: 0000-0001-8858-4685

ÖZET
Erken Cumhuriyet dönemi ticaret eğitimi, teorik bilginin pratik hayatla buluşmasını hedefleyen ve ulusal iktisat bilincinin oluşturulmaya çalışıldığı önemli bir gelişim sahasıdır. Bu dönemde telif edilen ticaret bilgisi odaklı eserler, yeni iktisadi anlayışın inşasında kritik bir rol üstlenmiştir. Bu çalışmada, dönemin ticaret eğitimcilerinden Abdi Tevfik tarafından kaleme alınan *Amelî ve Nazarî Mâlûmât-ı Ticâriye* adlı eser incelenmektedir. 1928 yılında İstanbul'da Türk Neşriyat Yurdu tarafından yayımlanan eser, isminden de anlaşılacağı üzere ticaret bilgisini sadece teorik çerçevede bırakmayıp, uygulamalı yönleriyle birlikte ele almaktadır. Kitapta konular; "Ticari Girişimler", "Alım ve Satım İşlemleri", "Nakliye Girişimleri" ve "Ticaretin İlerlemesine Hizmet Eden Faktörler" olmak üzere dört ana kategoride tasnif edilmiştir. Abdi Tevfik; borsadan gümrüklere, antrepolardan ticaret müzelerine kadar ticari hayatın kurumsal yapılarını detaylandırmıştır. Müellif, ayrıca ülkede iktisadi eserlere yeterince önem verilmediğinden yakınmaktadır. Abdi Tevfik, "ısmarlama mütehassıslar" yerine "milli seslerin" dinlendiği bir iktisadi kalkınma modelini savunmakta ve bu eseri "Amelî Hayat Orta Ticaret ve Lisan Mektepleri" talebelerine ithaf etmektedir. Eser, Osmanlı ticaret lisanından modern iktisadi terminolojiye geçiş sürecini belgelemesi bakımından özgün bir kaynak niteliğindedir. Bu çalışma, söz konusu geçiş evresindeki ticari kavramları ve müellifin benimsediği iktisadi anlayışı, tarihsel bir perspektifle incelemeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda Abdi Tevfik'in eseri üzerinden dönemin ticaret eğitimi anlayışı, müellifin iktisadi düşünceleri ve ilgili dönemin ticari terminolojisi ele alınacak ve değerlendirilecektir.
Anahtar kelimeler: Ticaret Eğitimi, Abdi Tevfik, Mâlûmât-ı Ticâriye

AN EXAMINATION OF ABDİ TEVFİK'S BOOK "AMELÎ VE NAZARÎ MÂLÛMÂT-I TİCÂRİYE"

ABSTRACT
Commercial education in the Early Republican era constitutes a pivotal domain of development, characterized by the aim of bridging theoretical knowledge with practical application and the endeavor to forge a national economic consciousness. Books authored during this period, focusing on commercial knowledge, played a critical role in constructing the new economic paradigm. In this context, this study examines the book titled *Amelî ve Nazarî Mâlûmât-ı Ticâriye*, penned by Abdi Tevfik, a prominent commercial educator of the era. Published in Istanbul by Türk Neşriyat Yurdu in 1928, the book -as its title implies- does not confine commercial knowledge to a purely theoretical framework but addresses it in conjunction with its practical dimensions. The subjects within the book are classified into four main categories: "Commercial Enterprises," "Purchase and Sale Transactions," "Transport Initiatives," and "Factors Serving the Progress of Commerce." Abdi Tevfik details the entire institutional architecture of commercial life, ranging from stock exchanges to customs, and from bonded warehouses to trade museums. Furthermore, the author laments the insufficient attention accorded to economic publications within the country. Advocating for an economic development model heeding "national voices" rather than relying on "commissioned experts," Abdi Tevfik dedicates this book to the students of "Practical Life Middle Trade and Language

Schools.” The book stands as a distinctive source in terms of documenting the transition process from the Ottoman commercial lexicon to modern economic terminology. Consequently, this study aims to examine the commercial concepts of this transitional phase and the economic approach adopted by the author from a historical perspective. In this regard, the commercial education philosophy of the period, the author’s economic thoughts, and the commercial terminology of the era will be addressed and evaluated through the lens of Abdi Tevfik’s book.
Keywords: Education of Commerce, Abdi Tevfik, Mâlûmât-ı Ticâriye

1. GİRİŞ

Erken Cumhuriyet döneminde ticaret eğitimi, yalnızca iktisadi bilgilerin aktarımını değil, aynı zamanda milli iktisat bilincinin inşasını ve bu bilincin uygulamalı ticari hayatla bütünleştirilmesini hedefleyen bir alan olarak öne çıkmaktadır. Bu dönemde telif edilen ticaret ve iktisat odaklı eserler, yeni kurulan devletin ekonomik kalkınma hedefleri doğrultusunda mesleki eğitimi yeniden tanımlayan metinler niteliği taşımaktadır. Abdi Tevfik (Yegül), geç Osmanlı’dan Erken Cumhuriyet’e uzanan bu dönüşüm sürecinde, ticaret eğitimi ve iktisadi düşünce alanlarına katkı sunmuş, eğitimci kimliğiyle temayüz etmiş önemli isimlerden biridir. Bu çalışmada, Abdi Tevfik’in 1928 yılında yayımladığı *Amelî ve Nazarî Mâlûmât-ı Ticâriye* adlı eseri esas alınarak, müellifin iktisadi düşünceleri ve dönemin ticaret eğitimi anlayışına dair izler ele alınmaktadır. Söz konusu eser, ticaret eğitiminin teori ile pratik arasındaki ilişkisini ortaya koyarken, Osmanlı ticaret eğitimi dilinden modern iktisadi terminolojiye geçiş sürecini de belgelemektedir. Böylece çalışmada erken Cumhuriyet döneminde ticaret eğitiminin içeriği, dili ve zihniyeti, bir ders kitabı örneği üzerinden değerlendirilmekte; ticari bilginin kurumsallaşma sürecine ilişkin bir okuma imkânı sunulmaktadır.

2. ABDİ TEVFİK (YEGÜL)

Cumhuriyet’in ilk yıllarında iktisadi ve ticari alanlar, yalnızca üretim ve ticaret faaliyetlerinin düzenlenmesiyle sınırlı görülmemiş; aynı zamanda toplumsal yönelimleri ve mesleki tercihleri şekillendiren bir eğitim meselesi olarak ele alınmıştır. Bu süreçte ticaret ve iktisat konulu eserler, teknik öğretim araçlarının ötesine geçerek, ekonomik hayata ilişkin yeni bir bakış açısının yerleşmesine katkı sunan metinler hâline gelmiştir. Abdi Tevfik, Cumhuriyet’in erken dönemlerindeki eserleriyle, ticaret eğitimi ve iktisadi düşüncenin şekillenmesinde öne çıkan müellifler arasında yerini almıştır.

Fatih ve Sultanahmet Çıraklık Okulları’nda ticaret ve ilan (reklam) muallimi olan Abdi Tevfik, aynı zamanda *Ticâret-i Umûmiye Mecmuâsı*’nın entelektüel kadrosu içerisinde merkezi bir konuma sahiptir. Derginin başyazarı Ahmet Hamdi (Başar)’dan sonra en etkili simalar arasında gösterilen Abdi Tevfik, dergide yayımladığı yazılarla hem ticaret bilgisi hem de iktisadi zihniyet açısından yönlendirici bir rol üstlenmiştir. Yazılarında eğitimci kimliğinin belirgin olduğu; konuları sistematik, açık ve uygulamaya dönük bir çerçevede ele aldığı, adeta sınıf ortamında ders anlatır gibi bir üslup benimsediği ifade edilmektedir (Çetin, 2002, s. 31, 127). Bu yönüyle Abdi Tevfik, bir müellif olmasının yanı sıra, bilgiyi öğretme ve yaygınlaştırma kaygısı taşıyan bir meslek eğitimcisi olarak da değerlendirilebilir.

Abdi Tevfik’in iktisadi düşünce dünyasında reklamcılık konusu özel bir yer tutmaktadır. 1927 yılında yayımladığı *İlânât-ı Fennî* (La Publicité Moderne) adlı eseri, Türkiye’de reklamcılık alanında yayımlanan ilk kitap olarak kabul edilmekte ve modern reklamcılığın kurucu metinlerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Abdi Tevfik bu eserinde, Amerikan Reklam Ajansları Birliği raporlarından yararlanarak reklamı “endüstrinin ruhu” olarak tanımlamış; reklamcılığı rastlantısal bir duyuru faaliyeti değil, bilimsel ilkelere dayanan bir “fen” olarak konumlandırmıştır. Bu yaklaşımıyla Abdi Tevfik, reklamın modern ticaretin vazgeçilmez bir unsuru olduğunu savunmuş; ilanın üretici ile tüketici arasında kurduğu ilişkiyi merkeze alarak malın tanınırlığını ve sürekliliğini sağlayan temel araçlardan biri olduğunu vurgulamıştır (Çetin, 2002, s. 129-130; Öztürk, 2018, s. 11; Dereli, 2024, s. 92-95).

Abdi Tevfik'in iktisadi görüşleri yalnızca reklamcılıkla sınırlı olmayıp, milli ticaret ve girişimcilik düşüncesi etrafında bütüncül bir çerçevede şekillenmektedir. Türk toplumunun ticarete mesafeli duruşunu eleştiren Abdi Tevfik, ticareti servet ve refahın temel kaynağı olarak değerlendirmiş ve ticaret yapmayan bir milletin terakki edemeyeceği anlayışını savunmuştur. Ona göre ekonomik kalkınmanın önündeki temel engellerden biri, ticaretin toplumsal itibarsızlaştırılması ve memuriyet merkezli bir geçim anlayışının yaygınlaşmasıdır. Bu nedenle Abdi Tevfik, Türklerin üretime ve ticarete yönelmesini, milli kalkınmanın ön şartı olarak görmüştür. Bu bağlamda ekonomik kalkınma için bireysel sermayelerin yetersiz kalacağını savunarak küçük sermayelerin birleşmesiyle anonim şirketlerin kurulmasını önermiştir. Şirketleşmeyi medeniyetin ve iktisadi ilerlemenin zorunlu bir aracı olarak değerlendiren Abdi Tevfik, halkın bu sürece katılımını sağlamak amacıyla hisse senedi bedellerinin düşük tutulması gerektiğini vurgulamıştır. Ticaret ahlakı konusunda ise savaş yıllarında ortaya çıkan spekülatif ortamda "gerçek tacir" ile "türedi tacir" ayrımı yapmış; muhasebe bilen, kanuni defter tutan ve kamu yararını gözeten tacir tipini idealize etmiştir. Ayrıca pazarlık usulüne karşı çıkarak tek fiyat sistemini savunmuş, pazarlığın ticari dürüstlüğü ve güven ilişkisini zedelediğini ileri sürmüştür (Çetin, 2002).

Abdi Tevfik'in, 1930 yılında *Ticaret Muhâberâtı ve Vesâiki* adlı bir kitap yayımladığı görülmektedir. Abdi Tevfik bu eserinde ticari yazışmaları ile ticari belgeleri, nazarî ve amelî yönleriyle ele almaktadır. Eserin kapağında yer alan "muallim muhasip" ibaresi, müellifin muhasebe bilgisine dayalı uygulama pratiğine sahip bir meslek eğitimcisi olduğunu ortaya koymaktadır. Kitap; ticari muhaberata ilişkin umumi nazariyat, ticaret mektupları ve ticari vesikalar olmak üzere üç ana kısımda yapılandırılmış olup, Erken Cumhuriyet döneminde ticaret eğitimi, muhasebe ve yazışma pratiklerinin kurumsallaşma sürecini belgeleyen bir kaynak niteliğindedir.

3. AMELÎ VE NAZARÎ MÂLÛMÂT-I TİCÂRİYE (1928) ESERİ ÜZERİNE NOTLAR

Abdi Tevfik tarafından 1928 yılında yayımlanan *Amelî ve Nazarî Mâlûmât-ı Ticâriye* adlı eser, Erken Cumhuriyet döneminde ticaret bilgisinin nasıl kavrandığını ve mesleki eğitim aracılığıyla nasıl aktarılmak istendiğini göstermesi bakımından önemlidir. Eserin başlığında yer alan "amelî" ve "nazarî" ayrımı, Abdi Tevfik'in ticareti yalnızca teorik bir bilgi alanı olarak değil, doğrudan pratik hayatla ilişkili bir faaliyet alanı olarak ele aldığını açık biçimde ortaya koymaktadır. Bu yaklaşım, dönemin ticaret eğitimi anlayışında gözlemlenen uygulama merkezli yönelimin yazılı bir ifadesi niteliğindedir.

Amelî ve Nazarî Mâlûmât-ı Ticâriye adlı eserin önsözünde Abdi Tevfik, Türkiye'de iktisadi ve ticari yayınlara yeterli değerin verilmemesinden duyduğu memnuniyetsizliği dile getirmektedir. Abdi Tevfik, daha önce 1927 yılında yayımladığı *İlânât-ı Fennî* adlı eserinde olduğu gibi, bu kitabın da sınırlı sayıda okuyucuya ulaşacağını öngördüğünü belirtmekte; ülkede ekonomik alana yönelik ilmi hassasiyetin zayıflığını eleştirel bir üslupla vurgulamaktadır. Abdi Tevfik'e göre, iktisadi meselelerin ciddiyetle ele alındığı, sadece sipariş üzerine getirilen yabancı veya taklit uzmanların görüşlerine değil, aynı zamanda "milli duyguların feryat ve derin düşüncelerine" de kulak verilen bir zihniyet dönüşümü gerçekleştiği takdirde, bu tür eserlerin on binlerce nüsha satması mümkün olacaktır. Bu yaklaşım, Abdi Tevfik'in iktisat ve ticaret eğitimini sadece teknik bir alan olarak değil, milli kalkınmanın düşünsel altyapısını besleyen ve entelektüel bağımsızlığı temellendiren bir unsur olarak değerlendirdiğini göstermektedir. Abdi Tevfik, söz konusu dönüşümün "bu nesil" tarafından çok yakın bir gelecekte gerçekleştirileceğine olan inancını ifade etmekte; bu umutla, ilgili eseri bir kez daha *Amelî Hayat Orta Ticâret ve Lisan Mektepleri*'ndeki talebeleri için kaleme aldığını belirtmektedir. Bu yönüyle önsöz, yalnızca bir kitap tanıtımı olmasının yanında, erken Cumhuriyet döneminde ticaret ve muhasebe eğitiminin taşıdığı ideolojik ve pedagojik misyonu da yansıtmaktadır (Abdi Tevfik, 1928, s. 3).

Eserin *Teşebbüsât-ı Ticâriye* başlıklı bölümü altında ticaret, iktisadi faaliyetin teşkilatlı bir biçimi olarak ele alınmaktadır. Bu bölümde öncelikle ticaretin oluşum biçimi, sanayi ile ilişkisi ve kavramsal sınırları ortaya konulmakta; ticaretin tanımı ve bir meslek olarak taşıdığı nitelikler açıklanmaktadır. Devamında ticaretin dayandığı kaynaklar, ticari işlemlerin unsurları ve ticaretin gelişmesini mümkün kılan şartlar ele alınarak, ticari faaliyetlerin hangi ilkeler çerçevesinde yürütüldüğü ifade edilmektedir. Bu bağlamda ticaret, farklı ölçütlere göre tasnif edilmekte ve ticari işlemlerin esasları açıklanmaktadır. Bölümde ticari faaliyetin asli unsuru olan tüccar merkeze alınmaktadır. Tacirin tanımı, ticaret yapmaya yetkili olanlar, tüccarın hak ve yükümlülükleri ile tüccar tiplerinin sınıflandırılması üzerinde durulmaktadır. Ayrıca tacirin itibar, güvenilirlik ve mesleki saygınlık gibi maddi olmayan unsurlar üzerinden şekillenen manevi sermayesi, ticari ilişkilerin sürdürülebilirliği açısından önemli bir unsur olarak ele alınmaktadır. Bölümde ticaret şirketleri; şirket kavramı ve türleri açıklanarak sabit ve değişken sermayeli yapılar ile kollektif, komandit, anonim, limitet ve kooperatif şirketler hukuki ve iktisadi çerçevesinde değerlendirilmektedir. Bunun yanında hissedarlığa dayalı ortaklık biçimleri, örtük ortaklık yapıları ile şirket birleşmeleri ve ittihatlar ele alınmaktadır. Bölüm, banka ticaretine ayrılan kısımda bankaların tanımı, bankacılık yapmaya yetkili olanlar, banka işlemleri, bankaların sınıflandırılması ve banknot kavramının incelenmesiyle tamamlanmaktadır (Abdi Tevfik, 1928, s. 4-111).

Alım-Satım başlıklı bölümde, ticari faaliyetin temelini oluşturan mübadele ilişkileri sistematik bir çerçevede ele alınmaktadır. Bu kapsamda öncelikle ticari mübadele kavramı tanımlanmakta, mübadelenin farklı türleri ile fiyat ve kıymet arasındaki ayrım açıklanmaktadır. Ardından ticari satışa ilişkin hukuki esaslar ele alınarak, satış işlemlerinin hangi kurallar çerçevesinde gerçekleştirildiği ve satış türlerinin nasıl sınıflandırıldığı ortaya konulmaktadır. Bölümün devamında alım-satım süreçlerinde kullanılan belgeler incelenmekte; satış belgeleri ile satın alma usulleri ve bu usullere bağlı olarak düzenlenen vesaik ayrıntılı biçimde değerlendirilmektedir. Mübadelelerin tasfiyesine ilişkin kısımda ise ödemelerin tanımı ve şekilleri ele alınmakta; madenî para ile yapılan ödemeler, senet ve benzeri evraklar aracılığıyla gerçekleştirilen ödemeler ile kredi ve itibar kavramları açıklanmaktadır. Bu çerçevede ödeme ve krediye ilişkin belgeler ile iskonto işlemine konu olan senetler ele alınarak, alım-satım sürecinin hem hukuki hem de mali boyutları bütüncül bir şekilde ortaya konulmaktadır (Abdi Tevfik, 1928, s. 112-160).

Teşebbüsât-ı Nakliye başlıklı bölümde, taşımacılık faaliyetleri ticari teşebbüslerin tamamlayıcı ve zorunlu bir unsuru olarak ele alınmaktadır. Bu kapsamda öncelikle taşımacılığın tanımı yapılmakta ve kara taşımacılığı temel bir faaliyet alanı olarak incelenmektedir. Kara taşımacılığı bağlamında taşıma işlemlerinde kullanılan belgeler ile bu faaliyet karşılığında alınan ücretlerin belirlenme esasları açıklanmaktadır. Bölümün devamında su yolu ve deniz taşımacılığı ele alınarak, iç sularda gerçekleştirilen taşımacılık ile deniz taşımacılığı kavramsal ve işlevsel yönleriyle ayrıntılandırılmaktadır. Bu çerçevede su ve deniz taşımacılığına özgü taşıma belgeleri ile deniz taşımacılığında uygulanan ücretlendirme usulleri değerlendirilmektedir. Bölümün ilerleyen kısmında resmi taşımacılık faaliyetlerine yer verilmekte; devlet tarafından yürütülen taşıma hizmetleri ile özellikle posta taşımacılığına ilişkin işlemler ele alınmaktadır. Bu bağlamda posta hizmetlerinde kullanılan belgeler ve resmi taşımacılıkta uygulanan ücretlendirme esasları açıklanarak, taşımacılık faaliyetlerinin özel ve kamusal boyutları birlikte ele alınmaktadır (Abdi Tevfik, 1928, s. 161-202).

Terakki-i Ticâret Âmilleri başlıklı bölümde, ticari faaliyetlerin gelişmesini ve kurumsallaşmasını sağlayan yapısal unsurlar ele alınmaktadır. Bu kapsamda öncelikle borsa kavramı tanımlanmakta; borsaların türleri, tarihsel gelişimi ve ticaret borsalarının işleyişi açıklanarak borsa işlemleri ve bu işlemlere ilişkin belgeler incelenmektedir. Borsaya tamamlayıcı nitelikte takas işlemlerinin yürütüldüğü takashaneler ile bunların ticari sistem içindeki işlevi ele alınmaktadır. Bölümde ayrıca ticari malların dolaşımını ve güvenliğini

sağlayan umumi mağazalar ve antrepolar değerlendirilmekte; genel depoların tanımı, rehin senedi uygulaması, gümrüklü ambarlar ile hakiki ve itibari antrepo teşkilatları açıklanmaktadır. Gümrükler başlığı altında gümrüklerin tanımı, görevleri, tarife sistemi ve gümrük vergileri ele alınarak dış ticaretin düzenleyici çerçevesi ortaya konulmaktadır. Ticaretin canlılığını artıran pazar, panayır ve sergiler; tanımları, türleri ve iktisadi faydaları çerçevesinde değerlendirilirken, ticaret müzeleri ticari bilgi ve tecrübenin aktarımını sağlayan kurumlar olarak ele alınmaktadır. Bölümün devamında ticaret odaları incelenmekte; bu kurumların görevleri ve ticari hayata sağladıkları katkılar açıklanmaktadır. Son olarak ticaret mahkemeleri başlığı altında, ticari uyuşmazlıkların çözümüne yönelik yargısal yapı tarihsel gelişimi ve görevleriyle birlikte ele alınarak, ticaretin ilerlemesini destekleyen hukuki altyapı bütüncül bir çerçevede değerlendirilmektedir (Abdi Tevfik, 1928, s. 203-234).

4. DEĞERLENDİRME

Bu bildiri çalışması kapsamında ele alınan *Amelî ve Nazarî Mâlûmât-ı Ticâriye* adlı eser, erken Cumhuriyet döneminde ticaret eğitiminin nasıl kurgulandığını ve bu eğitimin hangi kavramsal ve kurumsal çerçeve içinde ele alındığını göstermesi bakımından önemli bir örnek olarak değerlendirilebilir. Eserde ticaret, alım-satım işlemleriyle sınırlı bir faaliyet alanı olarak ele alınmasının yanında; aktörleri, kurumları ve hukuki düzenlemeleri de kapsayan bir iktisadi yapı olarak tasvir edilmektedir. Abdi Tevfik'in benimsediği yaklaşım, teorik bilginin uygulamaya aktarılmasını önceleyen bir anlayışı yansıtmakta ve ticaret eğitiminin mesleki formasyon kazandırma işlevini öne çıkarmaktadır. Bu yönüyle eser, erken Cumhuriyet döneminde ticari bilginin öğretimine yönelik çabaların yazılı bir örneği olarak değerlendirilebilir. Çalışma, alan araştırmacılarına erken Cumhuriyet döneminde ticaret eğitiminin içeriği, dili ve kavramsal çerçevesi hakkında tarihsel bir okuma imkânı sunmaktadır. Bu bağlamda dönemi itibariyle ticaret bilgisinin kurumsallaşma sürecine ilişkin değerlendirmeler için başvurulabilecek bir kaynak niteliği taşımaktadır.

KAYNAKÇA

Abdi Tevfik (1928). *Amelî ve nazarî mâlûmât-ı ticâriye*. Hüsn-ü Tabiat Matbaası, İstanbul.

Abdi Tevfik (1930). *Ticaret muhaberatı ve vesaikı*. İş Matbaası, İstanbul.

Çetin, C. (2002). *Milli iktisat düşüncesi ve Ticaret-i Umumiye Mecmuası (Yüksek Lisans Tezi)*. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Dereli, A. B. (2024). Anadolu'da reklamın izini sürmek: Çankırı'da Duygu Gazetesi üzerine bir inceleme. *Electronic Cumhuriyet Journal of Communication, 6*(2), 88-101. https://doi.org/10.54089/ecider.1512583

Öztürk, G. (2018). 1920-1950 yılları arasında Türkiye'deki reklamcılığın değerlendirilmesi. *Uluslararası Halkla İlişkiler ve Reklam Çalışmaları E-Dergisi, 1*(1), 41-54.

ABDÜLGANİ SENİ'NİN İKTİSADİ DÜŞÜNCESİNDE "MANEVİ SERMAYE"

Prof. Dr. Ahmet Sait ÖZKUL
Süleyman Demirel University, Faculty of Economics & Administrative Sciences,
Department of Business Administration, 32200 Çünür, Isparta
ORCID ID: 0000-0001-8858-4685

ÖZET
Osmanlı Devleti'nin son döneminde iktisadi bilincin halk tabanına yayılması amacıyla kaleme alınan eserler, dönemin ekonomik zihniyet yapısının ve modern iktisat kavramlarının yerelleşme sürecinin anlaşılması açısından önem taşımaktadır. Bu bağlamda öne çıkan eserlerden biri, Abdülgani Seni (Yurtman) tarafından "herkesin anlayacağı bir lisanla" yazılan ve 1916 (Rumi 1332) yılında Beyrut Vilayet Matbaası'nda basılan *Hakâyık-ı İktisâdiye* adlı kitaptır. Bu çalışma, söz konusu kitapta yer alan "Sermayenin Manevisi de Olur mu?" başlıklı bölüm üzerinden Abdülgani Seni'nin beşeri sermaye, emek ve uzmanlaşmaya ilişkin yaklaşımını değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Abdülgani Seni, sermayenin yalnızca para, mülk, eşya veya arazi gibi maddi varlıklardan ibaret olduğu yönündeki düşünceyi sorgulayarak, iktisat ilmi dairesinde "manevi sermaye" kavramını tartışmaya açar. Müellife göre bir unsurun sermaye sayılabilmesi için temel şart, onun servet oluşturucu nitelikte olmasıdır. Bu perspektifle müellif; doktorluk, avukatlık, mühendislik, müelliflik, muallimlik gibi meslekleri manevi vasıflar kapsamında ele alır ve bunları hem manevi bir imtiyaz hem de maddi sonuçlar üreten bir sermaye türü şeklinde konumlandırır. Abdülgani Seni bu düşüncesini, söz konusu mesleklerin kazanılması sürecinde harcanan nakdi varlıklar, eğitim giderleri ve zaman maliyeti ile temellendirir. Doğal yetenek ile sonradan eğitimle kazanılan ve servet üreten yetkinlikleri birbirinden ayırır. Ham yeteneğin ancak sermaye yatırımıyla işlendiğinde iktisadi bir değere dönüştüğünü savunur. Bu yaklaşımıyla müellif, yapılan işin manevi kıymeti ile maddi getirisini birbirinden ayırmakta ve mesleki formasyonu iktisadi analize dahil ederek döneminin klasik sermaye algısını genişleten bir perspektif sunmaktadır.
Anahtar kelimeler: Abdülgani Seni, Hakâyık-ı İktisâdiye, Manevi Sermaye, Beşeri Sermaye, İktisat Eğitimi

"IMMATERIAL CAPITAL" IN THE ECONOMIC THOUGHT OF ABDÜLGANİ SENİ

ABSTRACT
Works penned during the late Ottoman period with the aim of disseminating economic consciousness to the general public are of significant import for comprehending the prevailing economic mentality and the localization process of modern economic concepts. In this context, a prominent example is the treatise *Hakâyık-ı İktisâdiye* authored by Abdülgani Seni (Yurtman) in "a language accessible to all" and published at the Beirut Vilayet Press in 1916 (1332 Rumi). This study aims to evaluate Abdülgani Seni's approach to human capital, labor, and specialization through the chapter titled "*Can Capital Also Be Immaterial*?" (Sermayenin Manevisi de Olur mu?) contained within the aforementioned work. Challenging the notion that capital consists solely of material assets such as money, property, goods, or land, Abdülgani Seni initiates a debate on the concept of "immaterial capital" (manevi sermaye) within the sphere of economic science. According to the author, the fundamental prerequisite for an element to be classified as capital is its wealth-generating quality. From this perspective, the author treats professions such as medicine, law, engineering, authorship, and teaching within the scope of immaterial attributes, positioning them as a form of capital that functions both as an immaterial privilege and a generator of material results. Abdülgani Seni grounds this

hypothesis in the financial assets, educational expenses, and expenditure of time invested during the acquisition of these professions. He distinguishes between natural aptitude and competencies that are subsequently acquired through education to produce wealth. He argues that raw talent transforms into economic value only when processed through capital investment. Through this approach, the author separates the immaterial value of labor from its material return and presents a perspective that expands the classical perception of capital of his era by incorporating professional formation into economic analysis.
Keywords: Abdülgani Seni, Hakâyık-ı İktisâdiye, Immaterial Capital, Human Capital, Education of Economics

1. ABDÜLGANİ SENİ(Y) (YURTMAN) (1871-1951)

1871 yılında İstanbul'da doğan Abdülgani Seni (Yurtman), köklü bir aileye mensuptur. Babası İstanbul Davavekili Karaosmanzade Osman Nuri Bey, annesi ise Vecihe Hanım'dır. Eğitim hayatına İstanbul Valide Sultan Mektebinde başlamış, orta öğrenimini babasının görevi dolayısıyla bulunduğu Akka Rüştiyesinde tamamlamıştır. Rüştiye eğitiminin ardından devlet hizmetine girerek Akka ve Hayfa bölgelerinde muhasebe ve vergi dairesi kâtipliği gibi çeşitli mali görevlerde bulunmuştur. 1890 yılında İstanbul'a dönen Abdülgani Seni, Mülkiye Mektebinin idadi ve yüksek kısımlarını bitirerek 1898 yılında mezun olmuştur. Mezuniyet sonrası mülki idare amirliği kariyerine başlayan Abdülgani Seni; Maarif Nezareti, Selanik Vilayeti Maiyet Memurluğu, Gevgili ve Karaferye Kaymakamlığı gibi makamlarda görev yapmıştır. İdari görevlerinin yanı sıra hukuk alanında uzmanlaşmış ve 1908 yılında Selanik Hukuk Mektebi'nde müdür vekilliği yaparak devletler hukuku ile idare hukuku dersleri vermiştir. Kariyerinin devamında Yemen, Adana ve Beyrut vilayetlerinde mektupçuluk, vali vekilliği ve belediye başkan vekilliği görevlerini yürütmüştür. 1916'da Lazkiye Sancağı Mutasarrıflığına atanmış, 1918 ve 1921 yıllarında ise Hariciye Nezareti bünyesinde Şifre Müdürlüğü ve Müsteşar Vekilliği gibi üst düzey bürokratik sorumluluklar almıştır. Cumhuriyet döneminde de devlet hizmetine devam eden Abdülgani Seni, 1925'te Beyrut Başkonsolosluğu Siyasi Müşavirliğine atanmıştır. 1927-1931 yılları arasında Suudi Arabistan ve Yemen elçisi olarak Türkiye'yi temsil etmiştir. Yurt dışı görevinden sonra Dışişleri Bakanlığı bünyesinde Müsteşar Muavinliği ve Şifre Müdürlüğü görevlerinde bulunmuş, 1935 yılında emekliye ayrılmıştır. Emeklilik döneminde, 1940-1947 yılları arasında Ankara Polis Enstitüsü'nde Arapça öğretmenliği yapmış ve 1951 yılının Nisan ayında vefat etmiştir. Yazın hayatında "A. Seniy" ve "A. Seni" imzalarını kullanan müellifin, büyük bir kısmı dini içerikli olan 19 kitabı ve dönemin Tasvir-i Efkâr, Servet-i Fünûn ve İkdam gibi gazete ve dergilerinde yayımlanmış bine yakın makalesi bulunmaktadır (Keskin-Ertürk, 2008, s. 13-17; Nerkiz, 2018).

2. OSMANLI İKTİSADİ DÜŞÜNCESİNDE MANEVİ SERMAYE

Osmanlı iktisadi düşüncesinin modernleşme süreci, özellikle 19. yüzyılda Batı iktisat literatürünün tercüme ve telif eserlerle imparatorluğa girmesiyle şekillenmiştir. Bu süreçte Adam Smith ve Jean-Baptiste Say gibi klasik iktisatçıların görüşleri, Osmanlı aydınları tarafından "ilm-i servet" başlığı altında ele alınmıştır. Klasik iktisadın üretim faktörleri arasında saydığı emek ve sermaye kavramları Osmanlı literatürüne girerken, sermayenin sadece maddi varlıklardan ibaret olup olmadığı tartışması da gündeme gelmiştir.

Osmanlı'da liberal iktisat düşüncesinin en önemli temsilcilerinden biri olan Sakızlı Ohannes Efendi, *Mebâdi-i İlm-i Servet-i Milel* adlı eserinde sermaye kavramını detaylandırırken, Jean-Baptiste Say'ın (ve dolaylı olarak J. S. Mill'in) "immaterial capital" (maddi olmayan sermaye) kavramından etkilenmiştir. Ohannes Efendi, sermayeyi iki kısma ayırarak; birincisini Smith'in tanımladığı sabit ve döner sermaye, ikincisini ise "maddi ve manevi" sermaye olarak tasnif etmiştir (Kılıçaslan, 2020, s. 40). Ohannes'e göre manevi sermaye; ilimler, güzel ahlak ve edep gibi değerlerden oluşmaktadır. Bu unsurlar, doğrudan servet ilminin konusu olmasa da maddi servetin birikimine ve sürekliliğine büyük katkı sağlamaktadır (Güçlü, 2018, s. 124).

Sakızlı Ohannes, sermayenin manevi yönünü kabul etmekle birlikte, klasik iktisatçıların "ölçülebilirlik" ve "mübadele edilebilirlik" ilkelerine sadık kalmıştır. Ona göre zengin olmak ile faziletli/âlim olmak arasında bir ilişki olsa da bunlar farklı şeylerdir. Ohannes, "*Maneviyat kabilinden olan şeylere de servet ıtlak etmişler ise de... serveti madden husule gelen nakdiye ve mübadele olunabilen şeylere hasredilmek kaide-i ilmiyeye daha muvafıktır*" diyerek, manevi sermayeyi iktisat biliminin doğrudan inceleme alanının biraz dışında, ahlak ilminin sahasında tutmayı tercih etmiştir (Babaoğlu, 2024, s. 558-559).

Dönemin bir diğer iktisat müellifi Mehmed Şerif Efendi de benzer bir ayrıma giderek, insanın çalışma ve iş yapma yeteneğini (sa'y u amel) "nukûd-ı mâneviye" (manevi nakit/sermaye) olarak adlandırmış ve bunu tasarruf edilen her şeyin aslı olarak görmüştür (Karaoğlu, 2013, s. 287). Bu yaklaşım, manevi sermayenin "emek" ve "yetenek" bağlamında ele alınışının erken örneklerindendir.

3. SERMAYENİN MANEVİSİ DE OLUR MU?

Abdülgani Seni, *Hakâyık-ı İktisâdiye* kitabında yer alan *Sermayenin Manevisi de Olur mu?* başlıklı metninde, klasik "maddi sermaye" algısının yanında bugün modern iktisatta "beşerî sermaye" (human capital) olarak adlandırılabilecek kavramın erken dönem bir analizini yapmaktadır. İlgili metin, "manevi sermaye" kavramını tanımlaması bağlamında şu başlıklar altında analiz edilebilir (Abdülgani Seni, 1916):

Geleneksel Sermaye Algısı ve Mecaz Sorunu: Metin, toplumda yerleşik olan sermaye algısının eleştirisiyle başlar. Abdülgani Seni'ye göre halk arasında sermaye denilince akla para, mülk, arazi gibi maddi varlıklar gelir; nüfuz, itibar, ilim ve ahlak gibi manevi hasletler bu toplama dahil edilmez. Bu tür manevi özelliklere "sermaye" denilmesi, genellikle kişinin bu özelliklerden fayda sağladığını anlatmak için kullanılan bir "mecaz" olarak görülür. Abdülgani Seni, bu noktada itiraz edilen şeyin, manevi bir kavramın "iktisat ilmi" dairesine sokulmasının tuhaflığı olduğunu belirtmektedir.

İktisadi Meşruiyet Zemini "Müvellid-i Servet" (Servet Doğurucu) Olma Şartı: Abdülgani Seni, manevi sermayeyi iktisat bilimine dahil etmek için çok net bir tanımlama yapar: İktisat ilmine göre "servet peydâ eden" (servet oluşturan) her şey sermayedir. Bu tanıma "müvellid-i servet" adı verilir. Abdülgani Seni'ye göre, bir şey ister maddi ister manevi olsun, eğer sonucunda bir servet meydana getiriyorsa o şey sermaye olarak kabul edilmelidir. "Müvellid-i servet" olma özelliği, manevi gibi görünen bir niteliğe (örneğin bir meslek bilgisine), sonucunun maddi bir kazanç olması nedeniyle bir nevi "maddilik" kazandırır.

Doğal Yetenek ile Sermaye Arasındaki Ayrım "Yatırım ve Sarfiyat": Abdülgani Seni, her manevi yeteneği doğrudan sermaye olarak kabul etmez ve çok ince bir ayrıma gider. Örneğin, sesi güzel olan birinin durumu "imtiyâz-ı tabiî" (doğal ayrıcalık) olarak görülür. Bir şeyin iktisadi anlamda sermaye sayılabilmesi için, o hale gelinceye kadar "bir miktar sermaye sarfıyla vücuda gelmesi" gerekmektedir. Örneğin sesi doğuştan güzel olan biri ile eğitim alarak enstrüman çalan biri ayrılır. Enstrüman çalan (veya müzik ilmini öğrenen) kişi, o seviyeye gelmek için zaman ve para harcadığı için onun yeteneği "sermaye" niteliğindedir.

Serbest Mesleklerin Sermaye Olarak Tahlili: Metnin en çarpıcı bölümü, avukatlık, doktorluk, mühendislik gibi "serbest sanayi" (serbest meslekler) erbabının kazancının tahlilidir. Müellif, bu kişilerin havadan para kazanmadığını, aksine geçmişte yaptıkları yatırımların (sermayenin) kârını topladıklarını savunur.

Abdülgani Seni doktorluk örneği üzerinden şu analizi yapmaktadır:

- Doğrudan Maliyet: Eğitim süresince harcanan nakit para (kitap, okul masrafı vb.).
- Fırsat Maliyeti: Eğer doktorluk okumasaydı, o süre zarfında başka bir işte çalışarak kazanabileceği potansiyel gelir.
- Sürekli Yatırım: Mesleğini icra ederken kendini geliştirmek için aldığı alet ve kitaplar.

Abdülgani Seni'ye göre doktorun kazancı, tıpkı bir tüccarın mal alıp satarak elde ettiği kâr gibidir; doktor, geçmişte biriktirdiği ve kendine yatırdığı sermayeyi (zaman ve para) kullanarak servet üretmektedir.

İktisadın Sınırları: Manevi Değerin Ölçülemezliği: Abdülgani Seni, metinde iktisat biliminin sınırlarını çizer. Bir doktorun hayat kurtarmasının veya bir mucidin icadının insanlık için taşıdığı "manevi kıymet" paha biçilemezdir ve iktisadın alanına girmez. İktisat, işin sadece "maddi servet üreten" kısmıyla ilgilenir. Dolayısıyla Abdülgani Seni'nin manevi sermayeden kastı, ahlaki üstünlükten ziyade, bireyin servet üretmesini sağlayan bilgi, beceri ve mesleki donanımıdır.

Bu bağlamda *Sermayenin Manevisi de Olur mu?* başlıklı metin, Abdülgani Seni'nin "manevi sermaye" kavramını, tamamen rasyonel ve iktisadi bir temele oturtarak ele aldığını göstermektedir. Abdülgani Seni, manevi sermayeyi soyut bir erdem yığını olarak değil, "geçmişte yapılan maddi ve zamansal yatırımların, kişinin şahsında bir yeteneğe dönüşerek gelecekte servet üretmesi" olarak tanımlamaktadır.

4. DEĞERLENDİRME

Abdülgani Seni'nin 1916 tarihli *Hakâyık-ı İktisâdiye* eserinde yer alan *Sermayenin Manevisi de Olur mu?* başlıklı metni, Sakızlı Ohannes ve dönemdaşlarının çizdiği çerçevenin ötesine geçerek manevi sermayeyi doğrudan iktisadi bir araç olarak tanımlamaktadır.

Mecazdan Hakikate Geçiş: Sakızlı Ohannes, manevi sermayeyi (ahlak, ilim, itibar) maddi servetin artışına katkı sağlayan "yardımcı" unsurlar olarak görürken (Güçlü, 2018: 124), Abdülgani Seni manevi sermaye kavramının halk arasında bir "tabir-i mecazi" (mecaz) olarak kullanılmasına itiraz etmektedir. Abdülgani Seni'ye göre manevi sermaye, sadece ahlaki bir destekleyici değil, bizzat "müvellid-i servet" (servet doğurucu) olması hasebiyle iktisat ilminin merkezinde yer alan hakiki bir sermaye olarak görülmelidir (Abdülgani Seni, 1916).

Emek ve Yatırım İlişkisi: Sakızlı Ohannes ve Mehmed Şerif Efendi, emeği ve bilgiyi servetin kaynağı olarak görseler de Abdülgani Seni bu ilişkiyi modern "beşerî sermaye" teorisine yaklaştırır. Abdülgani Seni, manevi sermayenin (doktorluk, avukatlık gibi mesleklerin) doğuştan gelen bir yetenek olmadığını, bilakis geçmişte harcanan maddi sermaye (eğitim masrafları, çalışılmayan süredeki fırsat maliyeti) ile vücuda geldiğini savunur. Abdülgani Seni'ye göre bir doktorun kazancı, tıpkı bir tüccarın mal alıp satarak elde ettiği kâr gibi, geçmişte biriktirilen ve kişiye yatırılan sermayenin getirisidir (Abdülgani Seni, 1916). Bu yaklaşım, Ohannes'in manevi sermayeyi "ahlak ve edep" (Kılıçaslan, 2020, s. 40) üzerinden tanımlayan daha soyut yaklaşımından ayrılarak, "ölçülebilir bir yatırım-getiri" analizine tabi tutar.

İktisadi Meşruiyet: Ohannes Efendi, manevi değerlerin (şefkat, fedakârlık vb.) takdir edilesi olsa da "maddeten takdir ve mübadele" edilemediği için servet üretiminin doğrudan bir parçası sayılamayacağını belirtmiştir (Güçlü, 2018, s. 124). Abdülgani Seni ise bu noktada bir ayrım yaparak, manevi bir vasfın (örneğin bir müzisyenin yeteneği veya bir mühendisin bilgisi) sonucunda maddi bir servet hasıl oluyorsa, bu durum o vasfa "maddilik" kazandırır ve onu sermaye yapar (Abdülgani Seni, 1916).

Osmanlı iktisadi düşüncesinde Sakızlı Ohannes ile başlayan süreçte manevi sermaye kavramının, ahlaki ve toplumsal bir "destekleyici güç" olarak tanımlandığı görülmektedir. Abdülgani Seni ise manevi sermaye kavramını, bireyin eğitimi ve yetenekleri için yaptığı yatırımların geri dönüşünü ifade eden, doğrudan kazanç (temettü) sağlayan teknik ve iktisadi bir "üretim faktörü" olarak tanımlamaktadır.

KAYNAKÇA

Abdülgani Seni (1916). *Hakâyık-ı iktisâdiye*. Beyrut Vilayet Matbaası.

Babaoğlu, R. (2024). İlm-i Servet'ten modern iktisat bilimine: Türkiye'de ekonomi ve finansal bilimlerin gelişiminde Mekteb-i Mülkiye faktörü. Y. Pustu, A. Şenel ve H. Y. Karacabey (Haz.), *Türkiye İktisat Kongresi 2023 (19-20 Temmuz 2023) Bildiriler Kitabı* içinde (ss. 547-572). Türk Tarih Kurumu.

Güçlü, E. (2018). *Urban Tanzîmât, morality, and property in nineteenth-century Istanbul* (Doctoral Dissertation) Central European University, Budapest.

Karaoğlu, Ö. (2013). İktisadi düşünce tarihimizde bir sayfa: Mecmua-i Fünun. *Akademik İncelemeler Dergisi*, *8*(1), 277-304.

Kılıçaslan, Ö. (2020). *Sakızlı Ohannes Efendi'nin iktisadi görüşleri ve Türk iktisat düşüncesi üzerine etkileri* (Yüksek Lisans Tezi). Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Keskin-Ertürk, N. (2008). Türkiye'de yönetim biliminin gelişimi: 1870-1910. *Amme İdaresi Dergisi*, *41*(4), 1-22.

Nerkiz, U. (2018). *Türk edebiyatı isimler sözlüğü, Abdülgani Seniy Yurtman*, Erişim Adresi: https://teis.yesevi.edu.tr/madde-detay/yurtman-abdulgani-seniy, Erişim Tarihi: 09.09.2025.

TÜRK TİYATROSUNDA DİJİTAL DÖNÜŞÜM: SANAL GERÇEKLİK VE ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK UYGULAMALARININ TİYATRO DENEYİMİNE ETKİSİ

Ayşenur Kübra Nuhoğlu
Haliç Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tiyatro Anasanat Dalı Tezli Yüksek Lisans Öğrencisi
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0002-1635-5546

Bu çalışma dijital çağda sahne sanatlarının geçirdiği dönüşümü, özellikle tiyatro ile VR/AR/XR teknolojileri arasındaki ilişki üzerinden incelenerek kuramsal çerçevesi ana hatlarıyla özetlenmiştir. Araştırma, projeksiyon, video, oyun motorları ve hesaplamalı medya araçlarının sahneye dahil oluşunu; sadece "teknolojik efekt" ya da pandemide başvurulan geçici bir çözüm olarak değil, tiyatronun dramaturjisini, seyir biçimlerini ve kurumsal yapısını kökten dönüştüren bir eşik olarak kabul etmektedir. COVID-19 ile yaygınlaşan çevrimiçi ve hibrit gösterimler "video tiyatro" tartışmaları bağlamında değerlendirilerek, bu biçimlerin yeni seyir alışkanlıkları, erişim modelleri ve gelir/dağıtım yapıları konusunda yarattığı değişimler ele alınmıştır.
Araştırma başlıca üç noktaya yoğunlaşmıştır: (1) varlık, immersiyon ve etkileşimi tiyatro odaklı, ölçülebilir bir kavramsal çatı altında toplamak; (2) AR/VR ve oyun motorlarının ön-görselleştirme (previz), prova ve sahne-üstü uygulamalara entegrasyonunu somut iş akışlarıyla tarif etme; (3) erişilebilirlik, ergonomi, güvenlik, veri ve etik boyutlarını da içeren kapsayıcı tasarım ilkeleri önermek. Half Real gibi SAR tabanlı etkileşimli işler ve AR-previz pilot uygulamalarını açıklamak. Ayrıca; dijitalleşme, dematerya lizasyon ve dağıtımın platformlaşması. Dijitalleşme, sahne tasarımından pazarlamaya tüm değer zincirini veri ve yazılım süreçleri incelenmiştir.
Araştırma sonucunda immersiyon ve etkileşim, dijital tiyatro için kritik bir ölçü olarak merkeze alınması ile Slater'ın PI/Psi ayrımı ve Cormac Power'ın varlık kipleri kullanılarak VR/AR'ın tiyatro deneyimini nasıl yeniden kurduğu tartışılmış ve bu yolla hem kavramsal bir yol hem de uygulanabilir tasarım ve iş-akışı önerileri geliştirmeyi amaçlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Dijital tiyatro, Sanal / Artırılmış Gerçeklik (VR/AR), Varlık ve immersiyon.

- Bu çalışma Haliç Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tiyatro Anasanat Dalı'nda hazırlanan aynı başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Tez danışmanı makalede adının yazılmasından feragat etmiştir.

DIGITAL TRANSFORMATION IN TURKISH THEATRE: THE EFFECT OF VIRTUAL REALITY AND AUGMENTED REALITY APPLICATIONS ON THE THEATRE EXPERIENCE

This study examines the transformation of performing arts in the digital age, particularly through the relationship between theater and VR/AR/XR technologies, outlining its theoretical framework. The research considers the introduction of projection, video, game engines, and computational media tools to the stage not merely as a "technological effect" or a temporary solution during the pandemic, but as a threshold that fundamentally transforms theater's dramaturgy, viewing styles, and institutional structure. The proliferation of online and hybrid

performances due to COVID-19 is evaluated within the context of discussions about "video theater," and the changes these formats have created in new viewing habits, access models, and revenue/distribution structures are discussed.
The research focuses on three key areas: (1) bringing together presence, immersion, and interaction within a theater-focused, measurable conceptual framework; (2) describing the integration of AR/VR and game engines into previsualization, rehearsal, and on-stage applications with concrete workflows; (3) proposing overarching design principles that include accessibility, ergonomics, security, data, and ethics. It also describes AR-based interactive works such as Half Real and AR-previs pilots. Furthermore, it explores the digitalization, dematerialization, and platformization of distribution. Digitalization, data, and software processes across the entire value chain from stage design to marketing are examined.
As a result of the research, immersion and interaction are centralized as critical measures for digital theatre, and how VR/AR reconstructs the theatre experience is discussed using Slater's PI/Psi distinction and Cormac Power's modes of presence, aiming to develop both a conceptual path and applicable design and workflow suggestions.
Keywords: Digital theatre, Virtual / Augmented Reality (VR/AR), Presence and immersion.

GİRİŞ

Bu araştırmada sahne sanatlarının dijital çağda aldığı yeni biçimler yani sahne sanatlarında; sahne, izleyici ve teknoloji arasındaki ilişkinin bugün nasıl yeniden şekillendiği araştırılmıştır. Sanal gerçeklik, arttırılmış gerçeklik, simülasyon sürüşleri, video konferans, ev sineması ve yüksek çözünürlüklü televizyon gibi bir dizi yeni teknoloji, medya kullanıcılarına aracılı bir deneyimin aracılı olmadığı yanılsaması (farklı algılama ve duyu yanılması) incelenmiştir. Bir taraftan telefon, radyo, film ve televizyon da dahil olmak üzere geleneksel medya devam ederken yeni teknoloji tekniklerin her biri kullanıcıya (seyirciye) daha önce hiç mümkün olmayan bir tür aracılı deneyim sunmakta ve daha güçlü bir varlık hissi deneyimi yaratmaktadır. Projeksiyon, video ve hesaplamalı medya araçlarının tiyatro sahnesine girmesiyle oluşan melez formlar -ne bütünüyle tiyatro, ne sinema, ne de oyun- disiplinlerarası bir dil geliştirmiştir. Tiyatro, her şeyden önce, oyuncuların ve izleyicilerin fiziksel bir alanda bir araya geldiği canlı ve iş birliğine dayalı bir sanat biçimidir. 2020'nin başlarından itibaren, COVID-19 pandemisinin etkileri tiyatronun bu özelliklerinin temel dokusunu bozarak, karantinalar ve sosyal mesafe olayı oyuncuların geleneksel yaklaşımşarını adeta yok eden bir sahne tuzağı işlevi gömüş ve bu duruma yeni çözümler bulunması gerektiği ortaya çıkmış ve birçok performans grubu için çevrimiçi ortama geçiş kaçınılmaz, elzem hale gelmiştir. Çoklu ortam performansların evrimi; 1910'lar avangardı, 1960'lar medya montajları, 1990'lar ve sonrası dijital sistemler olmak üzere üç dalga halinde tarihsel eksene yerleşerek dijital sahnelemenin estetik/teknik parametrelerini (anlatı, uzam, oyuncu-seyirci etkileşimi) ve bunların tiyatro deneyimine etkisini bütüncül hale getirmiştir [1].
COVID-19 dönemi, çevrimiçi gösterimlerin "video tiyatro" (çevrimiçi ve çevrimdışı üretimin iç içe geçtiği internet-tabanlı sanat) olarak ölçek büyütmesine yol açmış ve bu pratikler, yalnızca geçici çözümler olmaktan çıkıp yeni seyir alışkanlıkları ve erişim modelleri üretmiştir. Avrupa'da kültür-sanata dijital erişim ve dijital bölünme üzerine bulgular, dijitalleşmenin kapsayıcılık potansiyelini olduğu kadar altyapı ve eşitsizlik sorunlarını da görünür hale getirerek, pandeminin ivme kazandırdığı bu dönüşümü, çevrimiçi formatların olanak ve sınırlılıklarıyla birlikte ele almıştır. Bu bağlamda sanal (virtual reality) ve artırılmış gerçeklik (augmented reality) (VR/AR), tiyatronun gösterim gramerini genişleten başlıca eksenlerden biri olarak ortaya çıkmıştır. Pandemi döneminde yaygınlaşan "çevrimiçi tiyatro", Elleström modeline göre **canlı performanstan farklı bir "medya türü"** üretir: malzeme, duyumsal erişim, uzam-zaman ve semiosis düzeylerinde ayrışma o denli belirgindir ki, **web için üretilmiş**

oyun videosu, performansın **medya dönüşümü** (media transformation) olarak kabul edilmektedir [1-3].

Dijital teknolojiler; gerçek-zamanlı projeksiyon, sensör tabanlı etkileşim, VR/AR/XR, oyun motorları tiyatronun üretim, icra ve seyir süreçlerini dönüştürmektedir. Ancak bu dönüşüm, kavramsal birliktelik ve uygulama standartları açısından dağınık ilerliyor ve "dijital tiyatro", "video tiyatro", "karma gerçeklik performansı" gibi terimler hem tarihsel "canlılık" tartışmalarına eklemleniyor ve hem de pratikte çok farklı teknik setlerle karşılık bulmaktadır. Sonuç olarak, teknoloji merkezli yeniliklerin dramaturjik bütünlüğü, oyuncu-seyirci ilişkisi, erişilebilirlik ve sürdürülebilir üretim modelleriyle nasıl uyumlanacağına dair yerleşik bir çerçeve eksikliği, alanın temel problemi olarak ortaya çıkmaktadır [4].

Dixon'ın erken dönem sürükleyici aygıtlardan (örn. Sensorama; stereoskopik renkli ekran, vantilatörler, koku yayıcılar, stereo ses sistemi ve hareketli bir sandalye içeren mekanik bir cihaz) sahne-içi VR denemelerine uzanan tarihçesi ile güncel yazında VR/AR'ın sahnede etkileşimli 3B ortamları, mekân katmanlama ve birlikte-bulunma simülasyonları ürettiğine dair bulgular, çalışmanın teknik estetik çerçevesini besler [5]. İzleyicinin "oyuncu/ortak-tasarımcı" rolüne yükseldiği etkileşimli örnekler (örn. Half Real) ise seyir pratiğinin yeniden tanımlandığı bir eşiğe işaret eder. Çalışmanın kuramsal iskeleti, varlık (presence), immersiyon ve etkileşim üçlüsüdür: Varlığın "orada olma yanılsaması" ve inandırıcılık boyutları (PI/Psi) ile tanımlanışı VR literatüründe ayrıntılandırılmış; telepresence/presence kavramları medya kuramı içinde standart bir terminolojiye kavuşmuştur. Bu çerçeveyi sahneye uyarlarken, pratik boyutta sahne tasarımında AR-tabanlı ön-görselleştirme ve ortak üretim süreçleri, işitsel engelliler için salon-içi bağlamsal yönlendirme gibi erişilebilirlik uygulamaları ve "Augmented Total Theatre" gibi hibrit vizyonlar, tezin uygulamalı tartışma alanını oluşturmaktadır [5, 6].

Güncel literatür, dijital çağda tiyatronun anlam ufkunun genişlediğini ve "video tiyatro" gibi biçimlerin yükseldiğini tespit ederken, bu dönüşümün ortak bir metodolojiye bağlanmadığını da göstermektedir Araştırma-uygulama uçurumunun en görünür olduğu alanlardan biri VR/AR tabanlı sahneleme ve seyir deneyimidir. VR'ın güncel tiyatroda "etki, empati ve katılım" özelliklerini işleyen çalışmalar, kavramsal belirsizlik (aktif/katılımcı/etkileşimli seyirci tanımları), ölçüm zorlukları ve alanda hâlâ sınırlı sayıda niteliksel-niceliksel çalışma olduğu gerçeğine işaret etmektedir. Bu da tasarım kararlarını veriyle temellendirmeyi güçleştirir.

VR'ın performansları tarihindeki gelişimi araştıran çalışmalar, sahne sanatlarında (tarihselliğine rağmen) şaşırtıcı derecede az sayıda sürdürülebilir denemeler olduğunu ve yeniliklerin kurumsallaşamadığını düşündürmektedir. AR tarafında ise iki katmanlı bir problem görünür: (1) sahne üstünde ve sahne-arka süreçlerde (set, ışık, video, otomasyon) iş akışlarına entegrasyon; (2) seyirci deneyiminin ergonomi, güvenlik, veri ve erişilebilirlik ilkeleriyle uyumlu biçimde tasarımı. "Half Real" gibi örnekler, projeksiyon tabanlı AR ortamlarında oyuncu takibi ve izleyici etkileşimini teknik-sanatsal olarak mümkün kılsa da, bu tür uygulamalar genellikle tekil prodüksiyonlara özgüdür. AR'ın sahne üstü kullanımlarına dair güncel çerçeveler; güvenlik, sensör seçimi, veri idaresi ve oyuncuyla çalışma protokollerini ayrı ayrı ele alma gereğini vurgular, fakat bunları tiyatroya özgü dramaturjik amaçlarla sistematikleştiren çalışmalar sınırlıdır [3, 5, 7].

ARAŞTIRMA AMAÇLARI

Bu çalışmasında, dijital sahneleme pratiklerinin (projeksiyon-tabanlı SAR, mobil/başa-takılı AR, HMD-VR ve oyun motoru tabanlı sistemler) tiyatrodaki dramaturjik bütünlük, seyirci deneyimi ve üretim iş akışları üzerindeki etkilerini tiyatroya özgü ölçütlerle sistematikleştirmeyi amaçlamaktadır. Çalışma planı olarak; (1) varlık/immersiyon/etkileşim eksenini ölçülebilir göstergelerle tiyatro bağlamına uyarlamak, (2) etkileşimli sahneleme desenlerini (oyuncu takibi, sahne-içi GUI, kolektif izleyici girdileri vb.) örnek vakalar

üzerinden karşılaştırmak, (3) AR-temelli ön-görselleştirmeyi (previz) disiplinlerarası iş akışlarına yerleştirerek zaman/maliyet ve hata azaltımını test etmek, (4) erişilebilirlik-ergonomi ve güvenlik/sensör-veri boyutları için tasarım ilkeleri önermek, (5) hibrit seyir modlarında (canlı artırılmış, uzaktan VR) empati ve anlatı anlaşılırlığını değerlendirme konularına yoğunlaşılacaktır.

Bu çerçeve, Half Real gibi SAR tabanlı etkileşimli prodüksiyonlardan çıkan teknik/dramaturjik dersler, izleyici etkileşim mekanizmaları ve sahne-üstü güvenilirlik sorunlarının nasıl çözüldüğüne dair kanıtlarla desteklenecektir. Bu kuramsal çerçeve, artırılmış gerçekliğin (AR) "artırılmış toplam tiyatro" (Augmented Total Theatre, ATT) vizyonu içindeki yerini almakta ve AR'nin programlanabilirlik, gerçek-zamanlı etkileşim ve fizik yasalarından kısmi azade temsil olanakları sayesinde, kullanıcıyı hem izleyici hem eyleyen konumuna taşıyarak çokduyulu anlatı kiplerini genişletmektedir. Böylece varlık/immersiyon/etkileşim eksenleri yalnızca VR'a değil, sahne üzerindeki AR/SAR temsillerine de uygulanabilir evrensel tasarım ilkelerine bağlılığı ortaya çıkmaktadır.

BULGULAR

Son yirmi yılda tiyatro, üretimden sunuma uzanan tüm değer zincirleri boyunca dijital tekniklerin içkin hale geldiği bir alana evrilmiş ve bu evrilme yalnızca teknik bir yenilenme değil, aynı zamanda anlatı biçimleri ve izleyici davranışlarında yeni etkileşim kiplerinin açığa çıkmasını sağlamıştır. Pandemi dönemi ve sonrasındaki hibritleşme, "canlılık" deneyimini çevrimiçi ortamların çoklu eşzamanlılığıyla (multi-synchronous) yeniden düşünmeye zorlamıştır. bu bağlamda tiyatro ile "video-tiyatro" (livestream/kayıt) arasındaki farklar da ortaya çıkmıştır [1, 3, 5, 6].

Bu çerçevede ilk kavram setimiz "immersiyon/bedensellik–aracılılık"tır. VR ve AR teknolojileri, sahnede hem klasik hem de deneysel anlatıların bedenlenme biçimlerini dönüştürürken, tarihsel olarak VR'ın performanstaki kullanımlarının "yeni"yi çağırırken sıklıkla klasik mekânlar ve doğa imgeleriyle bedensel bir deneyim odağı kurduğunu görüyoruz; Char Davies'in Osmose'u gibi örnekler, nefes ve denge sensörleriyle tam-bedenli (kinestetik) bir immersiyon tahayyül etmiştir. AR tarafında ise "Augmented Total Theatre (ATT)" önerisi, artırılmış ortamların (AEs) etkileşimli, taşınabilir, fizik yasalarıyla sınırlı olmayan ve doğrusal olmayan hikâyeleştirmeyi mümkün kılan özelliklerini bir araya getirerek kullanıcıyı hem seyirci hem özne (eyleyen) konumuna yerleştirir [6 - 9].

İkinci eksen "seyirci–oyuncu iletişim kodu ve etkileşim ekonomileri"dir. Dijitalleşme, tiyatronun köklü iletişim kodlarıyla çatışmak yerine çoğu kez onları dönüştürerek sürdürür; yükselen immersif formatlar ve VR-performanslar, izleyicinin mekân içinde hareket ederek gerçek nesnelerle ve senkronize video ile etkileşime girdiği yeni ritüeller üretir. Bu bakış, tiyatronun "öz"ünü kaybetmeksizin yeni medyatik biçimler üretebileceğini; ama bunun, sahneleme stratejileri kadar izleyici davranışlarının da yeniden kurgulanmasını gerektirdiğini kabul eder [10].

Üçüncü eksenimiz "tasarım–üretim süreçleri ve altyapı"dır. AR/VR yalnızca sahneleme anına değil, prova ve tasarım iş akışlarına da nüfuz eder: örneğin kablosuz bütünleşik bir AR sistemiyle salon ölçeğinde bağlama duyarlı (context-aware) gösteri deneyimleri gerçek zamanlı olarak zenginleştirilebilir; aynı şekilde ALICE yaklaşımı gibi uygulamalar, beden hareketini oyun motorları ve sahne otomasyonuna bağlayarak icracının çoklu sistemleri performans anında kontrol etmesini sağlar. Ancak bu potansiyellerin gerçekleşmesi, özellikle küçük/orta ölçekli kurumlarda teknik personel, donanım ve finansman sınırlılıklarıyla yakından ilişkilidir [7, 8, 10].

Dijital çağ, tiyatronun yalnızca üretim araçlarını değil, aynı zamanda dolaşıma girme biçimlerini ve seyir pratiğini kökten dönüştürdü. Bu dönüşümü üç eksen üzerinde izlemek mümkündür: (i) **dijitalleşme i**le üretim-estetik süreçlerin sayısallaşması ve veri-temelli hale

gelmesi; (ii) **demateryalizasyon** ile sahneleme, pazarlama ve hatta program-notu gibi yan ürünlerin maddi taşıyıcılardan kurtulup yazılım/medya katmanlarına taşınması; (iii) **dağıtımın platformlaşması**, yani gösterilerin canlı-canlı ya da kayıttan, ağlar üzerinden yeni aracı kurumlar ve iş modelleriyle dolaşıma girmesi. Sahne sanatlarında dijital dönüşüm, yalnızca sahnede görülen unsurlarla sınırlı değildir; **pazarlama ve izleyici yönetimi** de veri-temelli hale gelmiştir. Sosyal medya, web siteleri/bloglar ve e-posta hâlâ temel tanıtım araçlarıdır; nicel veriler, tiyatro kurumlarının etkin kampanya ölçümü, hedef kitle kümeleri oluşturma ve yatırım geri dönüşünü (ROI) okuma kabiliyetlerini güçlendirir. Alan araştırmaları, katılımcıların tamamına yakınının sosyal medya reklamını kullandığını, web/blog bilgisinin yaygınlaştığını ve Google Analytics gibi araçlarla davranış verisinin düzenli izlendiğini gösterir [9, 11, 12-14].

Demateryalizasyon: nesneden yazılıma, kâğıttan arttırılmış katmana. Dijital çağda "maddi taşıyıcıya bağımlı" çok sayıda unsur yazılımsal/multimedya formlarına dönüşür. Bu dönüşüm iki yönde okunabilir. Birincisi, **sahne-içi demateryalizasyon**: projeksiyon haritalama, LED yüzeyler, oyun motorları ve sensör-temelli etkileşimle, fiziksel dekorun bir kısmı "medya dekoru"na dönüşür; böylece mekân kurgusu, zaman ve bakış rejimleri yazılımla dinamik biçimde yeniden yazılabilir. İkincisi, **sahne-dışı demateryalizasyon**: basılı program notlarının mobil/AR katmanlarına taşınması, mekân-bağlam farkındalığıyla (context awareness) kişiye göre içerik akışlarının tetiklenmesi, işitme engelli izleyiciye kulaklık/AR arayüzleriyle eşzamanlı destek verilmesi gibi pratiklerdir. AR tabanlı, kablosuz bütünleşik sistemler; BLE/NFC/Wi-Fi gibi protokoller ve IoT haberleşmesiyle salon içinde "koşula duyarlı" deneyim sağlar, kâğıt ve tabelayı **sayısal katman**a çeker [14-16].

Pandemi döneminde ulusal/kurumsal tiyatroların çevrimiçi stratejileri, **platform temelli** yeni iş modellerini ivmelendirdi. Birleşik Krallık'ta National Theatre, Nisan 2020'de YouTube üzerinden "NT at Home" başlığıyla ücretsiz haftalık prömiyerlerle geniş kitlelere ulaştı; [18-21]. Benzer biçimde, Broadway HD gibi abonelikli platformlar uzun yıllardır var olmakla birlikte (2015), **evde izleme** ölçeğinde kayıtlı tiyatro başlıklarının çoğalması ve telif-lisans mimarisinin kurumsallaşması 2020 sonrasında belirginleşti; platformlar, hak devri, gelir paylaşımı ve coğrafi kısıtlar gibi sinema/TV kökenli uygulamaları sahne sanatlarına uyarladı. Eleştirmenler ve uzmanlar, çevrimiçi gösterimlerin **tesis ettiği erişim** ile canlı deneyimin **karşılaştırılamaz özgünlüğü** arasındaki farkı ısrarla hatırlatır [17].

Hibrit dağıtım ve eşzamanlı etkileşim. 2021'de Royal Shakespeare Company'nin *Dream* adlı çevrimiçi prodüksiyonu, oyun motoru, hareket yakalama ve gerçek zamanlı etkileşimi birleştirerek, "seyircinin katılımı"nı akış içine gömen, canlı/çevrimiçi hibrit bir model sundu. Bu örnek, **dağıtıma gömülü dramaturji** fikrinin —seyirci davranış verisi, katılım arayüzleri ve gerçek zamanlı üretimin— estetik ve teknik katmanlarda birlikte tasarlanabileceğini gösterir [18, 19].

Erişilebilirlik ve kapsayıcılık: dijital katman olarak salon. Bağlama duyarlı/AR destekli çözümler, işitme engelli izleyiciye kanal ayrımı ve görsel üst-yazı gibi kişiselleştirilmiş katmanlar sunarak, **erişilebilirliği salonun "dijital uzantısı"** haline getirir. Kablosuz bütünleşik (BLE/NFC/Wi-Fi/MQTT) altyapılar, izleyici hareketini/konumunu okuyan bir "bağlamsal orkestrasyon" ile bilgi akışını gerçek zamanda kişiselleştirir; böylece erişilebilirlik yalnızca rampa ve altyazı teknik standartlarıyla değil, **etkileşimli medya mimarisiyle** genişler.

Eleştirel bir ayrım: kayıtlı çevrimiçi içerik ≠ canlı tiyatro. Son yıllardaki tartışmalar, "çevrimiçi tiyatro" şemsiyesi altında toplanan pratiklerin **medyalararası** doğasını öne çıkarır: ev içi, tekil ve kullanıcı tercihlerine göre özelleşen izleme koşulları, canlı performansın ortak, eş-zamanlı ve bedensel etkileşimli niteliğinden ayrışır. Bu yüzden tiyatro kaydına çevrimiçi erişim, **seyir susuzluğunu gideren bir "arzu nesnesi"** işlevi görse de, ontolojik olarak sahnenin yerini almaz; farklı modaliteleri olan **başka bir medyadır** [2, 5, 14, 20].

Çağdaş tiyatroyu analiz etmek için **medyalararasılık** (intermediality) literatürüyle **Elleström'ün "medya modaliteleri" modelini** birlikte kullanır. Amaç, tiyatro sahnesindeki görüntü, ses, beden, ağ teknolojileri ve dijital yüzeyler arasındaki ilişkileri betimlemenin ötesine geçip, bunların **nasıl ve hangi boyutlarda** birbirine eklemlendiğini sistematik bir çerçeveyle ortaya koymaktır. [22]. Tiyatroda "medyalararasılık" terimi, tek bir yapıt içinde birden fazla medyanın yan yana bulunması (multimediality) ile bir içeriğin bir medyadan diğerine aktarımı (transmediality) arasında konumlanır; asıl vurgu, medyaların karşılıklı etkileşimi ve birbirini dönüştürmesidir. Kattenbelt'in çerçevesi, kısaca, multimedialitenin "aynı nesnede birden çok medya", transmedialitenin "bir medyadan öbürüne aktarım", intermedialitenin ise "medyalar arası karşılıklı etkileşim ve yeniden tanımlamalar" olduğunu belirtir [20, 21].

Tiyatro hem bedensel ortak-mevcudiyeti (co-presence) hem de medyalararası birleşimleri (kamera, projeksiyon, sensör, yazılım) aynı anda barındırdığı için, bu dört modalite tiyatrodaki dönüşümleri "nerede, nasıl, niçin" sorularıyla ayrıştırır. Özellikle dijital çağda, aynı oyunun salon içi icrası ile ağ üzerinden izlenen video kaydı arasında farklı medya türleri oluştuğunu göstermek için modaliteler güçlü bir mercek sunmaktadır [22].

Salon içi tiyatroda maddesellik, organik (oyuncu bedenleri) ve inorganik (dekor, ışık donanımı, duman, sis, ses dalgaları) unsurların çok kipli birleşimidir. Buna karşılık, bir video-akış arayüzünün maddeselliği "düz bir ekran yüzeyi" ile ışık/ses dalgalarının tekil bir kaynak üzerinden iletimine dayanır. Burada üç boyutlu sunum önem kazanmaktadır. Aynı oyunun videolaştırılması, organik/inorganik çoklu maddeselliğin "yüzeye yatırılması" anlamına gelir; bu dönüşüm, tiyatronun maddesel modunu arka aydınlatmalı piksel matrisi ve hoparlör üzerinden yeniden kurar [2, 22, 23].

Canlı tiyatro, görsel-işitselin ötesinde potansiyel dokunsallık (mekânın kapsayıcılığı, titreşim, hava, ısı), hatta koku/tat izlerini (fuaye, ara) içerir. Çevrimiçi izleme, bu ufku cihaz arayüzünün sınırlarına çekerek duyusal menzili daraltır; VR gibi "kapalı" düzenekler bu açığı kısmen telafi edebilir. Canlı performans, dört boyutlu (genişlik-yükseklik-derinlik-zaman) ortak mekân-zaman deneyimidir. Videolaştırmada derinlik, iki boyutlu ekran düzleminde yansıma/illüzyon olarak temsil edilir; izleyici-nesne mesafesinin değişkenliği yerini sabit ekran mesafesine bırakır. Böylece tiyatrodaki mekânsal kapsayıcılık azalır; çoklu eşzamanlı gezinim (kullanıcı seçimleriyle hiper-yapıda dolaşım) web'in zamansallığını belirler.

Tiyatro uygulamalarında PI'yı sahnesel mekânın simgesel/işitsel–görsel sürekliliği ve bedensel senkronizasyon (bakış yönü, proxemics, bedenle yönelim) beslerken, Ψ çoğu kez oyuncu–seyirci etkileşiminin inandırıcılığı, dramaturjik tutarlılık, gecikme/latency ve geri bildirim döngülerinin "doğal" tepki vermesiyle yükselir. Presence ölçümünde yaygın kullanılan PQ/Presence Questionnaire ve ilişkili ölçekler (ör. ITQ) tiyatroya uyarlanmış VR deneylerinde de referans olmaktadır [24]

Sahne sanatları özgününde, VR-tiyatro çalışmalarının bir bölümü empatik tepkiyi (özellikle kurgusal kipte) yükseltme potansiyeline odaklanmıştır; 360°/HMD aracılı izleme biçimlerinde empati skorlarının yükseldiğine dair bulgular rapor edilmiştir. Ancak varlığı baltalayan iki kuvvetli engel tiyatro bağlamında sık yinelenir: (i) dokunma modalitesinin eksikliği (oturma, programı elde tutma gibi çok duyulu canlılık ipuçlarının kaybı) ve (ii) HMD'nin bizzat "yapaylık ipucu" olarak sürekli hatırlatıcı oluşu. Bu nedenle VR-tiyatroda varlığı güçlendirmek, teknik çözünürlükten çok "algısal–dramaturjik uyum"u, oyuncunun auratik mevcudiyeti ile izleyicinin bedensel niyetliliği arasındaki eşleşmeyi kollamayı gerektirir (ör., bakışa karşılık veren mizansenler, ritmik nefes/baş hareketi senkronizasyonu, mikro-gecikme yönetimi). Geniş bir derleme, presence kavramının sosyal varlık, eş-varlık (co-presence), beden şeması, doğruluk/düşük-uyarılmışlık gibi ilişkili yapılarla birlikte düşünülmesi gerektiğini vurgular [25]

Sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik (VR/AR) teknikleri tiyatroya aşağıdaki olguları getirdiği ortaya çıkmaktadır [12-14, 26-40].

- **Empati ve varlık:** VR tiyatro/360 anlatılarında empati ölçümleri (IRI vb.) pozitif sinyaller vermiştir; ancak oyuncu performansının tiyatro duygulanımı üzerindeki belirleyici etkisi –ışık/ses gibi unsurlardan daha çok– korunmaktadır. Bu, VR'nin empatik "yakınlık" üretse bile auratik varlığın canlıdaki yoğunluğunu otomatik olarak kopyalamadığını düşündürür.
- **Dokunsal eksiklik ve HMD paradoksu:** VR, dokunmanın tiyatrodaki payını karşılamakta zorlanır; HMD'nin kendisi ise sürekli bir yapaylık ipucudur. Buna rağmen, bu "eksikler"in tartışılması tiyatro varlığı üzerine üretken bir söylem de doğurmuştur.
- **AR sahneleri ve bütünleşik etkileşim:** AR sahnelemeler, üç boyutlu sanal nesnelerin gerçek sahneyle fiziksel bağlantı kurduğu ve programlanabilir davranışlarla izleyici/oyuncu jestlerine tepki verdiği ortamlarda immersiyonu yükseltir. *Half Real* gibi prodüksiyonlar aktör-izleyici-sahne üçgeninde canlı/karma etkileşimi gösterir.
- **Eşzamanlılık ve birarada-oluş:** Pandemi dönemi pratikleri, uzaktan performans ve sanal ortak-mekânlarda "present-ness"in yalnız teknik sarmalama değil, ortak zamansallık ve karşılıklı görünürlükle kurulduğunu belgeledi.
- **Kuramsal çerçeve güncellemesi:** Presence'ın "tek tanım" yerine bir kavram ailesi olduğu; PI/Ψ ayrımıyla birlikte düşünülmesi ve ölçümlerin bağlama göre seçilmesi önerilir [10, 25, 31, 39].
- **Hareketlilik ve etkileşim: VR'da kapsayıcı tasarım.** VR sahneleme/sergileme deneyimlerinde yaygın "teleport" locomotion yöntemi, yeni kullanıcılar ve sınırlı hareket kabiliyeti olanlar için zihinsel ve fiziksel açıdan zorlayıcı olabilir. Victoria Theatre'nin dijital miras projesi bu nedenle birden çok etkileşim/locomotion tercihine olanak veren özelleştirilebilir bir tasarım arayüzü araştırır; amaç, algılanan kullanım kolaylığını/yapılabilirliği artırmaktır. Böyle yaklaşımlar, "tek-tip" kontrol şemaları yerine oturarak kullanım, bakış yönü/hız kontrollü gezinti, sınırlı menzil içinde yavaş kaydırma gibi profillere uygun seçenekler sunmayı gerektirir; bu da XAUR'un "özelleştirilebilir etkileşim" ilkesinin sahadaki karşılığıdır [36, 37].

Salon içi AR destekli erişilebilirlik: Baluarte örneği. AR'nin salondaki duyusal bariyerleri nasıl azalttığını gösteren güçlü bir örnek olarak Microsoft HoloLens ile işitme engelli izleyicileri desteklemek için geliştirilen yapılandırmadır. Uygulama; çok dilli arayüz, canlı işaret dili çevirisi penceresi, altyazı seçeneği ve gösteri bilgisi gibi katmanları izleyicinin görüş alanına "yüzen pencere" olarak yerleştirir; katmanların konumu/ölçeği kullanıcı gereksinimine göre ayarlanabilir. Ayrıca, kenar bilişim tabanlı bir web kontrol paneliyle içerik senkronizasyonu sağlanır; uygulama üzerinden "yardım çağrısı" gönderilerek görevliye bildirim düşülebilir—böylece izleyicinin çevresini rahatsız etmeden destek alması mümkün olur. Çalışma, 2.4/5 GHz bantlarında yüksek parazit koşullarında bile deneyimin sürdürülebilmesi için 3D ray-launching simülasyonlarıyla ağ planlaması yapılmasını önermiş; erişilebilirliğin yalnızca "içerik katmanı" değil, aynı zamanda "altyapı güvenilirliği" meselesi olduğunu göstermiştir. Yazarlar, sistemin esnekliğinin hareket ve görme engeline uyarlamaya da imkân verdiğini not eder—erişilebilirlik çözümü, tek bir engel türüne "kilitli" değil, genişletilebilir mimaridedir.

ATT bağlamında, **dokunsallık/haptiğin ve çevresel ipuçlarının** artırılması; **salon ölçeği AR** ile **sahnede tele-mevcudiyet**in (on-stage POV 360, yakın plan ses) kombine edilmesi, **auratik ve literal** kiplerde varlığı yükseltmenin tutarlı yollarıdır. Bu yönde ilerleyen **telepresence temelli VR-tiyatro** çalışmalarında seyircinin **uygun maliyetle** sahne içi bakış deneyimi elde ettiği gösterilmiştir.

Sahne sanatlarında sanal gerçekliğin (VR) serüveni, yalnızca donanımın evrimiyle değil, aynı zamanda "seyirci–mekân–eylem" üçlüsünü yeniden kuran estetik ve dramaturjik dönüşümlerle belirlenmiştir. Bu çizgi, 19. yüzyıldaki optik illüzyon ve çevresel temsil tekniklerinden

(panoramalar, stereoskoplar, "Pepper's Ghost" vb.) başlayıp 20. yüzyılın ikinci yarısında sensörlü/giyilebilir arayüzlere, 1990'larda telematik ve ağ temelli katılım biçimlerine ve 2010'lardan itibaren çok kullanıcılı, oyun motorlu, eşzamanlı canlı performans mimarilerine uzanır. Böylece VR, tiyatronun "canlılık" (liveness), "eşzamanlılık" ve "katılım" kavrayışlarını hem teknolojik hem de poetik düzeyde yeniden tartışmaya açmıştır. Bu bölüm, söz konusu dönüşümün belli başlı eşiklerini kronolojik bir perspektifle, temsil kipleri ve seyirci konumları üzerinden özetler [3, 33, 37, 40, 47].

Bugünkü VR'ın tarih öncesi olarak görülebilecek deneyimler, izleyiciyi fiziksel olarak kuşatan görüntü uzayları ve "gerçekliğin teatral yeniden-üretimi" arzusuyla belirir. 19. yüzyıl panoramaları ve stereoskopik aygıtlar, görsel alanı çevreleyerek mekânsal yakınlık etkisi yaratır; 1860'larda İngiltere'de Royal Polytechnic Institution'da gösterilen "Pepper's Ghost" illüzyonu ise (cam/plansçı yansıtma tekniğiyle) sahne yüzeyini geçirgenleştirip bedensel varlığı fantazmatik bir "ortak mekân"da katmanlar. Bu tarihsel miras, dijital çağdaki VR/AR deneyimlerine kavramsal bir süreklilik sunar [3, 33, 39].

VR literatürü, **dokunsallığın eksikliği ve HMD'nin bağlamsal ipucu** olarak "yakıcı" varlık (presence) hissini sınırladığını, buna karşın **empati** üretiminde (özellikle 360° içeriklerde) anlamlı etkiler yaratabildiğini gösterir. Power'ın **üç kiplikli varlık** modeli (kurgusal, auratik, literal) performans okumasına zengin çerçeve sunar; tiyatronun hedefi, seyirciyi "nerede olduğunu unutturmak" değil, **rol/öyküyle özdeşleşmeye açık hâle getirmektir.** Seyircinin **pasif-aktif-katılımcı** ölçeklerinde konumlanması ölçme-değerlendirme kurgusunu etkiler; *LIVR* gibi platformlar **pasif** izleme koşullarında bile anlamlı veriler sağlar.

1990'larda telematik performans, VR'ın tiyatro/performans alanında "uzaktan eş-mevcudiyet" ve "bedenin yansıtmalı varlığı" gibi temaları merkezileştirir. Paul Sermon'un Telematic Dreaming'i (1992), iki farklı konumdaki yataklar ve canlı video akışı üzerinden, bedensel teması "görüntünün dokunsal yanılsaması"na çevirir; izleyici, başka bir yerdeki bedenin görüntüsüyle aynı yüzeyde eşzamanlı bir ilişki kurar. Bu, teatral mekânın artık tekil bir odada değil, dağıtık ama eşzamanlı bir görsel–dokunsal uzamda kurulduğunu gösterir [18, 41].

Kavramsal Çerçeve: AR ve SAR'ın Sahne Üzerindeki Yeri: Artırılmış gerçeklik (AR), sahne üzerinde fiziksel dünyaya dijital bilgiyi bağlama-duyarlı şekilde bindirerek (overlay) sahneleme araçlarını genişleten bir ara yüz ailesidir; başa takılan saydam gözlükler (optik/ video see-through HMD), elde taşınan ekranlar (telefon/tablet) ve mekâna yansıtılan projeksiyon tabanlı yerleştirmeler bu ailenin başlıca uygulama kanallarıdır (Milgram & Kishino'nun karma gerçeklik sürekliliği içinde AR; mekânsal AR/SAR ise projeksiyon tabanlı bir alt tür olarak) [42].

AR'ın, performans sanatlarında uzun süredir kullanılagelen ışık, ses ve medya teknolojilerinin "sahnede görünmeyeni seçici olarak görünür kılma" işlevini yeni bir katmanda sürdürdüğü; SAR'ın ise projeksiyon haritalama yoluyla fiziksel dekoru "canlı" bir yüzeye dönüştürerek sahne mekânını baştan kurduğu kabul edilir [43].

Bu çerçevede AR/SAR, tiyatronun temel ilkeleri olan canlılık (liveness), eşzamanlılık ve ortak dikkat (joint attention) ile gerilimli ama üretken bir ilişki kurar: Sahnede "yerinden etme/yerine koyma" (displacement) yoluyla seyirci algısını yeniden konumlandırır; oyuncunun bedensel eylemiyle katmanlı görsel-işitsel ipuçları eşleştiğinde, dijital katman dramatik nedenselliğin bir parçası hâline gelir (Marner'ın Half Real incelemesi). Bu nedenle AR yalnızca "başka bir ekran" değil, dramaturjik bir araçtır; hangi gerçeklik ipuçlarının, hangi anda, kime ve nerede açılacağı üzerine kurulu bir sahneleme dili gerektirmiştir. Teknoloji-aracılı tiyatro araştırmaları, etkileşimin sadece "sahne anı"na katmanlanması yerine deneyimin öncesi ve sonrasına taşınmasını, yani izleyicinin temayla yansıtıcı bir ilişki kurmasını önerir Buna uygun olarak "artırılmış program/oyun kitapçığı", "ritüel nesneler" ya da "kartlar" gibi sahne-dışı AR artefaktları geliştirildi; bu prototipler, hikâyeyi temsil dışına yayarken kişisel angajmanı da pekiştirmiştir [44].

AR/VR'in Sahne Tasarımına, Işığa ve Prova Süreçlerine Etkisi: **AR/VR, tiyatro üretiminde üç kritik katmana -sahne tasarımı, ışık ve prova- aynı anda müdahale edebilen bir "erken görme ve birlikte tasarlama" altyapısı sunarak karar döngülerini kısaltır, riskleri azaltır ve disiplinler arası eşgüdümü güçlendirir. Güncel iş akışları; CAD/BIM'de maket ve cihaz yerleşimi, GDTF profilleriyle patch, vizualizasyon/previz, oyun motorunda (Unreal) dekor-ışık-medya sahnesi ve DMX/Art-Net/sACN köprüleri üzerinden VR/AR oturumlarıyla blokaj-ışık eşlemesini içerir; zincirin her halkası sahneye çıkmadan "çalınan" prova dakikaları ve azalan tekrar sayısı demektir . Özellikle AR tabanlı ön-görselleştirme, tasarımcının maket ile sahne arasında yaşadığı "ölçek atlaması" sorununu azaltarak izleyici bakış noktasından tam ölçekli dekoru yapım başlamadan deneyimletir; toplantı hızını artırıp geri bildirim döngülerini kısalttığı raporlanmıştır . VR tarafında oyun motorlarının küresel aydınlatma/hacimsel ışık gibi özellikleri malzeme ve gölge davranışını ikna edici düzeyde taklit ederek tasarım doğrulamasını güçlendirir; ancak konfor ve karar kalitesi için 90 FPS eşiğine yaklaşmak pratik bir gerekliliktir . Işık tasarımında konsol-motor köprüleri (ör. Unreal DMX) sanal sahnedeki armatürleri DMX/Art-Net/sACN ile sürüp cue dünyasını prova öncesi olgunlaştırmayı mümkün kılar; Spatial AR uygulamalarında ise projektörün "ışık kaynağı" olarak kullanımı, ışık masası-video sunucu koordinasyonunu bir tür ortak yönetmenlik pratiğine dönüştürür . Yine de tasarım ekiplerinin AR'ı "sahnedeki imgelem alanını daraltma" riski nedeniyle temkinli karşıladığı; "gizli olanı illüstre etmek yerine seçici açığa çıkarım" gibi ilkelerle dramaturjiye uyum aradığı görülür . Bütün bunlar, sahne üstünde etkileşim, seyir hattı ve oyuncu-projeksiyon-ışık üçgenini prova başlamadan önce birlikte görebilmeyi sağlayan AR/VR temelli ön-görselleştirmenin ve teknik previz'in artık sahne tasarımı ile ışık kararlarının standart parçası haline geldiğini göstermektedir; aşağıda ilk olarak sahne tasarımı ve ön-görselleştirme ele alınacaktır** [43, 45, 46].

SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında yapılan lietratür araştırmaları sonucunda; artırılmış gerçeklik (AR) ve sahne artırılmış gerçekliği (SAR) bileşenlerinin yalnızca "süsleyici" bir görsel katman olarak değil, oyunun anlam üretimindeki neden-sonuç ilişkilerini, çatışmayı, ritmi ve seyirci konumunu örgütleyen bir dramaturjik araçlar dizisi olarak tasarlandığında verimli sonuçlar ortaya koyduğu görülmüştür. Başka deyişle yeni tiyatro olgusu sahneye dinamik görüntüler eklemenin yanında bu görüntülerin anlatı amaçları ve oyuncu performansları ile seyircinin ortak deneyimiyle nasıl ilintilenmesi gerektiği; yeni teknolojilerin shnaya ve seyirciye nasıl yansıtılacağı konusnda ipuçları vermektedir. Güncel AR/VR tartışmasında da "teknolojinin sanatı yutması" değil, tiyatronun teknolojiyi dramaturjik araç kutusuna nasıl eklemesi gerektiği konusu ele alınmıştır [4, 43, 45, 47].

Tiyatroda vbu dönüşümün odak noktası seyircidir. Etkileşimli görselleştirme, çoğu zaman belirli bir sahne anını "daha iyi görünür" kılar; oysa etkileşimli dramaturji, seyircinin oyundaki yeri ve rolü üzerine sistematik kararlar ister: Seyirci nereye yönlendirilecek, ne zaman "yalnız kalacak", ne zaman topluluğun parçası olduğunu hissedecek, hangi anda bilgilendirilecek ya da yanıltılacaktır olguları özellikle birleştirlerek işlenmelidir. Deneysel bir AR tiyatrosunda, yapay zekâ ile gerçek izleyici davranışlarından öğrenilerek üretilen "sanal seyirci"nin varlığı, izleyenlerin deneyimi daha sosyal algılamasına ve ilgi düzeylerinin artmasına yol açmış, ayrıca dolaşımı destekleyen minimal navigasyon ipuçları (ör. yalnızca geçişlerde belirip performans sırasında kaybolan oklar) ritmin korunmasına yardımcı olmuştur [48, 49].

Pandemi, tiyatro alanını kayıt, çevrimiçi canlı yayın ve dijital-özel üretimler yönünde hızla dönüştürmüş; erişimi ve görünürlüğü artırırken, özellikle bilet gelirine bağımlı özel/bağımsız yapılar için sürdürülebilirlik baskılarını büyütmüştür. Türkiye'de eski kayıtların erişime açılması, çevrimiçi prömiyerler ve interaktif denemeler kısa sürede yaygınlaşmış; ancak gelir

modeli ve teknik yatırım eşiği, küçük ve orta ölçekli sahnelerde kırılganlığını korumuştur. Bu tablonun içinde Moda Sahnesi'nin Sahneden Naklen deneyimi (izole prova + çoklu kamera + eşzamanlı katılım) ile yeni seyir coğrafyasına açılması; YeniPerform'un üç boyutlu platform ve 3 alanlı mimarisiyle dijital sahneyi "kendi başına bir mekân" olarak kurması; Zorlu PSM'nin Dijital Sahne projesinin video-odaklı poetikayı görünür kılması, yerel ölçekte ölçülebilir kazanımlar üretmiştir. Buna karşılık çevrimiçi/kayıt formunun "orada-o anda" ilkesini nasıl dönüştürdüğüne ve canlılık (liveness) ile ekran poetikası arasındaki gerilime ilişkin eleştirel çerçeve, karar vericilere estetik ve etik açıdan dikkatli bir tasarım çağrısı yapmaktadır.

Artırılmış ve sanal gerçekliğin tiyatroya entegrasyonu, yalnızca estetik ya da teknik bir tercih değil; aynı anda üç boyutta -etik, güvenlik ve sürdürülebilirlik- birbirine eklemlenen sonuçlar doğuran bir tasarım ve üretim kararıdır. Etik düzlemde XR sistemleri, oyuncu ve izleyiciden sürekli veri üretir; bu veriler kimlik belirleme ötesinde arzu, duygu, dikkat ve sağlık durumlarına ilişkin çıkarımlar sağlayabildiği için mahremiyet, şeffaflık ve özerklik tartışmalarını sahnenin merkezine taşır (ör. göz/beden izleme, GSR, EEG) . Özellikle ticari başlıkların veri saklama ve üçüncü taraflarla paylaşım pratiklerine dair belirsizlikleri güven ilişkisini zayıflatır; bu nedenle "gerçek bilgilendirilmiş rıza", opt-in tercihleri, verinin mümkün olduğunca anonim/aggregate paylaşımı ve katılımcının süreç boyunca onayını yenileyebilmesi etik asgari olarak önerilir Güvenlik düzleminde XR'ın fiziksel (denge bozulmaları, çarpma/yaralanma) ve psikolojik (yoğun gerçekçilik, duygusal art etki) riskleri; kırılgan gruplar ve çocuklar açısından daha da hassastır; sahneleme bu riskleri öngören sınırlar, çıkış/çekilme olanakları ve art-etki izleme planlarıyla tasarlanmalıdır . Sürdürülebilirlik düzleminde ise kararlar, aygıt yaşam döngüsü (hammadde tedariki, üretim, dağıtım, kullanım ve e-atık) ile sayısal altyapının enerji-su ayak izi üzerinden değerlendirilmelidir: Bir VR başlığının yaşam döngüsü değerlendirmesi, geri dönüştürülmüş içerik ve düşük etkili enerji kaynaklarının çevresel hasarı anlamlı biçimde düşürebildiğini; öte yandan kullanım evresi enerji tüketiminin toplam etkiyi artırabildiğini göstermektedir . Üretim/hardware tarafındaki hızlı eskime ve e-atık baskısı da sektörün zayıf halkalarıdır. Buna karşılık, doğru tasarlandığında XR; prova/seyahat lojistiğini azaltma, uzaktan ortak-üretim ve izleyiciye yerinden erişim gibi mekanizmalarla emisyonları düşürme potansiyeli taşır; ancak enerji tüketimi ve geri tepme etkileri nedeniyle net etkinin bağlama duyarlı olmaktadır. Bu çerçeve, izleyen alt başlıklarda açılacak "Etik boyut: şeffaflık, rıza, erişilebilirlik ve adalet" tartışmasına girizgâh niteliğindedir; zira şeffaf veri akışları, tekrar-teyit edilen rıza süreçleri, kapsayıcı erişim ve adil dağıtım ilkeleri, güvenlik ve sürdürülebilirlik hedefleriyle birlikte ele alındığında anlam kazanmaktadır.

KAYNAKÇA

[1] Chatzichristodoulou, M., Brown, K., Hunt, N., Kuling, P., & Sant, T. (2022). Covid-19: theatre goes digital–provocations. International Journal of Performance Arts and Digital Media, 18(1), 1-6.

[2] Marner, M. R., Haren, S., Gardiner, M., & Thomas, B. H. (2012). Exploring interactivity and augmented reality in theater: A case study of Half Real. In 2012 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality-Arts, Media, and Humanities (ISMAR-AMH) (pp. 81-86).

[3] Camilleri, G. (2020). Virtual Reality in Theatre: A Survey of Audiences' Empathy. Graduate Library Research Awards. 1. https://digitalcommons.lmu.edu/glra/awards/2020/1

[4] Pike, S. (2020). Virtually relevant: AR/VR and the theatre. Fusion Journal, (17), 120-128.

[5] Lombard, M., & Ditton, T. (1997). At the heart of it all: The concept of presence. Journal of computer-mediated communication, 3(2), JCMC321.

[6] Boiko, T., Tatarenko, M., Iudova-Romanova, K., Tsyvata, Y., & Lanchak, Y. (2023). Digital tools in contemporary theatre practice. ACM Journal on Computing and Cultural Heritage, 16(2), 1-9.

[7] Oncins, E. (2023). From stage to screen: Digital transformations and accessibility in the scenic arts. In New Paths in Theatre Translation and Surtitling (pp. 186-198). Routledge.

[8] Slater, M. (2009). Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 364(1535), 3549-3557.

[9] Cicconi, S. (2024). Augmented total theatre: shaping the future of immersive augmented reality representations. i-com, 23(2), 205-219.
[10] Peinl, R., & Wirth, T. (2021). Presence in VR Experiences—An Empirical Cost–Benefit Analysis. In Proceedings of Sixth International Congress on Information and Communication Technology: ICICT 2021, London, Volume 1 (pp. 461-471). Singapore: Springer Singapore.
[11] Jordão, A. C., Mitas, O., Boode, W., van Gisbergen, M., Richards, G., & Bastiaansen, M. (2025). Enhancing the experience? Exploring the impact of augmented reality on staged performances. World Leisure Journal, 1-21.
[12] Pinto, A. G., Ramalho, J., Pinto, P. R., & Figueiredo, F. (2023). Digital Experience Theatre: Ideation Tool for Developing Socially Significant Digital Products. The Paris Conference on Arts & Humanities 2023 Official Conference Proceedings.
[13] Georgiou, M. (2021). " Digital Theatre" and" Cyber Theatre" in Drama Education at School: A study of 2 performance projects at a High-school in Eberswalde, Germany. Master Thesis. 2021. Linnaeus University, Faculty of Arts and Humanities, Department of Cultural Sciences.
[14] Massi, M., Vecco, M., & Lin, Y. (2020).. Digital Transformation in the Cultural and Creative Industries, 1-9.
[15] Šuvaković, M. (2010). DEMATERIALIZATION OF THE STAGE (Epistemology of New Media in Performance Arts and Music). New Sound: International Magazine for Music, (36).
[16] Walsh, F. (2021). Grief machines: Transhumanist theatre, digital performance, pandemic time. Theatre Journal, 73(3), 391-407.
[17] Anonymous (2014) (Enders Analysis). Case study: Digital Theatre. https://www 4. Digital Theatre.
[18] Lennox, G., & Mason, H. (2022). Virtual dream reality check: A case of interactive digital theatre from the Royal Shakespeare Company. Body, Space & Technology, 21(1).
[19] Zhang, J. (2023). Digital Media Technology on the Theatre Stage. Frontiers in Art Research, 5(12), 13-18.
[20] Kattenbelt, C. (2008). Intermediality in theatre and performance: Definitions, perceptions and medial relationships. Cultura, lenguaje y representación: revista de estudios culturales de la Universitat Jaume I, 19-29. Digital Transformation in the Cultural and Creative Industries
[21] Farman, J. (2007). Intermediality in theatre and performance. Theatre Journal, 59(2), 329-330.
[22] Führer, H., & Schoene, J. (2022). 14 Media modalities of theatrical space. Intermedial Studies, 255.
[23] Timplalexi, E. (2025). Theatre in Transition: Lars Elleström's Media Modalities and the Rise of “Video Theatre”. Critical Arts, 39(1-2), 149-172.
[24] Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. Presence, 7(3), 225-240.
[25] Skarbez, R., Brooks, Jr, F. P., & Whitton, M. C. (2017). A survey of presence and related concepts. ACM computing surveys (CSUR), 50(6), 1-39.
[26] Picallo, I., Vidal-Balea, A., Blanco-Novoa, O., Lopez-Iturri, P., Fraga-Lamas, P., Klaina, H., ... & Falcone, F. (2020). Design and experimental validation of an augmented reality system with wireless integration for context aware enhanced show experience in auditoriums. IEEE Access, 9, 5466-5484.
[27] Trimbee, E. THEAT [AR]: Augmented Reality Based Pre-visualization Of Theatrical Design Elements (Doctoral dissertation, Toronto Metropolitan University).
[28] Sobchyshak, O., Berrezueta-Guzman, S., & Wagner, S. (2025). Pushing the boundaries of immersion and storytelling: A technical review of unreal engine. Displays, 103268.
[29] Nedelkopoulou, E. (2008). The Augmented Theatre in Virtualised Society: See You in Walhalla. Performance Paradigm, 4.
[30] Anonymous (2025) The Theatre Reimagined - Introducing AR to the Stage Anonymous, 2025 .https://www.glitchstudios.co/projects-archive/the-theatre-reimagined-introducing-ar-to-the-stage/
[31] Cheok, A. D. (2010). Interactive Theater Experience with 3D Live Captured Actors and Spatial Sound. In Art and Technology of Entertainment Computing and Communication: Advances in Interactive New Media for Entertainment Computing (pp. 59-82). London: Springer London.
[32] Grau, O. (2004). Virtual Art: from illusion to immersion. MIT press.
[33] Huang, H., & Hua, H. (2018). High-performance integral-imaging-based light field augmented reality display using freeform optics. Optics express, 26(13), 17578-17590.

[34] Raeburn, G. (2023). Creating immersive, play-anywhere handheld augmented reality stories, through remote user testing. PhD thesis. School of Electronic Engineering and Computer Science Queen Mary University of London.
[35] Saltz, D. Z. (2001). Live media: Interactive technology and theatre. Theatre Topics, 11(2), 107-130.
[36] Bimber, O., & Raskar, R. (2003). Alternative Augmented Reality Approaches: Concepts, Techniques, and Applications. In Eurographics (Tutorials).
[37] Marner, M. R., Smith, R. T., Walsh, J. A., & Thomas, B. H. (2014). Spatial user interfaces for large-scale projector-based augmented reality. IEEE computer graphics and applications, 34(6), 74-82.
[38] Noah, N., Shearer, S., & Das, S. (2022). Security and privacy evaluation of popular augmented and virtual reality technologies. In Proceedings of the 2022 IEEE International Conference on Metrology for eXtended Reality, Artificial Intelligence, and Neural Engineering (IEEE MetroXRAINE 2022).
[39] Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. Presence, 7(3), 225-240.
[40] Kirkpatrick, A., Connor, J. O., Campbell, A., & Cooper, M. (2018). Web content accessibility guidelines (WCAG) 2.1. W3C.
[41] Krueger, M. W., & Wilson, S. (1985). VIDEOPLACE: a report from the artificial reality laboratory. Leonardo, 18(3), 145-151.
[42] Weimar, O. B., & Raskar, R. (2005). Spatial augmented reality: merging real and virtual worlds/Oliver Bimber, Ramesh Raskar., 2005 by AK Peters, Ltd. 2005 by AK Peters, Ltd.
[43] Pike, S. (2025). AI, AR, and VR in Theatre and Performance: Technology in the Present and Future of Live Creative Arts.
[44] Nicholas, M. J., Daffara, S. C., & Paulos, E. (2021). Expanding the design space for technology-mediated theatre experiences. In Proceedings of the 2021 ACM Designing Interactive Systems Conference (pp. 2026-2038).
[45] Hamasaki, T., Itoh, Y., Hiroi, Y., Iwai, D., & Sugimoto, M. (2018). Hysar: Hybrid material rendering by an optical see-through head-mounted display with spatial augmented reality projection. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 24(4), 1457-1466.
[46] https://www.allkindsoflimbo.com/?utm_source=chatgpt.com. All Kinds of Limbo (VR/AR).
[47] Nagele, A. N., Bauer, V., Healey, P. G., Reiss, J. D., Cooke, H., Cowlishaw, T., ... & Pike, C. (2021). Interactive audio augmented reality in participatory performance. Frontiers in Virtual Reality, 1, 610320.
[48] Kim, Y. J., Sra, M., & Höllerer, T. (2024). Audience Amplified: Virtual Audiences in Asynchronously Performed AR Theater. In 2024 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR) (pp. 475-484). IEEE.
[49] Boland, I. H. T. (2009). Efficacy of the 3D Multi-User Virtual Environment (MUVE) Second Life for learning in cognitive constructivist and social constructivist activities (Doctoral dissertation, Capella University).

TORBALAMA TOPLULUK YÖNTEMİ KULLANILARAK YÜKSEK PERFORMANSLI KALP HASTALIĞI TAHMİNİ

Önder CİVELEK
Karadeniz Technical University, Trabzon Vocational High School, Department of Electronic and Automation, Trabzon-Türkiye
ORCID: 0000-0001-5893-8630

ÖZET
Kardiyovasküler hastalıklar (KVH), dünya genelinde her yıl yaklaşık 17 milyon kişinin ölümüne neden olarak en önemli küresel sağlık sorunlarından biri olmaya devam etmektedir. Bu nedenle kardiyak riskin erken ve doğru bir şekilde belirlenmesi, klinik sonuçların iyileştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Ancak klinik verilerin yüksek değişkenlik ve karmaşıklık içermesi, istikrarlı ve genellenebilir tanı modelleri geliştirilmesini zorlaştırmaktadır. Bu bağlamda makine öğrenimi yöntemleri, büyük ve karmaşık veri yapılarından anlamlı örüntüler çıkararak güvenilir risk tahmini yapılmasına olanak tanımaktadır. Bu çalışma, kalp hastalığı tahmini için farklı makine öğrenmesi modellerinin karşılaştırmalı bir değerlendirmesini sunmakta ve özellikle Torbalama Topluluk (Bagging Ensemble) yöntemine odaklanmaktadır. Çalışmadan elde edilen bulgular, Torbalama Topluluk yöntemi modelinin diğer yöntemlere kıyasla daha üstün performans sergilediğini göstermektedir. Model, doğrulama aşamasında %88,52, bağımsız test verilerinde ise %92,44 doğruluk elde ederek güçlü bir genelleme yeteneği ortaya koymuştur. Modelin sınıflandırma başarısını değerlendirmek amacıyla oluşturulan Confusion Matrix, doğru pozitif ve doğru negatif oranlarının yüksek, yanlış sınıflandırma oranlarının ise düşük olduğunu göstermektedir. Buna ek olarak, ROC eğrisi ve AUC değerleri, modelin sınıflar arasında yüksek ayrım gücüne sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Yüksek doğruluk, dengeli sınıflandırma performansı ve güçlü ayrım yeteneğiyle Torbalama Topluluk yöntemi; kalp hastalığı tahmini için etkili ve güvenilir bir yaklaşım sunmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Kardiyovasküler hastalık, Makine öğrenimi, Torbalama topluluk yöntemi, Tanısal modelleme.

HIGH-PERFORMANCE HEART DISEASE PREDICTION USING THE BAGGING ENSEMBLE METHOD

ABSTRACT
Cardiovascular diseases (CVD) remain one of the leading global health challenges, causing approximately 17 million deaths annually worldwide. Consequently, the early and accurate identification of cardiac risk is critical for improving clinical outcomes and enabling timely intervention. However, the inherent variability and complexity of clinical datasets pose significant challenges to the development of stable and generalizable diagnostic models. In this context, machine learning techniques offer a powerful framework for extracting meaningful patterns from large and heterogeneous data structures, thereby facilitating reliable risk prediction. This study presents a comparative evaluation of several machine learning models for heart disease prediction, with a particular focus on the Bagging Ensemble method. The findings demonstrate that the Bagging Ensemble model outperforms alternative approaches, exhibiting superior predictive performance. The model achieved an accuracy of 88.52% during validation and 92.44% on independent test data, indicating strong generalization capability. The Confusion Matrix constructed to assess classification performance revealed high true positive and true negative rates, accompanied by relatively low misclassification rates. Furthermore, the ROC curve and corresponding AUC values confirmed the model's strong discriminative power between positive and negative classes. the Bagging Ensemble method provides an effective and

reliable approach for heart disease prediction, offering high accuracy, balanced classification performance, and robust discriminative capability.
Anahtar Kelimeler: Cardiovascular disease, Machine learning, Bagging ensemble method, Diagnostic modeling

1. INTRODUCTION

Heart disease represents a significant global health concern, characterised by elevated mortality rates and a growing threat that is becoming increasingly pronounced. The convergence of two major factors the exacting demands of contemporary professions and the underlying genetic predispositions contributes substantially to the prevalence of heart conditions. Consequently, the timely diagnosis of cardiovascular diseases is of paramount importance for reducing mortality rates. The limitations of manual clinical assessment and the complexity of diagnosis necessitate the adoption of new and advanced methodologies.

Machine learning is at the forefront of this diagnostic revolution, providing powerful tools to implement cost-effective and efficient diagnostic technology for populations in need. Machine learning (ML) models are increasingly being used in various areas of cardiology, including early disease diagnosis, risk classification, treatment plan optimisation, and monitoring patient responses.

Research in the domain of conventional machine learning has demonstrated that the K-Nearest Neighbor (KNN) algorithm, when optimised with Genetic Algorithms, can attain a noteworthy classification success rate of 90.11% on the Cleveland dataset. This study demonstrates that classical methods can deliver high performance when optimised appropriately (Takcı 2022). Furthermore, hybrid models combining CNN and Transformer architectures have been shown to offer an effective approach for heart disease prediction and diagnosis. The local feature extraction capability of CNN and the global relationship identification ability of Transformer enable the successful identification of risk factors from high-dimensional medical history data. The experimental results demonstrate that the proposed model attains superior accuracy, precision, and recall performance in comparison to conventional models such as SVM, CNN, and LSTM. Ablation studies have been conducted that confirm the significant contribution of both the CNN and Transformer components to the model's success (Hao et al., 2025). In a separate study, various algorithms were evaluated using a dataset comprising 303 individuals and 14 features, with Gradient Boosting demonstrating the optimal performance at 95% accuracy, while artificial neural networks exhibited strong potential at 90.1% accuracy (Küçükmanisa & Kilimci 2024). Furthermore, in a hybrid study conducted on the most significant variables selected using a combination of genetic algorithms and iterative feature selection techniques, the data was processed using SMOTE and classical scaling methods, and SVM, Naive Bayes, Logistic Regression, Random Forest, and Adaboost algorithms were applied. As demonstrated in the research, the Random Forest model demonstrated a maximum accuracy of 86.6% (Rani et al., 2021). In a separate study that employed ensemble learning methods, the Spectf and Statlog datasets were analysed, yielding accuracies of 88.7% and 88.8%, respectively. These findings demonstrate the efficacy of ensemble learning methods in predicting heart disease (Karadeniz et al. 2021). Li and colleagues proposed a matrix logic-based framework for the identification of recurring patterns. This approach is adaptable for identifying risk factors arising from lifestyle behaviours and indirectly supports data cleaning and feature selection strategies in complex and noisy datasets. Furthermore, modelling the structural relationships between events and features offers the potential to enhance prediction performance (Li et al., 2024). Concurrently, adaptive learning and optimisation techniques have the capacity to enhance the robustness of prediction models in large populations exhibiting diverse lifestyles and health profiles. In the study presented by Huang et al. (2025), a reinforcement learning-based approach was proposed as a means of optimising data mining

strategies in changing environmental conditions. The study demonstrated that model performance can be enhanced in instances of changing data distributions. The early and accurate diagnosis of heart disease is of critical importance. Despite the presence of overfitting issues in current methods, the newly developed diagnostic system demonstrated balanced performance on both training and test data. A comparison of supervised learning methods, including decision trees, Random Forest, SVM, and PCA, indicates that the proposed system has the potential to serve as a reliable early diagnosis tool (Singh et al., 2024). In a separate study, it was observed that hybrid deep learning models, such as CNN-LSTM, exhibited superior performance in terms of accuracy and AUC in comparison to conventional methods. Furthermore, the presentation of successful application examples in clinical and wearable systems was complemented by a discussion of issues such as data limitations, ethical concerns, and model transparency. This study proposes a comprehensive framework for the development of more effective and applicable artificial intelligence solutions (Kumar et al., 2025). It has been demonstrated by a substantial body of research that abnormalities, such as heart murmurs, may serve as a useful indication of cardiovascular disease. Brunese and colleagues have demonstrated through experimental means that their deep neural network model, developed using features directly extracted from heart sounds, is effective in distinguishing between healthy individuals and those suffering from disease (Brunese et al., 2020).

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Dataset

The heart disease dataset utilised in this study was constructed by amalgamating five prominent heart disease datasets that were previously available as standalone entities. The dataset under consideration encompasses the Cleveland, Hungarian, Switzerland, Long Beach VA, and Statlog (Heart) datasets. This dataset, which has been combined based on 11 common features, contains 1,190 samples. The rationale underpinning the integration of these datasets is to facilitate the development of machine learning and data mining algorithms pertaining to coronary artery disease (CAD), with the ultimate objective of enhancing clinical diagnosis and early treatment processes. In this context, the dataset offers researchers the opportunity to develop models based on high-dimensional and diverse samples. The attribute descriptions of the Heart Disease dataset are presented in Table 1.

Table 1. Heart Disease Dataset Attribute Description

S.No.	Attribute	Code given	Unit	Data type
1	Age	Age	In years	Numeric
2	Sex	Sex	1, 0	Binary
3	Chest pain type	Chest pain type	1,2,3,4	Nominal
4	Resting blood pressure	Resting bp s	In mm Hg	Numeric
5	Serum cholesterol	Cholesterol	In mg/dl	Numeric
6	Fasting blood sugar	Fasting blood sugar	1,0 > 120 mg/dl	Binary
7	Resting electrocardiogram results	Resting ecg	0,1,2	Nominal
8	Maximum heart rate achieved	Max heart rate	71–202	Numeric
9	Exercise induced angina	Exercise angina	0,1	Binary
10	Oldpeak =ST	Oldpeak	Depression	Numeric
11	The slope of the peak exercise ST segment	ST slope	0,1,2	Nominal
12	Class	Target	0,1	Binary

2.2. Machine Learning Methods

Machine learning algorithms are methods that enable computer systems to acquire knowledge from data and are used to solve complex problems. These algorithms process large datasets to automatically identify structures, patterns, and relationships within the data. As shown in Fig. 1. machine learning algorithms can be categorized into three primary types: supervised learning, unsupervised learning, and reinforcement learning. Supervised learning methods are predicated on the utilsation of labelled data sets. The objective of supervised learning is to ascertain the relationship between the features in the data set and the desired outputs. The former are utilised for the purpose of data categorisation, whilst the latter are employed for the purpose of making continuous value predictions. It is imperative to acknowledge the significance of supervised learning algorithms such as ensemble methods, Bayesian approaches, decision trees and artificial neural networks (ANNs). Conversely, unsupervised learning algorithms are employed to identify latent structures and patterns within unlabeled data sets. Clustering algorithms separate data into different groups, while dimension reduction techniques aim to obtain a more concise and meaningful representation by reducing the complexity of the dataset. Examples of unsupervised learning algorithms include K-means, hierarchical clustering, artificial neural networks, and principal component analysis (PCA).

Reinforcement learning can be defined as a method that enables a system (agent) to acquire the most appropriate behaviour in a dynamic environment.

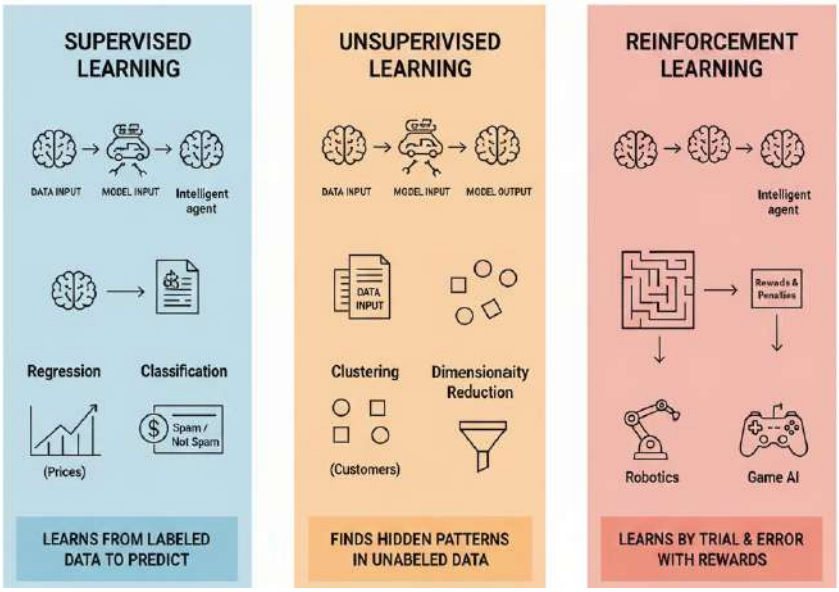


Fig. 1. Classification of Machine Learning Algorithms into Supervised, Unsupervised, and Reinforcement Learning

2.3. The Bagging Ensemble Method

Ensemble methods are techniques that combine multiple machine learning models with the objective of achieving more accurate and reliable prediction results. The utilisation of these approaches serves to mitigate model bias and control variance by amalgamating the strengths inherent in disparate models. The examination of these methods is typically undertaken within the context of three overarching categories: bagging, boosting, and stacking. The bagging method constitutes the foundation for well-known algorithms such as Random Forest. The bagging technique is comprised of two stages with the purpose of reducing model errors: sampling and aggregation. In the sampling stage, subsets are created from the original data set, and these subsets form bootstrap data sets using bootstrapping. The steps of the bagging method, as illustrated in Figure 6, can be enumerated as follows:

- The preparation of a training dataset comprising n samples is hereby outlined.
- The selection of m subsets from the dataset, and the subsequent taking of N samples for each subset, is a process of great significance in this field.
- The training of the models,
- Predicting the models,
- The overall prediction value is obtained by taking the average of the predictions for regression problems.

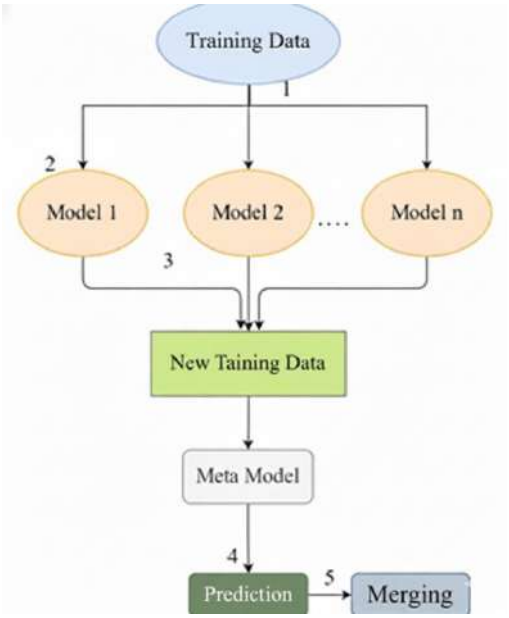


Fig. 2. Process steps of the **The Bagging Ensemble Method**

2.4. Performance Evaluation Criteria

Performance evaluation criteria are standards that are utilised to measure the success of a model or system. These criteria are instrumental in determining the efficacy, accuracy and reliability of the model. Specifically in the context of classification models, these criteria generally encompass metrics such as accuracy, precision, sensitivity, and the F1 score. These metrics facilitate comprehension of the model's performance across diverse scenarios. In the context of evaluating the efficacy of an electricity theft detection model, it is imperative to consider not only the model's overall accuracy, but also its capacity to accurately detect theft cases (i.e. its sensitivity) and its precision, defined as the proportion of false alarms.

The most critical metric used to evaluate the success of classification algorithms is the Confusion Matrix. The purpose of this matrix is to provide a comparison between the class labels predicted by a model and the actual class labels of the data. This provides a clear numerical breakdown of the accuracy of the model's classification of each class. The structural composition of binary classification models and the elements of the matrix are elucidated in the diagram in Table 2 (McElwee 2018).

Table 2. The Confusion Matrix and its components for the binary classification model.

	Predicted Negative	Predicted Positive
Actual Negative	TN	FP
Actual Positive	FN	TP

These values are used to evaluate the performance of the model.

TP: True Positive, FP: False Positive, FN: False Negative, TN: True Negative.

Accuracy (ACC): Accuracy is defined as the ratio of the number of correctly classified examples to the total number of examples. The calculation of this ratio is outlined in Equation (1).

$$ACC = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (1)$$

The ROC (Receiver Operating Characteristic) curve : The ROC curve is a critical metric that visualizes the relationship between the True Positive Rate (TPR) and the False Positive Rate (FPR) for different classification score threshold values. This tool is of significant importance in the field of evaluation, particularly in the context of classification problems. The ROC curve is a graphical representation of the relationship between true positive rate (TPR) and false positive rate (FPR). Each point on the curve corresponds to a specific decision threshold value that has been utilised to categorise examples as positive or negative. The area under the ROC curve (AUC) is a vital measure used to assess the classifier's ability to differentiate between categories. The Area Under the Curve (AUC) value ranges from 0 to 1, with an increase in this value indicating enhanced performance of the classifier (Vujovici, 2021).

Precision : Precision is defined as the proportion of positive predictions that are accurate. The concept of high precision in this context signifies that the model exhibits minimal false positive predictions. As shown in Equation (2):

$$Precision = \frac{TP}{TP + FN} \quad (2)$$

Recall: The recall rate is defined as the proportion of true positive examples that the model correctly identifies. A high recall value indicates that the model produces very few false negatives, and is calculated as shown in Equation (3):

$$FPR = \frac{TP}{TP + FN} \quad (3)$$

F1 Score**:** The F1 Score is an evaluation metric that is expressed as the harmonic mean of precision and recall metrics. The model under scrutiny is employed to evaluate its performance by means of a simultaneous consideration of both precision and recall metrics. The F1 score is particularly useful in scenarios where both false positives (FP) and false negatives (FN) need to be minimised in a balanced manner. The calculation of this ratio is outlined in Equation (4).

$$F1\ skoru = \frac{2 * Kesinlik * Geri\ çağırma}{Kesinlik + Geri\ çağırma} \quad (4)$$

3. RESULTS AND DISCUSSION

The results presented in the Table 1 offer a comparative analysis of the performance of various machine learning models in predicting heart disease. The findings demonstrate that the Bagged Trees method is significantly superior to all other models. The Bagged Trees model demonstrated a 88.52% accuracy rate during the validation phase, which increased to 92.44% on the test set, thereby substantiating its high generalisation capacity. The observation that the Precision, Recall, and F1 scores are equal in both the validation and test phases suggests that the model effectively maintains class balance and is resistant to overfitting. Although models such as Fine KNN, Subspace KNN, Cubic SVM, and Fine Gaussian SVM also demonstrated relatively strong performance, the disparities between validation and test scores suggest the possibility of overfitting or diminished generalisation capabilities in these models. The

application of methods such as Linear Discriminant, Linear SVM, and Kernel Naive Bayes resulted in moderate performance, with accuracy rates generally remaining within the range of 81–84%. In the context of Efficient Logistic Regression, Subspace Discriminant, and thin neural network models, the substantial decline in test performance signifies that these methodologies were unable to adequately adapt to the data set. The findings of the present study demonstrate that the Bagged Trees method is the most successful model in terms of both accuracy and consistency, thus offering a robust and reliable alternative for predicting heart disease risk in Table 3.

Table 3. Performance Comparison of Different Machine Learning Models

	Validation(%)				Test(%)			
Model Type	Acc.	Prec.	Rec.	F1	Acc.	Prec.	Rec.	F1
Fine Tree	82,35	82,43	82,35	82,37	83,19	83,63	83,19	83,20
Linear Discriminant	83,29	83,30	83,29	83,29	81,51	81,94	81,51	81,52
Binary GLM Logistic Regression	83,10	83,10	83,10	83,10	82,35	82,67	82,35	82,37
Efficient Logistic Regression	79,83	79,84	79,83	79,80	78,15	78,57	78,15	78,16
Efficient Linear SVM	82,45	82,44	82,45	82,44	80,67	80,98	80,67	80,69
Gaussian Naive Bayes	82,07	82,17	82,07	82,09	82,35	83,26	82,35	82,33
Kernel Naive Bayes	83,01	83,20	83,01	83,02	82,35	82,92	82,35	82,35
Linear SVM	83,10	83,09	83,10	83,09	81,51	81,73	81,51	81,53
Quadratic SVM	84,59	84,59	84,59	84,59	83,19	83,41	83,19	83,21
Cubic SVM	86,65	86,68	86,65	86,65	86,55	86,62	86,55	86,56
Fine Gaussian SVM	85,43	86,86	85,43	85,19	88,24	89,75	88,24	88,04
Coarse Gaussian SVM	82,82	82,84	82,82	82,83	80,67	81,55	80,67	80,65
Medium KNN	84,59	84,67	84,59	84,60	84,03	84,96	84,03	84,01
Coarse KNN	83,19	83,23	83,19	83,20	80,67	81,55	80,67	80,65
Cubic KNN	83,19	83,24	83,19	83,20	82,35	83,26	82,35	82,33
The Bagging Ensemble	**88,52**	**88,52**	**88,52**	**88,52**	**92,44**	**92,46**	**92,44**	**92,44**
Subspace Discriminant	81,98	81,99	81,98	81,98	78,99	79,30	78,99	79,01
Subspace KNN	85,81	85,82	85,81	85,81	90,76	90,76	90,76	90,75
Narrow Neural Network	84,78	84,79	84,78	84,76	77,31	77,85	77,31	77,31
SVM Kernel	84,41	84,41	84,41	84,39	84,03	84,35	84,03	84,04
Logistic Regression Kernel	83,38	83,63	83,38	83,29	84,03	84,06	84,03	84,04

The confusion matrix for the validation set demonstrates that the model can accurately distinguish between both classes. As shown in Figure 3, the model demonstrated an accuracy of 444 healthy individuals (class 0) and an incorrect classification of 61 individuals, while correctly predicting 504 sick individuals (class 1) and incorrectly predicting 62 individuals. The findings demonstrate the model's capacity to learn both positive (patient) and negative (healthy) classes with a high degree of accuracy, particularly at very high levels. The strong sensitivity achieved for class 1 demonstrates that the model is effective in identifying individuals at cardiovascular risk. The validation results demonstrate that the Bagged Ensemble model exhibits balanced performance, with no substantial imbalance or overfitting between classes.

The confusion matrix for the test set further corroborates the model's robust generalisation capacity. The test data revealed that for class 0, there were 52 correct classifications and 4

incorrect ones, while for class 1, the numbers were 58 and 5, respectively. These results demonstrate the model's capacity to function effectively with high precision, even when presented with previously unseen examples, while maintaining its validation performance in the test environment. The observation that both the false positive and false negative rates are relatively low suggests that the model demonstrates stable and consistent performance, thus offering reliable decision support in practical clinical applications. In this context, the Bagged Ensemble approach is distinguished as one of the most suitable models for heart disease prediction, exhibiting strong generalization capabilities and minimal error rates.

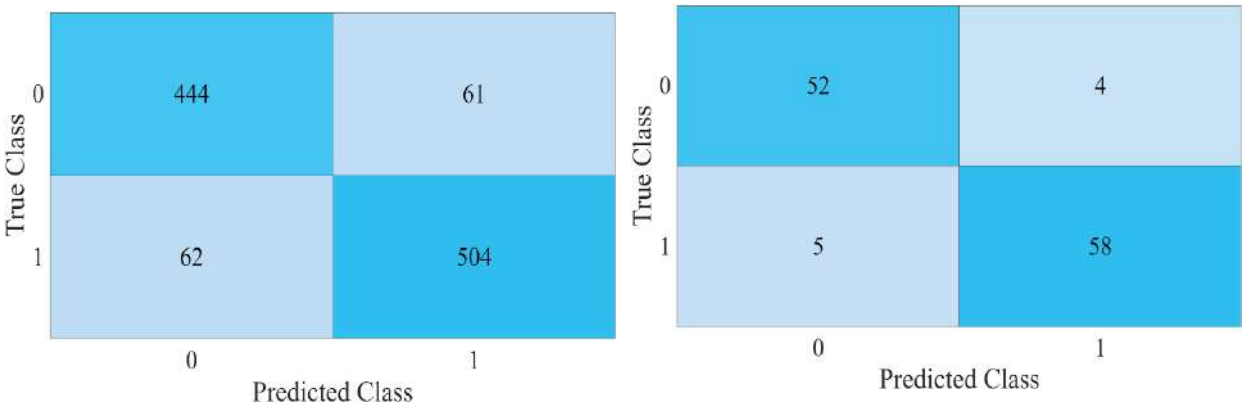


Fig. 3. Confusion matrices for **The Bagging Ensemble** Method on validation and test sets

The ROC curves demonstrate that the model exhibits a highly robust discrimination performance in both the validation and testing phases. The observation that the majority of the curves exhibit a progression that is proximate to the upper left corner suggests that the true positive rate experiences a rapid escalation without concomitant augmentation in the false positive rate. This finding indicates that the model facilitates clear discrimination between classes. As demonstrated in Fig. 4., the validation and test ROC curves demonstrate a high degree of similarity, indicating that the model exhibits consistent performance on both the learned data and new, independent data. This finding underscores the efficacy of the Bagged Ensemble method's capacity for generalization and lends credence to the reliability of its predictions in clinically significant domains, such as the classification of cardiovascular diseases.

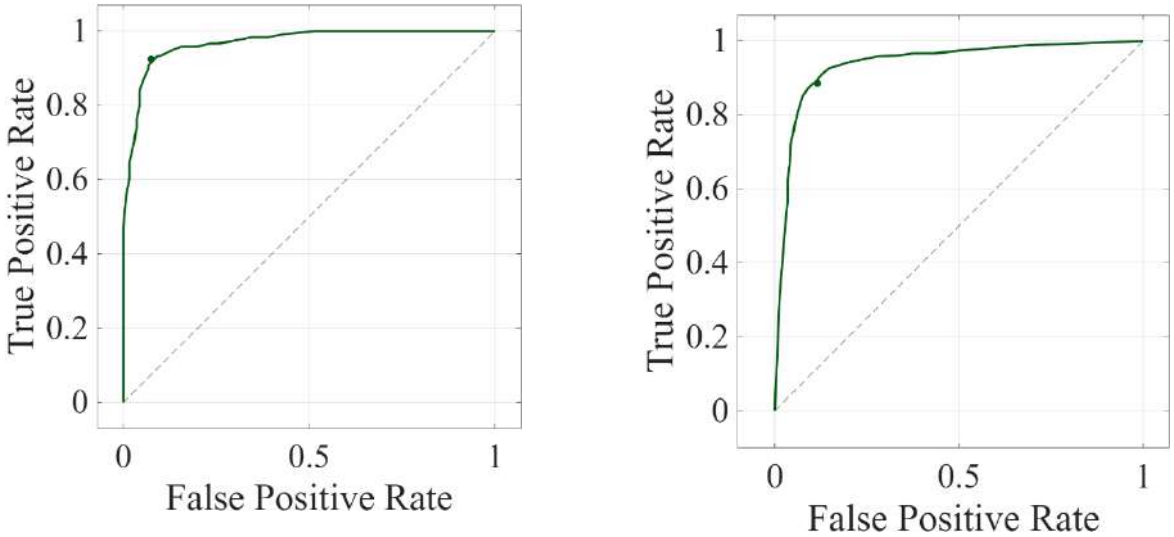


Fig. 4. ROC curves of the **The Bagging Ensemble** for validation and test sets

CONCLUSIONS

The early and accurate prediction of cardiovascular diseases is of critical importance in reducing the disease burden. The Bagged Decision Tree model utilised in this study demonstrated efficacy in achieving high performance metrics, including accuracy, F1 score, and weighted AUC, thereby evidencing robust discrimination between classes. Confusion matrix analyses demonstrate that the model consistently performs well with low misclassification rates on both validation and test data. The proximity of the ROC curves to the upper left region confirms the model's overall discriminative power. The findings indicate that the developed model has potential for use in clinical decision support applications. It is recommended that future studies employ more extensive and diverse datasets, thereby facilitating a comprehensive comparison of the model with other ensemble methods and deep learning models. Additionally, it is advised that the model's real-time applicability in clinical settings be thoroughly evaluated.

REFERENCES

Takcı, H. (2022). identifier identifier identifier. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 38(1), 451–460. https://doi.org/10.17341/gazimmfd.977127

Hao, R., Xiang, Y., Du, J., He, Q., Hu, J., & Xu, T. (2025). *A Hybrid CNN-Transformer Model for Heart Disease Prediction Using Life History Data.* arXiv:2503.02124. https://doi.org/10.48550/arXiv.2503.02124

Küçükmanisa, A., & Kilimci, Z. H. (2024). *Heart Disease Prediction with Machine Learning-Based Approaches.* Sakarya University Journal of Science, 28(1), 101–107.

Rani, P., Kumar, R., Ahmed, N. M., & Jain, A. (2021). *A decision support system for heart disease prediction based upon machine learning.* Journal of Reliable Intelligent Environments, 7(3), 263–275.

Karadeniz, T., Tokdemir, G., & Maraş, H. H. (2021). *Ensemble methods for heart disease prediction.* New Generation Computing, 39(3–4), 569–581.

Li X., Ruan T., Li Y., Lu Q., Sun X. (2024). A Matrix Logic Approach to Efficient Frequent Itemset Discovery in Large Data Sets. arXiv preprint arXiv:2412.19420.

Huang X., Zhang Z., Li X., Li Y. (2025). Reinforcement Learning-Based Q-Learning Approach for Optimizing Data Mining in Dynamic Environments.

Singh A., Mahapatra H., Biswal A.K., Mahapatra M., Singh D., Samantaray M. (2024). Heart Disease Detection Using Machine Learning Models. Procedia Computer Science, 235, 937–947. International Conference on Machine Learning and Data Engineering (ICMLDE 2023). https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.04.089

Kumar R., Garg S., Kaur R., Johar M.G.M., Singh S., Menon S.V., Kumar P., Hadi A.M., Hasson S.A., Lozanović J. (2025). A comprehensive review of machine learning for heart disease prediction: challenges, trends, ethical considerations, and future directions. Frontiers in Artificial Intelligence, 8. https://doi.org/10.3389/frai.2025.1583459

Brunese L., Martinelli F., Mercaldo F., Santone A. (2020). Deep learning for heart disease detection through cardiac sounds. Procedia Computer Science, 176, 2202–2211. Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems: Proceedings of the 24th International Conference KES2020.

McElwee S. (2018). Probabilistic Clustering Ensemble Evaluation for Intrusion Detection. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.13702.83525

KONUT TİPİ ELEKTRİKLİ CİHAZLARIN GERİLİM DEĞİŞİMİNE TEPKİSİNİN DENEYSEL ANALİZİ

Metin TÜYSÜZ
Karadeniz Technical University, Trabzon Vocational High School, Department of Electricity and Energy, Trabzon-Türkiye
ORCID: 0000-0002-0711-9907
Önder CİVELEK
Karadeniz Technical University, Trabzon Vocational High School, Department of Electronic and Automation, Trabzon-Türkiye
ORCID: 0000-0001-5893-8630

ÖZET
Bu çalışma, konutlarda yaygın olarak kullanılan altı farklı elektrikli cihazın gerilim değişimlerine verdiği tepkileri yüksek çözünürlüklü deneysel ölçümler aracılığıyla kapsamlı biçimde incelemektedir. Cihazlar 180–250 V aralığında, 10 V'luk adımlarla sekiz ayrı gerilim seviyesinde çalıştırılmış ve her seviyede saniyelik çözünürlükte gerilim, akım, aktif güç, reaktif güç, görünür güç, güç faktörü ile aktif, reaktif ve görünür enerji bileşenleri kaydedilmiştir. Her bir cihaz için elde edilen elektriksel parametreler çalışmada ayrıntılı tablolar hâlinde sunularak deneysel veri altyapısı açıkça ortaya konmuştur. Gerilim değişimine bağlı parametre farklılaşmaları MATLAB ortamında oluşturulan gerilim-duyarlılık grafiklerinden yararlanılarak değerlendirilmiştir. Bu grafikler, cihazların 230 V ve 250 V seviyelerindeki değerlerinin 180 V referans noktasına göre yüzde değişimini göstererek gerilim duyarlılıklarını karşılaştırmalı olarak ortaya koymaktadır. Analiz sonuçları, LED TV, LED lamba, PC kasası ve bilgisayar monitörü gibi elektronik cihazların aktif güçlerini büyük ölçüde sabit tuttuklarını; ancak belirgin kapasitif karakterleri nedeniyle gerilim arttıkça negatif reaktif gücün mutlak değerinin yükseldiğini göstermektedir. Buna karşılık elektrikli süpürge ve saç kurutma makinesi gibi motorlu veya rezistif nitelikteki cihazlarda gerilim artışıyla birlikte aktif, reaktif ve görünür güçte belirgin ve neredeyse doğrusal bir artış gözlenmiştir. Elde edilen bulgular, konut tipi yüklerin gerilim değişimlerine tepkilerinin cihaz türüne bağlı olarak önemli ölçüde farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu kapsamda çalışma, gerilim duyarlılığı analizleri, güç kalitesi değerlendirmeleri ve konut yüklerinin modellenmesi gibi alanlarda kullanılabilecek pratik ve deneysel bir referans sunmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Gerilim azaltımı, Gerilim duyarlılığı, Konut tipi elektrikli cihazlar, Güç bileşenleri analizi, Deneysel ölçüm

EXPERIMENTAL ANALYSIS OF THE RESPONSE OF HOUSEHOLD ELECTRICAL APPLIANCES TO VOLTAGE VARIABILITY

ABSTRACT
This study comprehensively examines the responses of six different electrical appliances commonly used in homes to voltage changes through high-resolution experimental measurements. The appliances were operated at eight separate voltage levels within the 180–250 V range, in 10 V increments, and at each level, voltage, current, active power, reactive power, apparent power, power factor, and active, reactive, and apparent energy components were recorded with a resolution of one second. The electrical parameters obtained for each appliance are presented in detailed tables in the study, clearly revealing the experimental data infrastructure. Parameter variations related to voltage changes were evaluated using voltage-sensitivity graphs created in the MATLAB environment. These graphs show the percentage change in the values of the appliances at 230 V and 250 V relative to the 180 V reference point, revealing their voltage sensitivities in a comparative manner. The analysis results show that

electronic appliances such as LED TVs, LED lamps, PC cases, and computer monitors keep their active power largely constant; however, due to their distinct capacitive characteristics, the absolute value of negative reactive power increases as the voltage rises. In contrast, appliances with motorized or resistive characteristics, such as vacuum cleaners and hair dryers, show a distinct and almost linear increase in active, reactive, and apparent power as voltage increases. The findings reveal that the response of residential loads to voltage changes varies significantly depending on the type of appliance. In this context, the study provides a practical and experimental reference that can be used in areas such as voltage sensitivity analyses, power quality assessments, and modeling of residential loads.
Keywords: Voltage reduction, Voltage sensitivity, Residential electrical appliances, Power component analysis, Experimental measurement

1. INTRODUCTION

The magnitude of the supply voltage is the most fundamental power quality (PQ) parameter and perhaps the most overlooked parameter in terms of impact assessment. For electrical equipment to operate safely, efficiently, and with a long service life, the applied voltage levels must be maintained within certain limits (Elphick et al. 2024). Maintaining voltage levels within permissible limits in electrical distribution networks is critical for both power quality and energy efficiency (IEC 60038:2009; EN 50160:2010). In particular, the increase in the number and variety of electrical appliances used in homes has made the load characteristics on distribution systems more complex. Electrical loads used in residential buildings can be classified as constant impedance, constant current, and constant power loads, depending on their operating characteristics (Seva et al. 2020). However, today's residential loads consist of complex and heterogeneous structures that combine switched-mode power supplies, motorized systems, and resistive elements. This diversity causes the responses of appliances to changes in supply voltage to vary significantly depending on the load type (Elphick et al. 2022).

Although there are numerous studies in the literature on modeling residential loads, a large portion of these studies address load behavior under fixed impedance, fixed current, or fixed power assumptions, or rely on a limited number of measurement parameters (Bircan et al. 2020; Bokhari et al. 2013; Seva et al. 2025). However, power electronics-based drivers, which are used in a significant portion of modern residential appliances, make it difficult for such simplified models to adequately represent real operating conditions. In particular, experimentally demonstrating the effects of voltage variations on active power, reactive power, power factor, and total energy consumption is becoming increasingly important for both the accuracy of the developed load models and the reliability of power quality analyses. Voltage changes not only affect active power consumption but can also significantly alter the amount of reactive power drawn from the grid, apparent power, and power factor. Electronic appliances containing switched-mode power supplies may exhibit increased reactive power demands under voltage surges due to their capacitive characteristics, while resistive and motor-heavy appliances may show significant increases in both active and reactive power with voltage surges. This situation directly affects the load on distribution systems. Quantitatively determining these different behaviors is crucial for developing effective voltage control strategies and creating realistic residential load models.

In this study, the responses of six different electrical appliances commonly used in homes to changes in supply voltage were examined in detail through high-resolution experimental measurements conducted in the 180–250 V range. A comprehensive experimental dataset was obtained by recording voltage, current, active power, reactive power, apparent power, power factor, and active, reactive, and apparent energy components at a resolution of one second. The results obtained enabled a comparative assessment of the voltage sensitivity of different

appliance types and aimed to clearly reveal the responses of residential loads to voltage changes on a appliance-by-appliance basis. In this respect, the study provides an experimental contribution to the modeling of residential loads, power quality assessments, and distribution network analyses.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Measurement System

To experimentally evaluate the voltage sensitivity of residential electrical appliances, a measurement setup was established that allows for the precise and controlled adjustment of the supply voltage. In this context, an autotransformer (variac) was used to systematically vary the voltage applied to each appliance. The electrical parameters of the appliances were recorded using a Kyoritsu 6315 power analyzer capable of high-resolution measurements at a 1-second sampling interval. A photograph of the experimental setup is shown in Figure 1.



Fig 1. Measurement Setup

As part of the experimental procedure, the supply voltage was gradually changed in 10 V increments between 180 V and 250 V. Although the target voltage levels were predetermined within this range, limited deviations in the output voltage were observed due to variations in the input voltage of the variac. Furthermore, it was determined that when the appliances were switched on, the supply voltage dropped to a certain extent compared to the voltage value set according to the size of the connected load. Therefore, the actual voltage value applied at each measurement point was directly measured and recorded.

Each appliance was operated under stable operating conditions at each specified voltage level, and voltage (V), RMS current (I), active power (P), reactive power (Q), apparent power (S), power factor (PF), and active, reactive, and apparent energy consumption (Wh, varh, and VAh, respectively) were measured. This method enabled the acquisition of a consistent and high-resolution experimental data set, allowing for a detailed and comparative analysis of the appliances' responses to voltage changes.

3. RESULTS AND DISCUSSION

LED LAMB:

The electrical parameters of the LED lamp at different supply voltage levels are presented in Table 1. Upon examining Table 1, it is observed that the active power consumption remains quite stable over a wide voltage range. Although the voltage was increased from 180 V to 250 V, the active power value varied between 37.262 and 37.516 W, indicating that the LED driver largely compensates for changes in the input voltage. This finding reveals that the LED lamp exhibits behavior close to a constant power characteristic.

Table 1. Electrical parameters of the LED lamp measured under different supply voltage levels

V [V]	I [A]	P [W]	Q [var]	S [VA]	PF	WP [Wh]	WQ [varh]	WS [VAh]
180,006	0,358	37,338	-52,413	64,353	-0,580	6,223	-8,736	10,726
191,157	0,338	37,318	-52,805	64,662	-0,577	6,220	-8,801	10,777
199,960	0,327	37,327	-53,573	65,297	-0,571	6,221	-8,929	10,883
210,072	0,318	37,397	-55,269	66,734	-0,560	6,233	-9,211	11,122
220,169	0,305	37,262	-55,968	67,239	-0,554	6,210	-9,328	11,206
229,544	0,294	37,347	-56,273	67,540	-0,553	6,224	-9,380	11,258
240,497	0,284	37,409	-57,034	68,208	-0,548	6,235	-9,506	11,368
250,196	0,276	37,516	-58,043	69,113	-0,542	6,253	-9,674	11,519

A significant decrease in current value was observed with the increase in voltage. The current decreased from 0.358 A at 180 V to 0.276 A at 250 V. This inverse change is consistent with the active power remaining largely constant, indicating that the LED driver adjusts the current based on the input voltage.

Reactive power values were negative at all voltage levels and increased in absolute value as the voltage increased. Reactive power reached –52.413 var at 180 V and –58.043 var at 250 V. This indicates that the LED lamp is a capacitive load and that the reactive power demand increases as the voltage rises.

The apparent power value showed an upward trend with voltage. The apparent power, which was 64.353 VA at 180 V, increased to 69.113 VA at 250 V. Consequently, the power factor decreased in absolute value, falling from –0.580 to –0.542. This decrease in the power factor can be explained by the increase in reactive and apparent power, despite the active power remaining constant.

Looking at energy-based values, it can be seen that active energy consumption (WP) remained quite similar at all voltage levels. The WP value varied between 6.210 and 6.253 Wh. In contrast, reactive energy (WQ) and apparent energy (WS) values increased with voltage. The WQ value rose from –8.736 varh to –9.674 varh, while the WS value increased from 10.726 VAh to 11.519 VAh.

Overall, the findings reveal that the examined LED lamp has a highly resilient structure in terms of active power against voltage changes; however, it exhibits a sensitive behavior in terms of reactive power, apparent power, and power factor at different voltage levels. This indicates that the reactive power effects of LED lighting on distribution networks, especially at high voltage levels, must be taken into account.

The voltage sensitivity graph showing the percentage change in the electrical parameters of the LED lamp at 230 V and 250 V supply voltages relative to the 180 V reference is shown in Figure 2.

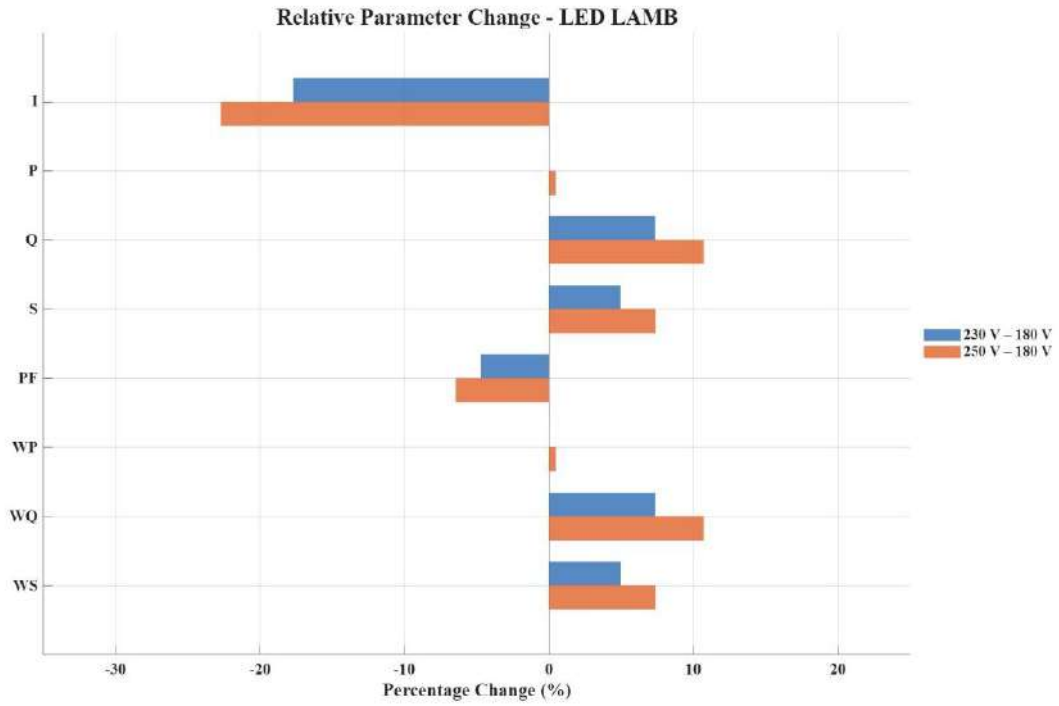


Fig. 2. Voltage sensitivity graph showing the percentage change in electrical parameters of the LED lamp at supply voltages of 230 V and 250 V, relative to a 180 V reference.

VACUUM CLEANER:

The electrical parameters of the vacuum cleaner at different supply voltage levels are presented in Table 2. Upon examining the table, it can be seen that the active power consumption of the vacuum cleaner shows a clear upward trend with increasing voltage. When the voltage is increased from approximately 180 V to approximately 250 V, the active power value increases from 333.472 W to 649.379 W. This result indicates that the vacuum cleaner has a load characteristic with high voltage sensitivity and that the voltage increase directly increases the active power consumption.

Table 2. Electrical parameters of the Vacuum Cleaner measured under different supply voltage levels

V [V]	I [A]	P [W]	Q [var]	S [VA]	PF	WP [Wh]	WQ [varh]	WS [VAh]
179,283	2,367	333,472	262,629	424,473	0,785	55,586	43,773	70,752
188,271	2,481	366,310	290,205	467,335	0,783	61,054	48,363	77,888
198,117	2,617	407,451	320,814	518,594	0,785	67,910	53,469	86,433
208,776	2,773	456,251	356,675	579,122	0,787	76,045	59,444	96,522
218,847	2,908	502,948	390,131	636,521	0,790	83,829	65,022	106,091
228,631	3,042	551,035	424,545	695,606	0,792	91,841	70,761	115,939
238,445	3,170	599,078	461,231	756,071	0,792	99,844	76,869	126,007
247,597	3,307	649,379	498,667	819,020	0,792	108,277	83,122	136,535

A steady increase in current value was observed along with the increase in voltage. The current rose from 2.367 A at 179.283 V to 3.307 A at 247.597 V. The simultaneous increase in current

and active power indicates that the vacuum cleaner behaves like a voltage-dependent load with a largely constant impedance.
Reactive power values are positive at all voltage levels and increase significantly as the voltage rises. Reactive power started at 262,629 var and reached 498,667 var. This indicates that the vacuum cleaner is an inductive load and that the reactive power drawn from the grid increases significantly with the voltage increase.
The apparent power value also increased with voltage. The apparent power, which was 424,473 VA at around 180 V, rose to 819,020 VA at the 248 V level. In contrast, the power factor remained in the range of 0.783–0.792 at all voltage levels and showed only a limited change. This situation can be explained by the active and reactive powers increasing at similar rates with voltage.
Looking at energy-based values, it is seen that active energy consumption (WP) rises steadily with the increase in voltage. The WP value has increased from 55,586 Wh to 108,277 Wh. Similarly, reactive energy (WQ) and apparent energy (WS) values have also increased from 43,773 varh to 83,122 varh and from 70,752 VAh to 136,535 VAh, respectively. These results show that both the active and reactive energy consumption of the vacuum cleaner are strongly affected by voltage changes.
Overall, the findings reveal that the vacuum cleaner has a load characteristic that is highly sensitive to voltage increases, with active and reactive power consumption increasing significantly. This indicates that motorized and inductive residential appliances, in particular, can significantly increase the power and energy demands on the distribution system under voltage increases in the grid.
The voltage sensitivity graph showing the percentage change in electrical parameters at 230 V and 250 V supply voltages relative to the 180 V reference is shown in Figure 3.

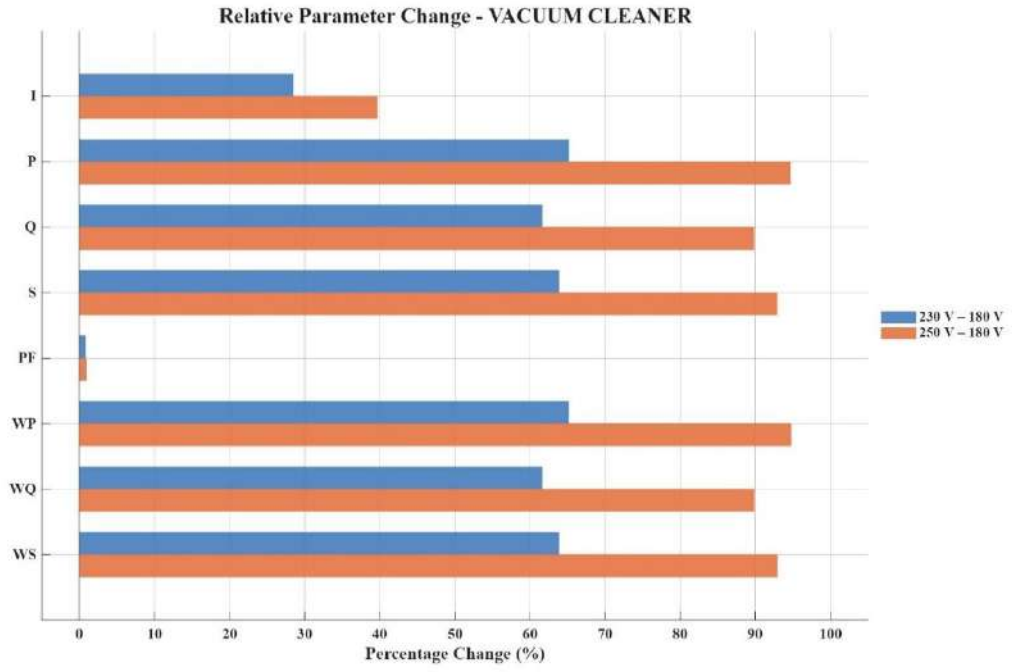


Fig. 3. Voltage sensitivity graph showing the percentage change in electrical parameters of the vacuum cleaner at supply voltages of 230 V and 250 V, relative to a reference of 180 V.

PC CASE:

The electrical parameters of the PC case at different supply voltage levels are presented in Table 3. Upon examining the table, it can be seen that the active power consumption of the PC case generally follows a stable trend across a wide voltage range, but shows a significant increase at the highest voltage level. When the voltage changed from 180.620 V to 240.449 V, the active

power value remained in the range of approximately 35.123–35.729 W, rising to 37.148 W at 250.006 V. This situation shows that the PC case behaves close to a constant power characteristic at low and medium voltage levels, but the power electronics circuit can deviate from this behavior at high voltage.

Table 3. Electrical parameters of the PC Case measured under different supply voltage levels

V [V]	I [A]	P [W]	Q [var]	S [VA]	PF	WP [Wh]	WQ [varh]	WS [VAh]
180,620	0,226	35,597	-19,855	40,783	-0,873	5,934	-3,319	6,803
190,540	0,218	35,691	-21,129	41,497	-0,861	5,931	-3,501	6,890
200,531	0,210	35,688	-22,474	42,190	-0,846	5,978	-3,767	7,069
210,731	0,204	35,729	-24,044	43,087	-0,828	5,998	-4,024	7,227
220,580	0,198	35,442	-25,463	43,650	-0,812	5,938	-4,275	7,318
230,293	0,194	35,690	-26,901	44,710	-0,797	5,972	-4,503	7,483
240,449	0,188	35,123	-28,287	45,106	-0,778	5,860	-4,719	7,525
250,006	0,193	37,148	-30,512	48,129	-0,768	6,237	-5,100	8,066

A general decrease in current values has been observed alongside the voltage increase. The current was 0.226 A at 180.620 V, dropped to 0.188 A at 240.449 V, and was measured at 0.193 A at 250.006 V. This trend is consistent with the active power remaining largely constant, indicating that the switched-mode power supply located in the input section of the PC case balances the current against voltage changes.

Reactive power values are negative at all voltage levels and increase in absolute value as the voltage rises. Reactive power was –19.855 var at 180.620 V and reached –30.512 var at 250.006 V. This indicates that the PC case is a capacitive load and that the capacitive reactive power demand increases as the voltage rises.

The apparent power value showed an upward trend along with the voltage. Apparent power rose from 40.783 VA to 48.129 VA. In contrast, the absolute value of the power factor decreased as the voltage increased, falling from –0.873 to –0.768. This change in the power factor can be explained by the increase in reactive and apparent power, despite the active power remaining largely constant.

Looking at energy-based values, it can be seen that active energy consumption (WP) shows a limited change depending on voltage levels. The WP value varied between 5,860 and 6,237 Wh. In contrast, reactive energy (WQ) and apparent energy (WS) values have increased significantly with the voltage increase. Reactive energy has increased from –3,319 varh to –5,100 varh, while apparent energy has increased from 6,803 VAh to 8,066 VAh.

Overall, the findings reveal that the PC case has a structure that is largely resistant to voltage changes in terms of active power; however, it exhibits voltage-sensitive behavior in terms of reactive power, apparent power, and power factor. This situation indicates that computer systems containing switched-mode power supplies require consideration of the capacitive reactive power effects on the distribution network, especially at high voltage levels.

The voltage sensitivity graph showing the percentage change in electrical parameters relative to the 180 V reference at 230 V and 250 V supply voltages for the PC case is shown in Figure 4.

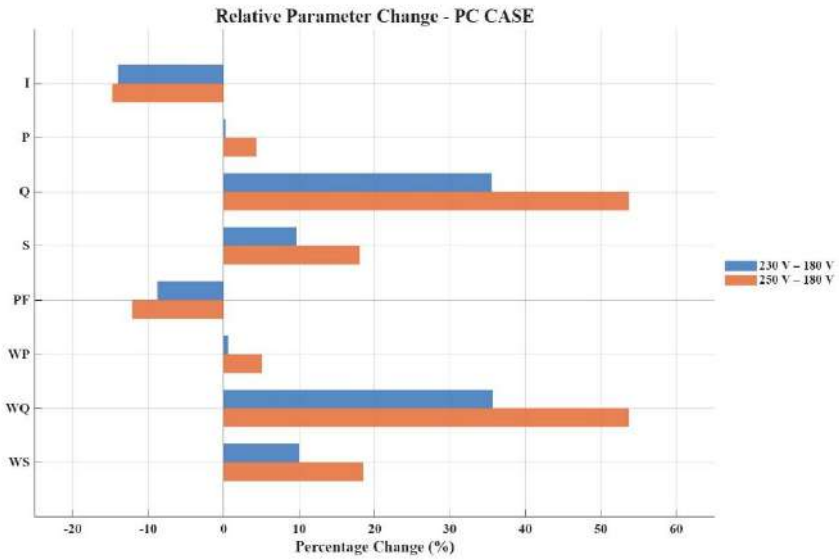


Fig. 4. Voltage sensitivity graph showing the percentage change in electrical parameters relative to the 180 V reference at 230 V and 250 V supply voltages for the PC case.

PC MONITOR:

The electrical parameters of the PC monitor at different supply voltage levels are presented in Table 4. Upon examining the table, it can be seen that the active power consumption exhibits a limited but steady increase trend with the increase in voltage. When the voltage is increased from approximately 180 V to 250 V, the active power value rises from 9.792 W to 10.307 W. This result indicates that the PC monitor has relatively low sensitivity to voltage changes in terms of active power.

Table 4. Electrical parameters of the PC Monitor measured under different supply voltage levels

V [V]	I [A]	P [W]	Q [var]	S [VA]	PF	WP [Wh]	WQ [varh]	WS [VAh]
179,630	0,092	9,792	-13,332	16,542	-0,591	1,632	-2,222	2,757
190,587	0,088	9,894	-13,510	16,746	-0,590	1,649	-2,252	2,791
200,356	0,085	9,907	-13,881	17,055	-0,581	1,651	-2,314	2,843
210,319	0,084	9,973	-14,528	17,624	-0,566	1,662	-2,421	2,937
220,336	0,080	10,049	-14,609	17,733	-0,566	1,675	-2,435	2,956
230,141	0,080	10,133	-15,308	18,361	-0,552	1,689	-2,551	3,060
240,094	0,078	10,229	-15,611	18,665	-0,548	1,705	-2,602	3,111
250,252	0,078	10,307	-16,521	19,481	-0,530	1,718	-2,754	3,247

A significant decrease in current value was observed with the increase in voltage. The current decreased from 0.092 A at 179.630 V to approximately 0.078 A at 250.252 V. When this decrease in current is evaluated alongside the only limited increase in active power, it indicates that the monitor's internal power supply adjusts the current based on the input voltage.

Reactive power values are negative at all voltage levels and increase in absolute value as the voltage increases. Reactive power has risen from –13.332 var to –16.521 var. This indicates that the PC monitor is a capacitive load and that the capacitive reactive power demand increases with voltage increase.

The apparent power value increased with voltage. The apparent power, which was 16.542 VA at around 179.6 V, reached 19.481 VA at 250.3 V. In parallel, the power factor decreased in absolute value and dropped from –0.592 to –0.530. This change can be explained by the more

pronounced increase in reactive and apparent power compared to the limited increase in active power.

Looking at energy-based values, it can be seen that active energy consumption (WP) gradually increased with the increase in voltage. The WP value has increased from 1.632 Wh to 1.718 Wh. Similarly, the reactive energy (WQ) value has increased from –2.2218 varh to –2.7535 varh, and the apparent energy (WS) value has increased from 2.757 VAh to 3.247 VAh. These findings indicate that the PC monitor's energy consumption is affected by the voltage increase to a limited but measurable extent.

Overall, the results obtained reveal that the PC monitor is relatively stable in terms of active power in response to voltage changes, but exhibits sensitivity to voltage levels in terms of reactive power, apparent power, and power factor. This situation indicates that the capacitive reactive power effects of low-power electronic appliances with switched-mode power supplies on distribution networks should be taken into account, especially at high voltage levels.

The voltage sensitivity graph showing the percentage change in electrical parameters of the PC monitor at 230 V and 250 V supply voltages relative to the 180 V reference is shown in Figure 5.

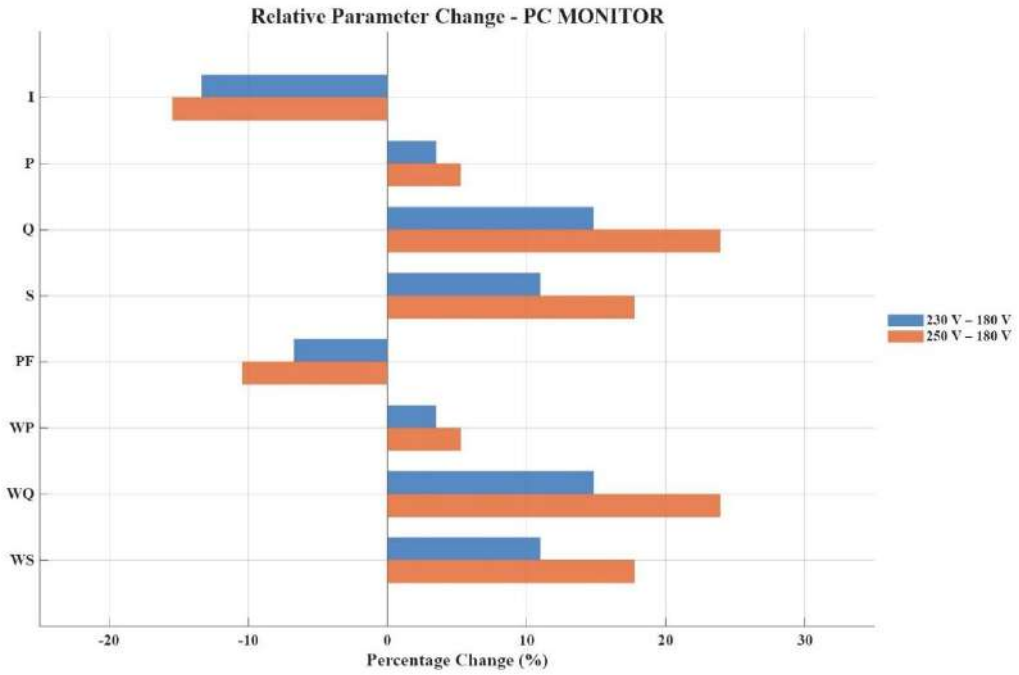


Fig. 5. Voltage sensitivity graph showing the percentage change in electrical parameters relative to the 180 V reference at 230 V and 250 V supply voltages for the PC monitor.

LED TV:

The electrical parameters of the LED TV at different supply voltage levels are presented in Table 5. Upon examining the table, it can be seen that the active power consumption of the LED TV remains quite stable over a wide voltage range. Although the voltage was increased from approximately 180 V to 250 V, the active power value varied between 52.114 and 52.287 W, indicating that the LED TV power supply circuit largely compensates for changes in the input voltage. This result demonstrates that the LED TV exhibits behavior close to a constant power characteristic.

Table 5. Electrical parameters of the LED TV measured under different supply voltage levels

V [V]	I [A]	P [W]	Q [var]	S [VA]	PF	WP [Wh]	WQ [varh]	WS [VAh]
180,167	0,488	52,287	-70,748	87,976	-0,594	8,715	-11,793	14,665
190,438	0,461	52,225	-70,621	87,841	-0,594	8,703	-11,768	14,638
200,064	0,441	52,149	-71,215	88,272	-0,590	8,691	-11,869	14,711
210,266	0,423	52,114	-72,038	88,916	-0,586	8,687	-12,009	14,822
219,842	0,404	52,123	-72,032	88,918	-0,586	8,688	-12,006	14,820
230,132	0,388	52,153	-72,542	89,345	-0,583	8,692	-12,094	14,893
239,975	0,376	52,177	-73,552	90,182	-0,578	8,695	-12,259	15,030
250,498	0,362	52,248	-74,160	90,721	-0,576	8,708	-12,360	15,120

A steady decrease in current value was observed with the increase in voltage. The current decreased from 0.488 A at 180.167 V to 0.362 A at 250.498 V. This inverse change is consistent with the active power remaining largely constant, indicating that the LED TV adjusts its input current based on the supply voltage.

Reactive power values are negative at all voltage levels and increase in absolute value as the voltage rises. Reactive power started at –70.748 var and reached –74.160 var. This indicates that the LED TV is a capacitive load and that the reactive power drawn from the grid increases as the voltage rises.

The apparent power value showed a limited increase along with the voltage. The apparent power, which was 87.976 VA at around 180 V, rose to 90.721 VA at the 250 V level. Consequently, the power factor showed a slight decrease in absolute value, falling from –0.594 to –0.576. This change in the power factor can be attributed to the increase in reactive and apparent power, despite the active power remaining constant.

Looking at energy-based values, it can be seen that active energy consumption (WP) remained quite similar at all voltage levels. The WP value varied between 8.687 and 8.715 Wh. In contrast, reactive energy (WQ) and apparent energy (WS) values showed an upward trend with voltage. The WQ value increased from –11.793 varh to –12.360 varh, while the WS value rose from 14.665 VAh to 15.120 VAh.

Overall, the findings reveal that LED TVs have a highly resilient structure in terms of active power against voltage variations; however, they exhibit sensitivity to voltage levels in terms of reactive power, apparent power, and power factor. This situation indicates that the reactive power effects of residential appliances with electronic power converters, such as LED TVs, should be taken into account, especially at high voltage levels.

The voltage sensitivity graph showing the percentage change in the electrical parameters of the LED TV at 230 V and 250 V supply voltages, relative to the 180 V reference, is shown in Figure 6.

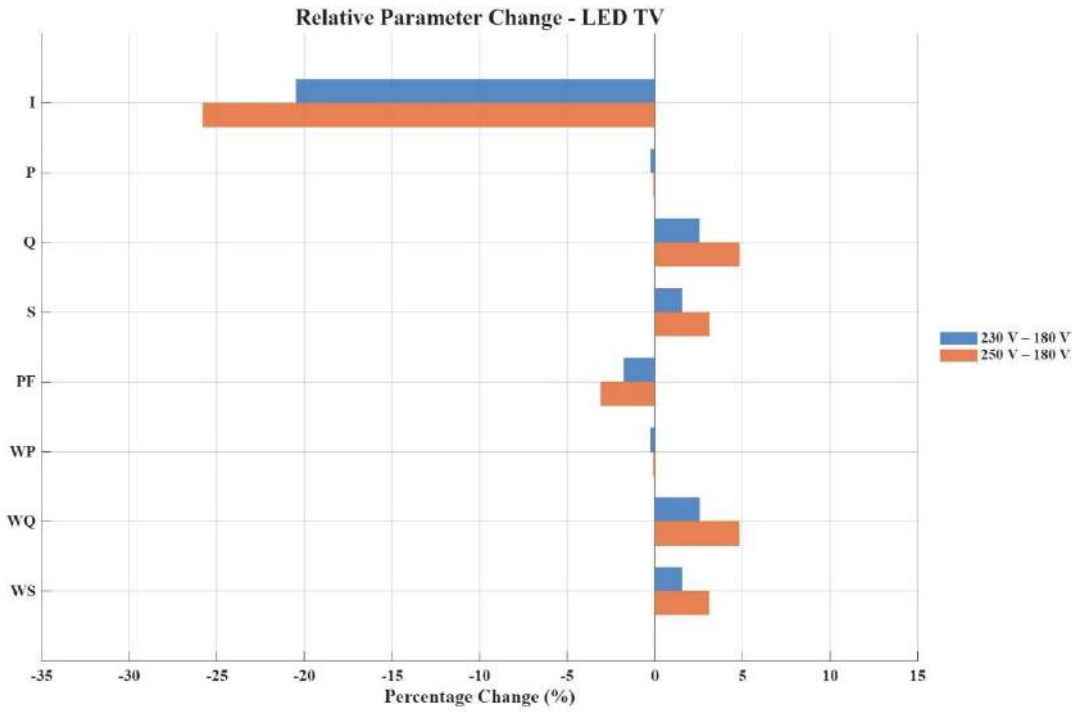


Fig. 6. Voltage sensitivity graph showing the percentage change in electrical parameters relative to the 180 V reference at 230 V and 250 V supply voltages for the PC monitor.

HAIR DRYER:

The electrical parameters of the hair dryer at different supply voltage levels are presented in Table 6. Upon examining the table, it can be seen that the appliance's active power consumption shows a significant and regular increase with the increase in voltage. When the voltage is increased from approximately 180 V to 248 V, the active power value rises from 290,930 W to 540,403 W. This result indicates that the hair dryer has a highly voltage-sensitive load characteristic and that an increase in voltage directly increases active power consumption.

Table 6. Electrical parameters of the Hair Dryer measured under different supply voltage levels

V [V]	I [A]	P [W]	Q [var]	S [VA]	PF	WP [Wh]	WQ [varh]	WS [VAh]
179,623	1,786	290,930	-135,387	320,892	-0,905	24,284	-11,298	26,784
188,008	1,861	316,873	-148,311	349,903	-0,905	26,406	-12,340	29,147
198,967	1,951	351,596	-164,934	388,378	-0,905	29,297	-13,724	32,352
208,692	2,041	385,200	-181,778	426,068	-0,903	32,132	-15,129	35,515
218,491	2,133	421,209	-199,225	466,045	-0,903	35,122	-16,576	38,837
227,948	2,219	457,600	-215,946	506,047	-0,904	38,130	-17,964	42,149
238,959	2,322	500,951	-235,973	554,856	-0,898	41,785	-19,755	46,249
248,088	2,411	540,403	-256,663	598,295	-0,903	45,032	-21,358	49,840

A gradual increase in current value was observed along with the voltage increase. The current rose from 1.786 A at 179.623 V to 2.411 A at 248.088 V. The simultaneous increase in current and active power indicates that the hair dryer behaves as a predominantly resistive load and is sensitive to voltage changes.

Reactive power values are negative at all voltage levels and increase in absolute value as the voltage increases. Reactive power has increased from –135,387 var to –256,663 var. This indicates that the hair dryer exhibits a capacitive reactive power component and that the reactive power interaction with the grid increases with voltage increase.
The apparent power value also shows an upward trend with voltage. The apparent power, which was 320,892 VA at 179.623 V, reached 598,295 VA at 248.088 V. In contrast, the power factor remained within the range of –0.905 to –0.898 at all voltage levels and showed only a limited change. This situation can be explained by the active and reactive powers increasing at similar rates with voltage.
Looking at energy-based values, it is seen that active energy consumption (WP) has risen steadily with the increase in voltage. The WP value has increased from 24,284 Wh to 45,032 Wh. Similarly, reactive energy (WQ) and apparent energy (WS) values have also increased from –11,298 varh to –21,358 varh and from 26,784 VAh to 49,840 VAh, respectively. These results show that both the active and reactive energy consumption of the hair dryer are strongly affected by voltage changes.
Overall, the findings reveal that the hair dryer exhibits a load characteristic with high sensitivity to voltage increases, showing a significant increase in active power, apparent power, and energy consumption. This situation indicates that resistive-heavy residential appliances, in particular, can significantly increase power and energy demands on the distribution system under voltage increases in the grid.
The voltage sensitivity graph showing the percentage change in electrical parameters at 230 V and 250 V supply voltages compared to the 180 V reference is shown in Figure 7.

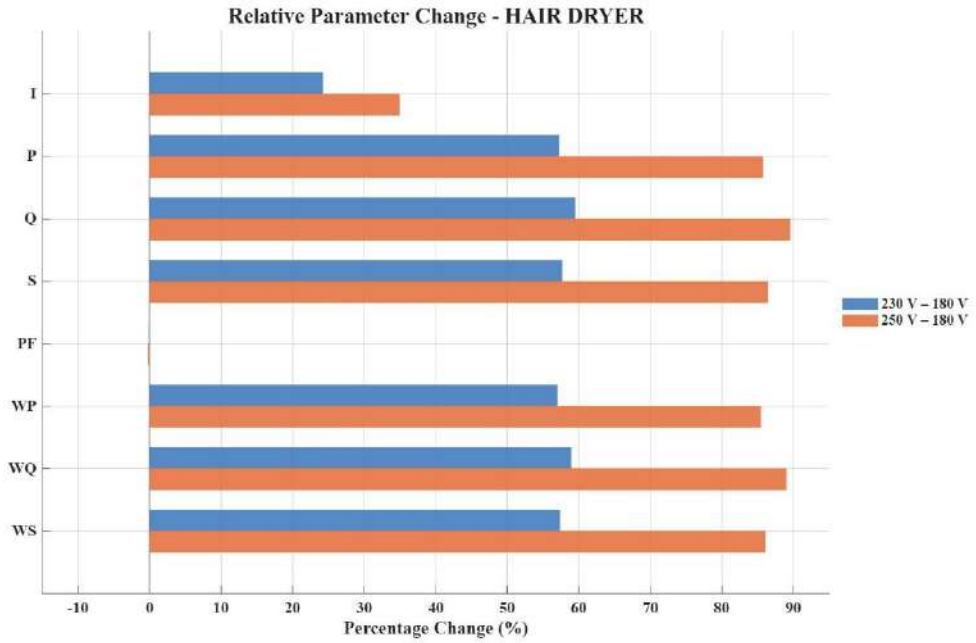


Fig. 7. Voltage sensitivity graph showing the percentage change in electrical parameters of the hair dryer at supply voltages of 230 V and 250 V, relative to a reference of 180 V.

CONCLUSIONS

In this study, the responses of six different electrical appliances commonly used in homes to voltage variations were examined using high-resolution experimental measurements conducted in the 180–250 V range. The results clearly demonstrated that the voltage sensitivity of residential loads varies significantly depending on the type of appliance and its electrical structure.

It was determined that the active power of electronic appliances such as LED lamps, LED TVs, PC cases, and PC monitors containing switched-mode power supplies remained largely constant over a wide voltage range; in contrast, due to their capacitive characteristics, the absolute value of negative reactive power and apparent power increased as the voltage increased. This situation indicates that the reactive power effects of electronic residential loads on distribution networks must be taken into account, especially at high voltage levels.

In motorized or resistive-dominant appliances such as vacuum cleaners and hair dryers, significant and approximately linear increases in active, reactive, and apparent power as well as energy consumption were observed with increasing voltage. This finding reveals that these appliances exhibit high sensitivity to changes in grid voltage.

Overall, this study demonstrates that representing residential loads with fixed impedance or uniform models may be insufficient to reflect voltage effects; voltage-sensitive load modeling provides an experimental and practical reference for power quality assessments and distribution network analyses.

ACKNOWLEDGMENTS

This study was supported by Scientific and Technological Research Council of Türkiye (TUBITAK) under the Grant Number 125E169. The authors thank to TUBITAK for their supports.

REFERENCES

Bircan, M., Durusu, A., Kekezoglu, B., Elma, O., & Selamogullari, U. S. (2020). Experimental determination of ZIP coefficients for residential appliances and ZIP model based appliance identification: The case of YTU Smart Home. *Electric Power Systems Research*, *179*, 106070.

Bokhari, A., Alkan, A., Dogan, R., Diaz-Aguiló, M., De Leon, F., Czarkowski, D., ... & Uosef, R. E. (2013). Experimental determination of the ZIP coefficients for modern residential, commercial, and industrial loads. *IEEE Transactions on Power Delivery*, *29*(3), 1372-1381.

Elphick, S., Knott, J. C., Drury, G., Langstaff, T., & Robinson, D. A. (2024). Quantifying the Economic Impact of Supply Voltage Magnitude on Consumers. *Energies*, *17*(22), 5590.

Elphick, S., Robinson, D. A., Perera, S., Knott, J. C., David, J., & Drury, G. (2022). Impact of sustained supply voltage magnitude on consumer appliance behaviour. *IEEE Transactions on Power Delivery*, *37*(6), 4933-4944.

EN 50160:2010. Voltage Characteristics of Electricity Supplied by Public Distribution Systems. European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC), Brussels, Belgium.

IEC 60038:2009. IEC Standard Voltages. International Electrotechnical Commission, Geneva, Switzerland.

Seva, M., Abdullah, K., Busrah, I. A. M., Zin, N. D. R. M., Balasubramaniam, I. Y., Daud, M. M., & Pauzai, N. S. B. (2020). Analysis of Conservation Voltage Reduction (Cvr) Factor for Various Types of Loads. *Int. J. Eng. Appl. Sci. Technol*, *5*(4), 66-72.

Seva Bala Sundaram, M., Chor, W. T., Selvaraj, J., Bakar, A. H. A., & Tan, C. (2025). Categorization of Residential Appliances Using ZIP Load Modeling and Conservation Voltage Reduction Analysis. *Energies*, *18*(8), 1999.

BEDEN EĞİTİMİ ÖĞRETMENLERİNİN ÖRGÜTSEL ADALET ALGILARININ BAZI DEĞİŞKENLERE GÖRE İNCELENMESİ

Reha BOZGÜNEY
Süleyman Demirel University, Institute of Health Sciences, 32100, Isparta
ORCID ID: 0000-0003-3873-8054
Doç. Dr. Abdullah Yavuz AKINCI
Süleyman Demirel University, Faculty of Sport Sciences, 32100, Isparta
ORCID ID: 0000-0002-3808-6730

Özet

Amaç: Bu çalışma, 2025-2026 öğretim yılında Isparta ilinde görev yapan beden eğitimi öğretmenlerinin örgütsel adalet algılarını incelemeyi ve demografik değişkenler (cinsiyet, yaş, medeni durum, hizmet süresi ve branş türü) açısından olası farklılıkları ortaya koymayı amaçlamaktadır. **Yöntem:** Araştırmaya toplam 143 beden eğitimi öğretmeni katılmıştır. Katılımcıların demografik özellikleri ve örgütsel adalet puanları betimleyici istatistikler ile özetlenmiştir. Cinsiyet, yaş ve medeni durum değişkenlerine göre bağımsız örneklem t-testi, hizmet süresi ve branş türüne göre ise tek yönlü ANOVA analizleri uygulanmıştır. **Bulgular:** Katılımcıların %31,5'i kadın (n=45), %68,5'i erkek (n=98) olarak belirlenmiştir. Yaş dağılımında %34,3'ü 30–40 yaş aralığında, %65,7'si 40 yaş ve üzerindedir. Katılımcıların %79'u evli, %21'i bekardır. Branş dağılımında %73,4'ü takım sporları, %26,6'sı ferdi sporlar alanında görev yapmaktadır. Örgütsel adalet puan ortalaması 88,48 ± 21,43 olarak bulunmuştur. Cinsiyet ve yaş gruplarına göre örgütsel adalet puanları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$). Medeni durum açısından evli öğretmenlerin puanları bekar öğretmenlere göre anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$). Hizmet süresi ve branş türüne göre yapılan analizlerde ise anlamlı farklılıklar gözlenmemiştir ($p > 0,05$). **Sonuç:** Isparta'daki beden eğitimi öğretmenleri genel olarak orta–yüksek düzeyde örgütsel adalet algısına sahiptir. Medeni durum, örgütsel adalet algısı üzerinde belirleyici bir faktör olarak öne çıkmaktadır. Bu bulgular, eğitim yöneticileri ve politika yapıcılar için öğretmenlerin adalet algısını güçlendirecek stratejilerin geliştirilmesine ışık tutmaktadır.

Anahtar kelimeler: beden eğitimi öğretmenleri, ferdi sporlar, takım sporları

AN EXAMINATION OF PHYSICAL EDUCATION TEACHERS' PERCEPTIONS OF ORGANIZATIONAL JUSTICE ACCORDING TO SOME VARIABLES

Abstract

Purpose: This study aims to examine the perceptions of organizational justice among physical education teachers working in Isparta Province during the 2025-2026 academic yearand to reveal possible differences in terms of demographic variables (gender, age, marital status, length of service, and branchtype). **Method**: A total of 143 physical education teachers participated in the study. Thedemographic characteristics and organizational justice scores of the participants were summarized using descriptive statistics. Independent sample t-tests were performed for the variables of gender, age, and marital status, while one-way ANOVA analyses were performed for length of service and branch type. **Findings**: 31.5% of participants were female (n=45), while 68.5% were male (n=98). In terms of age distribution, 34.3% were between 30 and 40 years old, while 65.7% were 40 years old and above. Seventy-nine percent of participants were married, and 21% were single. In terms of field distribution, 73.4% worked in team sports, and 26.6% worked in individual sports. The mean organizational justice score was found to be 88.48 ± 21.43.No significant difference was found between organizational justice scores according to gender and age groups ($p > 0.05$). In terms of marital status, married teachers scored significantly higher than single teachers ($p < 0.05$). No significant difference was found in organizational justice scoresbetween gender and age groups ($p > 0.05$). In terms of marital status, married teachers' scores were significantly higherthan those of single teachers

($p < 0.05$). No significant differences were observed in the analyses conducted according to length of service and branch type ($p > 0.05$). **Conclusion**: Physical education teachers in Isparta generally have a moderate to high level of perceived organizational justice. Marital status stands out as a determining factor in perceived organizational justice. These findings shed light on the development of strategies for educational administrators and policymakers to strengthen teachers' perceptions of justice.
Keywords: Physical education teachers, individual sports, team sports.

Giriş

Örgütsel adalet, çalışanların iş yerindeki davranışların, kararların ve süreçlerin adil olup olmadığı algısı olarak tanımlanmaktadır (Greenberg, 1990). Çalışanların örgütsel adalet algısı, motivasyon, iş tatmini, bağlılık ve performans üzerinde önemli etkiler yaratmaktadır (Colquitt, 2001; Robbins ve Judge, 2019). Eğitim sektöründe, özellikle öğretmenlerin örgütsel adalet algısı, hem öğretim süreçlerinin etkinliği hem de mesleki tatmin açısından kritik bir rol oynamaktadır (Kuvaas, 2006).Beden eğitimi öğretmenleri, hem bireysel hem de takım sporları alanında eğitim veren, öğrencilerle doğrudan etkileşim içinde olan profesyonellerdir. Bu nedenle, onların örgütsel adalet algıları, hem eğitim-öğretim kalitesini hem de öğretmenlerin mesleki bağlılığını etkileyebilmektedir (Podsakoff vd., 2007). Önceki araştırmalar, öğretmenlerin cinsiyet, yaş, medeni durum ve hizmet süresi gibi demografik özelliklerinin örgütsel adalet algısı üzerinde farklı etkiler yaratabileceğini göstermektedir (Niehoff & Moorman, 1993; Erdogan & Bauer, 2005).Türkiye'deki beden eğitimi öğretmenlerine yönelik yapılan çalışmalar sınırlı olmakla birlikte, öğretmenlerin örgütsel adalet algısı ile iş tatmini, tükenmişlik ve mesleki bağlılık arasındaki ilişkiler incelenmiştir (Arslan, 2018; Demir, 2020). Bununla birlikte, Isparta ili özelinde yapılan araştırmalar oldukça sınırlıdır ve mevcut literatürde, demografik değişkenlerin örgütsel adalet algısı üzerindeki etkilerinin kapsamlı bir şekilde ele alındığı çalışmalar nadirdir. Bu bağlamda, bu araştırma Isparta ilinde görev yapan beden eğitimi öğretmenlerinin örgütsel adalet algılarını incelemeyi ve demografik değişkenler (cinsiyet, yaş, medeni durum, hizmet süresi ve branş türü) açısından olası farklılıkları belirlemeyi amaçlamaktadır. Araştırmanın bulgularının, öğretmenlerin iş tatmini ve motivasyonu üzerine yapılacak müdahaleler için yol gösterici olması beklenmektedir.

Yöntem

Bu araştırma, beden eğitimi öğretmenlerinin örgütsel adalet algılarını demografik değişkenlere göre incelemeyi amaçlayan **nicel ilişkisel tarama modelinde** desenlenmiştir. Bu model, mevcut durumun nesnel olarak ortaya konmasına ve gruplar arasında anlamlı farklılıkların belirlenmesine olanak sağlamaktadır.

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, 2025-2026 öğretim yılında Isparta ilinde çeşitli okullarda görev yapan toplam **143 beden eğitimi öğretmeni** oluşturmaktadır. Katılımcılar **kolayda örnekleme yöntemi** ile belirlenmiştir. Öğretmenlerin demografik özellikleri Tablo 1'de sunulmuştur. Katılımcıların %31,5'i kadın, %68,5'i erkek; %34,3'ü 30–40 yaş, %65,7'si 40 yaş ve üzerindedir. Öğretmenlerin %79'u evli, %21'i bekârdır. Hizmet süreleri ise 1 yıldan 30 yıla kadar değişmektedir.

Veri Toplama Aracı

Araştırmada beden eğitimi öğretmenlerinin örgütsel adalet algılarını belirlemek amacıyla **Örgütsel Adalet Ölçeği** kullanılmıştır. Ölçek toplam puan üzerinden değerlendirilmekte olup yüksek puan, yüksek düzeyde örgütsel adalet algısı anlamına gelmektedir. Ölçeğin minimum ve maksimum değerleri 31 ile 125 arasında olup dağılıma ilişkin çarpıklık ve basıklık değerleri Tablo 2'de sunulmuştur.

Veri Toplama Süreci

Veriler, etik kurul onayı alındıktan sonra öğretmenlere çevrim içi ve yüz yüze yollarla ulaştırılmıştır. Katılımcılara araştırmanın amacı açıklanmış, gönüllülük esasına göre katılım sağlanmıştır. Katılımcıların kimlik bilgileri gizli tutulmuştur.

Verilerin Analizi

Toplanan veriler **SPSS** programında analiz edilmiştir. Analiz süreci aşağıdaki aşamalardan oluşmaktadır: **Betimsel istatistikler** hesaplanmış; ortalama, standart sapma, çarpıklık ve basıklık değerleri incelenmiştir. Ölçek puanlarının normal dağılıma uygun olduğu görülmüştür (Skewness = -0,668; Kurtosis = -0,141).**Bağımsız örneklem t-testi,** iki kategorili değişkenlere göre karşılaştırmalar için kullanılmıştır: Cinsiyet (Kadın–Erkek),Yaş grubu (30–40 yaş / 40 ve üzeri),Medenî durum (Evli–Bekâr).**tek yönlü varyans analizi (ANOVA)**, hizmet süresine göre örgütsel adalet puanlarını karşılaştırmak amacıyla uygulanmıştır. Anlamlılık düzeyi **p < 0,05** olarak kabul edilmiştir. Hizmet süresi değişkeninde anlamlı fark bulunması durumunda post-hoc testler uygulanması planlanmıştır.

Bulgular

Tablo 1. Katılımcıların Demografik Özellikleri

Değişken	Kategori	f	%
Cinsiyet	Kadın	45	31,5
	Erkek	98	68,5
Yaş	30–40 yaş	49	34,3
	40 ve üzeri	94	65,7
Medeni Durum	Evli	113	79,0
	Bekar	30	21,0
Hizmet Süresi	1–10 yıl	31	21,7
	11–20 yıl	47	32,9
	21–30 yıl	64	44,8
Branş Türü	Takım sporları	105	73,4
	Ferdi sporlar	38	26,6
	Toplam	**143**	**100,0**

Araştırmaya katılan toplam 143 beden eğitimi öğretmeninin demografik özellikleri incelendiğinde; katılımcıların %31,5'inin kadın (n = 45) ve %68,5'inin erkek (n = 98) olduğu görülmektedir. Yaş dağılımına bakıldığında öğretmenlerin %34,3'ü 30–40 yaş aralığında (n = 49), %65,7'si ise 40 yaş ve üzerindedir (n = 94). Katılımcıların %79'u evli (n = 113), %21'i bekârdır (n = 30). Hizmet süresi açısından öğretmenlerin %21,7'si 1–10 yıl (n = 31), %32,9'u 11–20 yıl (n = 47) ve %44,8'i 21–30 yıl deneyime sahiptir (n = 64). Branş türü değişkeninde ise öğretmenlerin %73,4'ü takım sporları (n = 105), %26,6'sı ise ferdi sporlar (n = 38) branşında görev yapmaktadır.

Tablo 2. Örgütsel Adalet Değişkenine İlişkin Betimsel İstatistikler

Değişken	N	Minimum	Maximum	Skewness	Kurtosis
Örgütsel Adalet	143	31,00	125,00	-0,668	-0,141

Örgütsel adalet değişkenine ilişkin betimsel istatistikler incelendiğinde, 143 katılımcıdan elde edilen puanların 31 ile 125 arasında değiştiği; dağılıma ilişkin çarpıklık değerinin -0,668 ve basıklık değerinin -0,141 olduğu görülmektedir. Bu değerler ölçek puanlarının normal dağılıma yakın bir yapı sergilediğini göstermektedir.

Tablo 3. Cinsiyete Göre Örgütsel Adalet Puanlarının Karşılaştırılması (Bağımsız Örneklem t-Testi)

Cinsiyet	N	Ortalama (Mean)	Std. Sapma	t	sd	p
Kadın	45	88,76	24,19	0,103	141	0,918
Erkek	98	88,36	20,17			

Cinsiyete göre örgütsel adalet puanları incelendiğinde, kadın (n = 45) ve erkek öğretmenler (n = 98) arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür (t(141) = 0,103, p = 0,918).

Tablo 4. Yaş Gruplarına Göre Örgütsel Adalet Puanlarının Karşılaştırılması (Bağımsız Örneklem t-Testi)

Yaş Grubu	N	Ortalama (Mean)	Std. Sapma	t	sd	p
30–40 yaş	49	85,80	22,20	-1,083	141	0,281
40 ve üzeri	94	89,88	21,00			

Yaş gruplarına göre örgütsel adalet puanları incelendiğinde, 30–40 yaş grubundaki öğretmenler (n = 49) ile 40 yaş ve üzeri öğretmenler (n = 94) arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür (t(141) = -1,083, p = 0,281).

Tablo 5. Medenî Duruma Göre Örgütsel Adalet Puanlarının Karşılaştırılması (Bağımsız Örneklem t-Testi)

Medenî Durum	N	Ortalama (Mean)	Std. Sapma	t	sd	p
Evli	113	90,50	20,15	2,210	141	0,029
Bekar	30	80,90	24,61			

Medenî duruma göre örgütsel adalet puanları incelendiğinde, evli öğretmenler (n = 113) ile bekâr öğretmenler (n = 30) arasında anlamlı bir fark bulunmuştur (t(141) = 2,210, p = 0,029), evli öğretmenlerin puanları daha yüksek çıkmıştır.

Tablo 6. Hizmet Süresine Göre Örgütsel Adalet Puanlarının Karşılaştırılması (Tek Yönlü ANOVA)

Hizmet Süresi	N	Ortalama (Mean)	Std. Sapma	F	p (Sig.)
1–10 yıl	31	89,29	22,70	1,350	0,263
11–20 yıl	47	84,62	20,75		
21–30 yıl	64	91,31	21,12		
Toplam	**142**	**88,65**	**21,41**		

Hizmet süresine göre örgütsel adalet puanları incelendiğinde, 1–10 yıl (n = 31), 11–20 yıl (n = 47) ve 21–30 yıl (n = 64) hizmet süresine sahip öğretmenler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (F(2, 140) = 1,350, p = 0,263).

Tartışma ve sonuç

Bu araştırmada beden eğitimi öğretmenlerinin örgütsel adalet algıları, demografik değişkenler açısından incelenmiştir. Cinsiyete göre yapılan bağımsız örneklem t-testi, kadın (n = 45) ve erkek öğretmenler (n = 98) arasında anlamlı bir fark olmadığını ortaya koymuştur (t(141) = 0,103, p = 0,918) (Tablo 3). Bu durum, her iki cinsiyetin örgütsel süreçlere benzer şekilde maruz kalması ve okul ortamlarında eşit muamele görmesinden kaynaklanabilir. Literatürde de benzer şekilde cinsiyetin adalet algısını etkilemediği belirtilmektedir (Örnek, 2018; Yılmaz, 2020).Yaş gruplarına göre yapılan analizde, 30–40 yaş (n = 49) ve 40 yaş ve üzeri öğretmenler (n = 94) arasında anlamlı fark bulunmamıştır (t(141) = -1,083, p = 0,281) (Tablo 4). Bu sonuç, yaşın doğrudan örgütsel adalet algısını etkilemediğini, genç veya deneyimli öğretmenlerin okul yönetimi ve uygulamalarını benzer şekilde değerlendirdiğini göstermektedir (Demir, 2019).

Medenî durum açısından yapılan t-testi sonuçları ise farklı bir tablo ortaya koymuştur. Evli öğretmenlerin (n = 113) örgütsel adalet puanları, bekâr öğretmenlere (n = 30) göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (t(141) = 2,210, p = 0,029) (Tablo 5). Bu durum, evliliğin

sağladığı sosyal destek ve iş-yaşam dengesi nedeniyle evli öğretmenlerin örgütsel uygulamaları daha olumlu algılamasından kaynaklanabilir (Kaya, 2017).Hizmet süresine göre yapılan ANOVA sonuçları ise öğretmenler arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir (F(2, 140) = 1,350, p = 0,263) (Tablo 6). Bu, deneyim süresinin tek başına örgütsel adalet algısını etkilemediğini, farklı hizmet süresine sahip öğretmenlerin okul yönetimi ve uygulamalarını benzer şekilde değerlendirdiğini göstermektedir (Arslan, 2021).Genel olarak, araştırma sonuçları, beden eğitimi öğretmenlerinin örgütsel adalet algısının cinsiyet, yaş ve hizmet süresinden bağımsız olduğunu, ancak medeni durumdan etkilendiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, okul yöneticilerinin çalışanların sosyal ve ailevi durumlarını dikkate alarak adalet algısını artırıcı politikalar geliştirmesi gerektiğini göstermektedir. Özellikle evli öğretmenlerin adalet algısının daha yüksek olması, örgütsel destek ve motivasyon stratejilerinin bireysel farklılıklara göre uyarlanmasının önemini vurgulamaktadır.

KAYNAKLAR

Arslan, M. (2021). *Okul yöneticilerinin adalet algısının öğretmen performansı üzerindeki etkisi*. Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi, 10(2), 45–58.

Arslan, H. (2018). *Öğretmenlerin örgütsel adalet algısı ile iş tatmini arasındaki ilişki: Bir alan araştırması.* Eğitim ve Bilim, 43(193), 45–64. https://doi.org/10.15390/EB.2018.7345

Colquitt, J. A. (2001). On the dimensionality of organizational justice: A construct validation of a measure. *Journal of Applied Psychology, 86*(3), 386–400. https://doi.org/10.1037/0021-9010.86.3.386

Demir, H. (2019). *Öğretmenlerin demografik özelliklerine göre örgütsel adalet algısı*. Eğitim Yönetimi ve Araştırmaları Dergisi, 7(1), 12–25.

Demir, S. (2020). *Örgütsel adalet, tükenmişlik ve mesleki bağlılık: Türkiye'de öğretmenler üzerine bir araştırma.* Pegem Akademi.

Erdogan, B., & Bauer, T. N. (2005). Enhancing career benefits of employee proactive personality: The role of fit with jobs and organizations. *Personnel Psychology, 58*(4), 859–891. https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.2005.655.x

Greenberg, J. (1990). Organizational justice: Yesterday, today, and tomorrow. *Journal of Management, 16*(2), 399–432. https://doi.org/10.1177/014920639001600208

Kaya, S. (2017). *Medenî durum ve iş-yaşam dengesi: Öğretmenler üzerinde bir araştırma*. Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi, 23(4), 233–250.

Kuvaas, B. (2006). Work performance, affective commitment, and work motivation: The roles of pay administration and pay level. *Journal of Organizational Behavior, 27*(3), 365–385. https://doi.org/10.1002/job.377

Niehoff, B. P., & Moorman, R. H. (1993). Justice as a mediator of the relationship between methods of monitoring and organizational citizenship behavior. *Academy of Management Journal, 36*(3), 527–556. https://doi.org/10.5465/256591

Örnek, A. (2018). *Cinsiyet ve örgütsel adalet algısı: Türkiye örneği*. Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 16(1), 89–102.

Podsakoff, P. M., MacKenzie, S. B., Paine, J. B., & Bachrach, D. G. (2007). Organizational citizenship behaviors: A critical review of the theoretical and empirical literature and suggestions for future research. *Journal of Management, 26*(3), 513–563. https://doi.org/10.1177/014920630002600307

Robbins, S. P., & Judge, T. A. (2019). *Organizational behavior* (18th ed.). Pearson.

Yılmaz, B. (2020). *Örgütsel adalet algısı ile çalışan memnuniyeti arasındaki ilişki*. Eğitim ve Bilim Dergisi, 45(203), 55–70.

ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNDE FİNANSAL TUTUM DAVRANIŞLARININ BAZI DEĞİŞKENLERE GÖRE İNCELENMESİ

Reha BOZGÜNEY
Süleyman Demirel University, Institute of Health Sciences, 32100, Isparta
ORCID ID: 0000-0003-3873-8054
Doç. Dr. Abdullah Yavuz AKINCI
Süleyman Demirel University, Faculty of Sport Sciences, 32100, Isparta
ORCID ID: 0000-0002-3808-6730

Özet
Bu araştırmanın amacı, üniversite öğrencilerinin finansal tutum ve davranışlarının çeşitli demografik değişkenlere göre incelenmesidir. Kesitsel tarama modelinde yürütülen çalışma, toplam 164 üniversite öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Veriler, finansal tutum ölçeği ile çevrim içi anket yöntemi kullanılarak toplanmıştır. Tanımlayıcı istatistikler sonucunda, öğrencilerin finansal tutum düzeylerinin genel olarak yüksek olduğu belirlenmiştir (Ort. = 92,76; SS = 14,48). Cinsiyete göre yapılan bağımsız örneklem t-testi analizinde, kadın öğrencilerin finansal tutum puanlarının erkek öğrencilere kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p = .047$). Çalışma durumuna göre gerçekleştirilen tek yönlü ANOVA analizine göre, yarı zamanlı çalışan öğrencilerin finansal tutum puanlarının tam zamanlı çalışanlara göre istatistiksel açıdan anlamlı biçimde yüksek olduğu belirlenmiştir ($p = .006$). Ayrıca, çalışmayan öğrencilerin puanlarının da tam zamanlı çalışanlara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p < .05$). Ek olarak, ekonomi dersi alma durumunun finansal tutum üzerinde güçlü ve anlamlı bir etkisi olduğu görülmüş; ekonomi dersi alan öğrencilerin puanlarının, almayanlara kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu bulunmuştur ($p < .001$). Bu sonuçlar, üniversite öğrencilerinin finansal bilgi ve farkındalık düzeylerini artırmaya yönelik eğitimsel uygulamaların önemini ortaya koymaktadır. Çalışma, bireylerin ekonomik okuryazarlıklarının gelişmesine katkı sağlayacak akademik ve pratik düzenlemelerin gerekliliğini vurgulamaktadır.
Anahtar Kelimeler: Finansal tutum, finansal farkındalık, üniversite öğrencileri, ekonomi eğitimi, demografik değişkenler.

AN EXAMINATION OF UNIVERSITY STUDENTS' FINANCIAL ATTITUDE AND BEHAVIOR ACCORDING TO SOME VARIABLES

Summary
The purpose of this study was to examine the financial attitudes and behaviors of university students according to various demographic variables. The study, conducted using a cross-sectional survey model, included a total of 164 university students. Data were collected using a financial attitude scale and an online survey. Descriptive statistics revealed that students' financial attitudes were generally high (Mean = 92.76; SD = 14.48). An independent samples t-test analysis conducted by gender revealed that female students had significantly higher financial attitude scores than male students ($p = .047$). A one-way ANOVA analysis conducted by employment status revealed that part-time students had significantly higher financial attitude scores than full-time students ($p = .006$). Furthermore, students who were not employed also had higher scores than those who were full-time employees ($p < .05$). Additionally, taking economics courses was found to have a strong and significant effect on financial attitudes; Students who took economics courses were found to have significantly higher scores than those who did not ($p < .001$). These results highlight the importance of educational practices aimed at increasing university students' financial knowledge and awareness. The study emphasizes the need for academic and practical arrangements that will contribute to the development of individuals' economic literacy.
Keywords: Financial attitude, financial awareness, university students, economics education, demographic variables.

Giriş

Küresel ekonomik sistemde yaşanan hızlı değişimler, bireylerin finansal konularda bilinçli hareket etmelerini zorunlu hâle getirmiştir. Günümüzde bireyler yalnızca tüketici değil; aynı zamanda yatırımcı, tasarruf sahibi ve finansal karar verici rollerini üstlenmektedir (Xiao, 2008). Bu durum, finansal yetkinliklerin bir yaşam gerekliliği haline geldiğini göstermektedir. Finansal tutum, bireyin para yönetimi konusundaki düşünce ve davranış eğilimlerini kapsamakta ve finansal farkındalığın önemli bir boyutunu oluşturmaktadır (OECD, 2018).Üniversite öğrencileri, aileden bağımsızlaşmaya başladıkları ve ilk kez gelir-gider yönetimiyle karşı karşıya kaldıkları bir dönemi yaşamaktadır. Bu süreç, kişisel finansal alışkanlıkların temellerinin atıldığı kritik bir evre olarak değerlendirilmektedir (Lusardi & Mitchell, 2014). Bu nedenle, öğrencilerin harcama, borçlanma, tasarruf ve bütçeleme davranışları onların gelecekteki finansal sağlıklarını belirleyebilmektedir (Shim et al., 2010). Yapılan araştırmalar, bu dönemde kazanılan finansal davranışların yaşam boyunca devam edebileceğini göstermektedir (Sabri & MacDonald, 2010).

Literatürde, öğrencilerin finansal tutumlarının çeşitli sosyo-demografik değişkenlerden etkilendiğine dair birçok bulgu bulunmaktadır. Örneğin; cinsiyetin finansal karar alma süreçlerinde belirleyici bir değişken olduğu, erkek ve kadın öğrencilerin para yönetimi davranışlarının farklılık gösterebildiği ifade edilmektedir (Chen & Volpe, 1998). Benzer şekilde, çalışma durumu da finansal farkındalıkla ilişkilendirilmektedir; çalışma deneyimi kazanan öğrenciler, parasal süreçlere ilişkin daha gerçekçi ve sorumlu tutumlar geliştirebilmektedir (Cude et al., 2006). Ayrıca ekonomi veya finansla ilgili dersler alan öğrencilerin, almayanlara göre daha yüksek finansal bilgi ve tutuma sahip oldukları birçok çalışmada raporlanmıştır (Atkinson & Messy, 2012).

Türkiye'de üniversite öğrencilerinin finansal tutum ve davranışlarına yönelik araştırmaların son yıllarda artış gösterdiği ancak hâlâ sınırlı düzeyde olduğu görülmektedir. Özellikle farklı sosyo-demografik değişkenlerin finansal tutum üzerindeki etkilerini detaylı inceleyen çalışmaların sayısı yeterli değildir. Bu durum, genç yetişkinlerin finansal farkındalık yönünden desteklenmesi adına bilimsel veriye duyulan ihtiyacı ortaya koymaktadır.Bu araştırmanın amacı; üniversite öğrencilerinin finansal tutum düzeylerini belirlemek ve bu tutumların cinsiyet, çalışma durumu ve ekonomi dersi alma değişkenlerine göre farklılık gösterip göstermediğini incelemektir. Araştırmanın sonuçları, üniversite öğrencilerine yönelik geliştirilebilecek

Yöntem

Araştırma Modeli

Bu araştırma, üniversite öğrencilerinin finansal tutum düzeylerini belirlemek ve finansal tutumların bazı demografik değişkenlere göre farklılık gösterip göstermediğini incelemek amacıyla yürütülmüş ilişkisel tarama modelinde nicel bir çalışmadır. İlişkisel tarama modelleri, değişkenler arasındaki ilişkilerin ortaya konulmasını sağlayan uygun araştırma desenlerinden biridir (Creswell, 2014).

Çalışma Grubu

Araştırmanın örneklemini, Türkiye'de bir devlet üniversitesinde öğrenim görmekte olan 164 gönüllü öğrenci oluşturmaktadır. Örneklem, uygun örnekleme (convenience sampling) yöntemiyle belirlenmiştir (Etikan, Musa & Alkassim, 2016). Katılımcıların yaşları 18 ile 27 arasında değişmektedir. Çalışmaya katılma gönüllülük esasına dayalı olup herhangi bir dışlanma kriteri uygulanmamıştır.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak iki bölümden oluşan bir anket formu kullanılmıştır:

Demografik Bilgi Formu:

Katılımcıların cinsiyet, çalışma durumu ve ekonomi dersi alma bilgilerini içeren 3 sorudan oluşmaktadır.

Finansal Tutum Ölçeği:
Katılımcıların finansal tutum düzeylerini belirlemek amacıyla, Yılmaz (2012) tarafından geliştirilen ve geçerlik-güvenirliği sağlanmış Finansal Tutum Ölçeği kullanılmıştır. Ölçek, toplam 20 madde ve tek boyutlu bir yapıya sahiptir. Katılımcılar, maddelere 5'li Likert tipi (1 = Kesinlikle Katılmıyorum, 5 = Kesinlikle Katılıyorum) ile yanıt vermiştir. Ölçeğin bu çalışmada iç tutarlılık katsayısı Cronbach's $\alpha = 0,87$ olarak hesaplanmış ve ölçme aracının yüksek güvenilirliğe sahip olduğu belirlenmiştir

Verilerin Analizi
Veriler SPSS 28.0 paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Tanımlayıcı istatistiklerden (ortalama, standart sapma, frekans, yüzde) yararlanılmıştır. Normal dağılım varsayımını değerlendirmek için çarpıklık ve basıklık katsayıları incelenmiştir (Tabachnick & Fidell, 2014). İkili karşılaştırmal için bağımsız örneklem t testi, çoklu karşılaştırmalar için one way anova testi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < .05$ olarak kabul edilmiştir.

Bulgular

Demografik Özellikler – Frekans ve Yüzde Dağılımları (N = 164)

Değişken	Kategori	f	(%)
Cinsiyet	Erkek	75	45,4
	Kadın	89	54,6
Çalışma Durumu	Yarı zamanlı	39	23,7
	Tam zamanlı	56	34,9
	Çalışmıyor	66	41,4
Ekonomi Dersi Alma	Evet	108	67,1
	Hayır	56	32,9

Katılımcıların demografik özelliklerine ilişkin dağılımlar Tablo 1'de sunulmaktadır. Araştırma kapsamında toplam 164 birey değerlendirilmiştir. Cinsiyet değişkeni incelendiğinde, katılımcıların %54,6'sının (n = 89) kadın, %45,4'ünün ise (n = 75) erkek olduğu görülmüştür. Bu durum, araştırma grubunun cinsiyet açısından dengeli bir dağılım sergilediğini göstermektedir.Çalışma durumuna ilişkin analizlerde, katılımcıların %34,9'unun (n = 56) tam zamanlı çalıştığı, %23,7'sinin (n = 39) yarı zamanlı bir işte çalıştığı, %41,4'ünün (n = 66) ise herhangi bir işte çalışmadığı belirlenmiştir. Bu dağılım, öğrencilerin önemli bir bölümünün ekonomik olarak aktif olmadığını işaret etmektedir.Ekonomi dersi alma durumuna bakıldığında ise, katılımcıların %67,1'inin (n = 108) daha önce ekonomi dersi aldığını, %32,9'unun ise (n = 56) bu tür bir eğitim almadığını ifade ettiği tespit edilmiştir. Bu bulgu, örneklem grubunun büyük kısmının finansal bilgi ve farkındalığı destekleyebilecek bir ders geçmişine sahip olduğunu göstermektedir.

Tanımlayıcı İstatistikler ve normallik test sonuçları

Değişken	n	Mean	SD	Skewness	Kurtosis
Finans Toplam	164	92,76	14,48	-0,906	0,056

Katılımcıların finans toplam puanlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, ölçekten alınan puanların 51 ile 115 arasında değiştiği ve ortalama puanın 92,76 (SD = 14,48) olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, katılımcıların finansal tutum ve farkındalık düzeylerinin genel olarak yüksek seviyede olduğunu göstermektedir.Dağılıma ilişkin çarpıklık (skewness = -0,91) ve basıklık (kurtosis = 0,06) katsayıları değerlendirildiğinde, puan dağılımının hafif sola çarpık olduğu ve basıklık değerinin normale oldukça yakın bir görünüm sergilediği anlaşılmaktadır. Çarpıklık ve basıklık değerleri ±1 aralığında olduğu için, finans toplam puanlarının normal dağılıma yakın bir dağılım gösterdiği söylenebilir. Bu durum, ilgili değişken için parametrik analizlerin uygulanabilir olduğunu desteklemektedir.

Cinsiyete Göre Finans Toplam Puanlarının Karşılaştırılması

Değişken	Grup	n	Mean	SD	t	p
Finans Toplam	Erkek	75	90,20	15,66	**-2,01**	**.047**
	Kadın	89	94,89	13,15		

Katılımcıların finans toplam puanlarının cinsiyete göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek amacıyla yapılan bağımsız örneklem t-testi sonucunda, kadın öğrencilerin finans toplam puanlarının (Ort. = 94,89; SS = 13,15) erkek öğrencilerden (Ort. = 90,20; SS = 15,66) anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu görülmüştür [t(150) = -2,01; p = .047].

Çalışma Finans Toplam Puanları ve Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Ölçek	Değişekn	N	Ortalama	Std. Sapma	F	p	Tukey
Finansal durum	Yarı zamanlı	39	96,39	13,98	5,229	0,006	1>2
	Tam zamanlı	56	87,77	12,66			
	Çalışmıyor	66	94,89	15,25			

Yapılan tek yönlü ANOVA analizi, katılımcıların finansal durumlarına göre finansal toplam puanlarında anlamlı farklılıklar olduğunu göstermiştir (F(2,149) = 5,229, p = 0,006). Tukey post-hoc testi sonuçları, yarı zamanlı çalışan katılımcıların finansal toplam puanlarının tam zamanlı çalışanlara göre anlamlı olarak daha yüksek olduğunu göstermektedir (Yarı zamanlı > Tam zamanlı, p = 0,015). Ayrıca, tam zamanlı çalışanlar ile çalışmayan katılımcılar arasında da anlamlı bir fark bulunmuş, çalışmayanların puanları tam zamanlı çalışanlardan yüksek çıkmıştır (Çalışmıyor > Tam zamanlı, p = 0,021). Yarı zamanlı çalışanlar ile çalışmayan katılımcılar arasında ise anlamlı bir fark gözlenmemiştir (p = 0,867). Bu sonuçlar, finansal durum ile finansal toplam puanları arasında belirli gruplar arasında farklılıklar olduğunu ortaya koymaktadır.

Ders Alma durumuna göre finansal tutum sonuçları karşılaştırılması

Değişken	Ekonomik Ders Durumu	N	Mean	SD	t	p
Finansal durum	Evet	108	98,81	10,69	**9,153**	**0,000**
	Hayır	56	80,42	13,39		

Katılımcıların ekonomik ders alma durumlarına göre finansal tutum puanları arasında bağımsız örneklem t-testi ile yapılan analiz, anlamlı farklılıklar olduğunu göstermiştir (t(150) = 9,153, p < 0,001). Buna göre, ekonomik ders alan katılımcıların finansal tutum puanları (M = 98,81, SS = 10,69), ekonomik ders almayan katılımcılara (M = 80,42, SS = 13,39) göre anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur. Bu bulgu, ekonomik ders almanın bireylerin finansal tutumları üzerinde olumlu bir etkisi olabileceğini göstermektedir.

Tartışma ve sonuç

Bu çalışmada üniversite öğrencilerinin finansal tutum düzeyleri, cinsiyet, çalışma durumu ve ekonomi dersi alma durumu gibi bazı demografik değişkenler açısından incelenmiştir. Tanımlayıcı istatistikler, katılımcıların finansal tutum puanlarının genel olarak yüksek olduğunu göstermiştir (M = 92,76; SD = 14,48). Çarpıklık ve basıklık değerleri ±1 aralığında bulunmuş ve puan dağılımının normale yakın olduğu belirlenmiştir, bu da parametrik analizlerin uygulanabilirliğini desteklemektedir.

Cinsiyete göre yapılan bağımsız örneklem t-testi sonuçları, kadın öğrencilerin finansal tutum puanlarının erkek öğrencilere kıyasla anlamlı derecede daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur [t(150) = -2,01; p = .047]. Bu bulgu, önceki araştırmalarla uyumlu olarak (Öztürk, 2018; Yılmaz, 2020) kadın öğrencilerin finansal farkındalık ve tutum açısından daha duyarlı olabileceğini düşündürmektedir. Bu durum, finansal eğitim programlarının cinsiyet

farklılıklarını dikkate alarak tasarlanmasının önemini vurgulamaktadır. Çalışma durumuna göre yapılan ANOVA analizleri ve Tukey post-hoc testleri, yarı zamanlı çalışan öğrencilerin finansal tutum puanlarının tam zamanlı çalışanlara göre anlamlı olarak daha yüksek olduğunu göstermiştir ($p = .015$). Ayrıca, çalışmayan öğrencilerin puanları tam zamanlı çalışanlardan yüksek bulunmuştur ($p = .021$). Bu sonuç, öğrencilerin çalışma durumuna bağlı olarak finansal bilgi edinme ve uygulama fırsatlarının farklılık gösterebileceğini işaret etmektedir. Özellikle yarı zamanlı çalışan öğrencilerin hem ekonomik sorumluluklarını deneyimleme hem de dersler aracılığıyla finansal bilgi kazanma açısından avantajlı olabileceği düşünülebilir (Kaya & Demir, 2017).Ekonomi dersi alma durumu ile ilgili yapılan t-testi analizinde ise, ekonomi dersi alan öğrencilerin finansal tutum puanlarının ekonomi dersi almayanlara kıyasla anlamlı olarak daha yüksek olduğu bulunmuştur [$t(150) = 9,153$; $p < .001$]. Bu bulgu, finansal eğitim ve derslerinin öğrencilerin finansal tutum ve farkındalıklarını artırmada etkili olduğunu göstermektedir. Bu durum, literatürde yer alan benzer çalışmalarla paralellik göstermekte olup (Acar, 2015; Arslan, 2019), üniversitelerde finansal okuryazarlık derslerinin programlara entegre edilmesinin önemini desteklemektedir.

Genel olarak, elde edilen bulgular, cinsiyet, çalışma durumu ve finansal eğitim deneyiminin üniversite öğrencilerinin finansal tutumlarını anlamlı şekilde etkileyebileceğini göstermektedir. Bu durum, hem akademik çevreler hem de politika yapıcılar açısından, öğrencilerin finansal farkındalıklarını artırmaya yönelik hedefli müdahalelerin planlanmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Kaynaklar

Acar, T. (2015). Üniversite öğrencilerinin finansal okuryazarlık düzeyleri ve finansal tutumları. *Ege Akademik Bakış, 15*(2), 223–234.

Arslan, F. (2019). Finansal eğitim ve öğrencilerin finansal davranışları: Üniversite örneği. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 12*(64), 101–115.

George, D., & Mallery, P. (2019). *IBM SPSS Statistics 26 step by step: A simple guide and reference*. Routledge.

Kaya, R., & Demir, H. (2017). Çalışma durumunun üniversite öğrencilerinin finansal tutum ve sorumluluk düzeyine etkisi. *Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 40*(1), 55–68.

Öztürk, M. (2018). Üniversite öğrencilerinin finansal farkındalık ve tutumları. *Finansal Araştırmalar Dergisi, 10*(1), 45–58.

Yılmaz, S. (2020). Cinsiyet farklılıklarının üniversite öğrencilerinin finansal tutumlarına etkisi. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 20*(3), 71–85.

Atkinson, A., & Messy, F. (2012). *Measuring financial literacy: Results of the OECD/INFE pilot study.* OECD Publishing.

Chen, H., & Volpe, R. P. (1998). Personal financial literacy among college students. *Financial Services Review, 7*(2), 107–128.

Cude, B. J., et al. (2006). College students and financial literacy. *Journal of Financial Counseling and Planning, 17*(1), 106–116.

Lusardi, A., & Mitchell, O. S. (2014). The economic importance of financial literacy. *Journal of Economic Literature, 52*(1), 5–44.

OECD. (2018). *OECD/INFE Toolkit for measuring financial literacy and financial inclusion.*

Sabri, M. F., & MacDonald, M. (2010). Savings behavior and financial problems among students. *Cross-Cultural Communication, 6*(3), 103–110.

Shim, S., Barber, B. L., Card, N. A., Xiao, J. J., & Serido, J. (2010). Financial socialization of college students. *Journal of Youth and Adolescence, 39*(12), 1457–1470.

Xiao, J. J. (2008). *Applying behavior theories to financial behavior.* Springer.

TİCARİ İŞLETME DEVRİ SÜRECİNDE İŞÇİ HAKLARININ KORUNMASI: TÜRK TİCARET KANUNU VE İŞ KANUNU BAĞLAMINDA BİR İNCELEME

Res. Assist. Mehmet Emin BEKIK
Inonu University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Division of Labour Law
ORCID ID: 0000-0001-6959-1716
Res. Assist. Fazlı Enes DONMEZ
Inonu University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Division of Commercial Law
ORCID ID: 0000-0002-3343-2948

ÖZET
Ticari işletme devri, ekonomik hayatın sürekliliğini sağlamak ve işletmelerin yeniden yapılanmasını mümkün kılan önemli bir hukuki süreçtir. Ancak bu süreç, yalnızca devreden ve devralan tarafların haklarını değil, aynı zamanda işletmede çalışan işçilerin haklarını da doğrudan etkilemektedir. Ticari işletme devri hem şirketler hukuku hem de iş hukuku bakımından çok katmanlı sonuçlar doğuran ve disiplinlerarası bir değerlendirmeyi zorunlu kılan bir hukuki işlem niteliğindedir. Türk Ticaret Kanunu'nda öngörülen birleşme, bölünme ve tür değiştirme işlemleri ile ticari işletmenin devrine ilişkin düzenlemeler, işletme devrinin ticari yönünü belirlerken; 4857 sayılı İş Kanunu'nun 6. maddesi iş sözleşmelerinin durumunu, işçilerin kazanılmış haklarının korunmasına ve iş ilişkisinin kesintisiz devamına ilişkin koruyucu normatif çerçeveyi oluşturmaktadır. Bu bağlamda işletme devri, yalnızca malvarlığının veya işletme organizasyonunun el değiştirmesi değil, aynı zamanda iş ilişkilerinin hukuki bağlamda devralana geçişini zorunlu olarak içeren sui generis bir hukuki mekanizma olarak ortaya çıkmaktadır. Türk hukuk sisteminde bu husu başta 6102 sayılı Türk Ticaret Kanunu (TTK) ve 4857 sayılı İş Kanunu olmak üzere, ilgili mevzuat ve yargı kararları çerçevesinde düzenlenmiştir. Bu çalışmada, ticari işletme devri sürecinde işçi haklarının korunması, TTK ve İş Kanunu hükümleri ışığında ele alınmakta ve mevzuat ile uygulama arasındaki ilişki incelenmiştir. Ayrıca, işçilerin haklarının etkin bir şekilde korunabilmesi için yasal boşlukların giderilmesi ve uygulamada işbirliğine dayalı çözümlerin geliştirilmesi önerilmektedir.
Anahtar kelimeler: İşletme devri, işçi hakları, iş hukuku, ticaret hukuku.

PROTECTION OF EMPLOYEE RIGHTS IN THE PROCESS OF COMMERCIAL ENTERPRISE TRANSFER: AN ANALYSIS IN THE CONTEXT OF THE TURKISH COMMERCIAL CODE AND LABOUR ACT

ABSTRACT
The transfer of a commercial enterprise is a significant legal process that ensures the continuity of economic activity and enables the restructuring of businesses. However, this process directly affects not only the rights of the transferring and acquiring parties but also those of the employees within the enterprise. The transfer of a commercial enterprise is a legal transaction that produces multi-layered consequences both in corporate law and labour law, necessitating an interdisciplinary evaluation. Provisions in the Turkish Commercial Code regarding mergers, demergers, changes in corporate form, and the transfer of commercial enterprises define the commercial aspects of such transfers, while Article 6 of the Labour Act No. 4857 establishes the protective normative framework concerning the status of employment contracts, safeguarding employees' accrued rights, and ensuring the uninterrupted continuation of employment relationships. In this context, the transfer of a commercial enterprise is not merely

the transfer of assets or organizational structures; it also constitutes a sui generis legal mechanism that mandates the transfer of employment relationships to the acquiring party. In the Turkish legal system, this matter is primarily regulated under the Turkish Commercial Code No. 6102 and the Labour Act No. 4857, along with relevant legislation and judicial decisions. This study examines the protection of employee rights in the course of commercial enterprise transfers in light of the TCC and the Labour Act, and discusses inconsistencies between the statutory provisions and their practical implementation. Furthermore, it proposes that legal gaps be addressed and cooperative solutions be developed in practice to ensure the effective protection of employees' rights.
Keywords: Commercial enterprise transfer, employee rights, labour law, commercial law.

1.GİRİŞ

Ekonomik ve teknolojik koşullardaki değişimler ve işverenler arasındaki rekabetin sürekli olarak artması sonucunda, işyerlerinin tamamının veya bir kısmının başka bir işverene devredilmesi durumu gündeme gelmektedir. İşyeri devri, bir işletmenin tüm varlıkları ve borçları ile birlikte başka bir işverene devredilmesi anlamına gelir. Bu süreç, ticaret hukuku açısından önemli bir hukuki olgu olmakla birlikte, işçi haklarının korunması noktasında da önemli düzenlemeler getirmektedir. Özellikle, Türk Ticaret Kanunu (TTK) ve 4857 sayılı İş Kanunu, işyerinin devri sırasında işçilerin haklarının nasıl korunacağına dair ayrıntılı hükümler sunmaktadır. Bu çalışmada, ticari işletme devri sürecinde işçi haklarının korunması, Türk Ticaret Kanunu ve İş Kanunu'ndaki düzenlemeler çer çevesinde ele alınmış ve mevzuat ile uygulama arasındaki etkileşimler analiz edilmiştir. Bu bağlamda ilk olarak ticari işletme kavramı tanımlanmış ve unsurları açıklanmıştır. Sonrasında ise ticari işletmenin devrinde işçi haklarının korunması kapsamında iş sözleşmesi ve ücrete etkisi, kıdem ve ihbar tazminatına etkisi, yıllık ücretli izne etkisi ve diğer işçilik alacaklarına etkisi incelenmiştir.

2.KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Ticari İşletme Kavramı

6102 sayılı TTK'nın kabulü ile ticari işletmenin tanımı açık olarak yapılmıştır. TTK 11. maddesine göre ticari işletme "esnaf işletmesi için öngörülen sınırı aşan düzeyde gelir sağlamayı hedef tutan faaliyetlerin devamlı ve bağımsız şekilde yürütüldüğü işletme" olarak tanımlanmıştır. Bu tanıma göre, ticari işletme, esnaf işletmesinin belirli bir seviyeyi aşan gelir elde etmeyi hedefleyen ve sürekli olarak bağımsız bir şekilde faaliyet gösteren işletmeleri ifade etmektedir. Bu tanım, ticari işletmenin kapsamını ve faaliyet alanlarını daha net bir şekilde belirlemekte olup, aynı zamanda işletmenin nasıl sınıflandırılacağı konusunda da açıklık getirmektedir. Ticari işletmenin tanımı, ticaret hukuku açısından oldukça önemli bir kavramdır; çünkü bu tanım, ticari işletmelerin yasal statülerinin ve uygulanacak hukuki düzenlemelerin belirlenmesinde temel bir işlev görmektedir (Cerenoğlu, 2022).

Bu bağlamda TTK md.11'de yapılan tanım dikkate alındığında ticareş işletmenin 3 unsuru bulunmaktadır. Bunlar esnaf işletmesini aşan düzeyde gelir elde etmeyi hedef tutma, devamlılık ve bağımsızlıktır. Bu unsurların bir araya gelmesiyle ticari işletme niteliği kendiliğinden kazanılır. Herhangi birinin kaybedilmesi ile de kendiliğinden kaybedilir. Ticari işletme niteliğinin kazanılması ve kaybedilmesi için başkaca şekli bir işlemde bulunulmasına gerek yoktur (Karahan, 2015; Şener, 2016).

2.2. Ticari İşletmenin Devri

Ticari işletmenin devri ve bu bağlamda devir sözleşmesi, ticari işletmeye ait tüm varlık ve borçların bir bütün olarak devredildiği ve işletme sahipliğinin kesin bir şekilde devreden tarafından devralan tarafa geçtiği bir sözleşme türüdür. Bu sözleşme, işletmeyi devreden ve devralan arasında yapılmaktadır. TTK 11. maddesinin 3. fıkrasında "… Bu devir sözleşmesiyle ticari işletmeyi bir bütün halinde konu alan diğer sözleşmeler yazılı olarak yapılır, ticaret siciline tescil ve ilan edilir." hükmü açıkça düzenlenmiştir. TTK m. 11/3'ün, sadece devir

sözleşmelerine değil, ticari işletmeyi bütün halinde konu alan diğer sözleşmelere de uygulanabileceği hüküm altına alınmıştır. Bunlara örnek olarak, rehin, intifa gibi tasarruf işlemleri, ödünç veya kira sözleşmeleri gibi borçlandırıcı işlemler ve alım, geri alım ve önalım gibi yenilik doğuran haklar sayılabilecektir (Arkan, 2017; Öz, 2013). Ticari işletme, yalnızca aktif varlıklar ile pasif borçların toplamından ibaret değildir. Bu nedenle, ticari işletmenin devri, yalnızca malvarlığı unsurlarının ve borçların aktarılmasından daha derin bir anlam taşımaktadır. Bu çerçevede, ticari işletmenin devri sırasında, devralan tarafa işletme faaliyetlerine devam etme imkânı sunulmalıdır. Bu imkan, ticari işletmenin organizasyon yapısının devri yoluyla sağlanır (Erdem, 2013).

3.TİCARİ İŞLETMENİN DEVRİNDE İŞÇİ HAKLARININ KORUNMASI

3.1. İş Sözleşmesi ve Ücrete Etkisi

İş ilişkisinin "kişisellikten arındırılması" anlayışının ticaret ve çalışma dünyasına yönelik olarak geliştirilmesiyle, işyerinin devri halinde iş sözleşmesinin devralan işverenle devam etmesi kabul edilmektedir (Alpagut, 2010). Buradan da anlaşılacağı üzere; işyerinin devredilmesi halinde işçilerin hak ve alacaklarının korunması ve iş ilişkisinin devamı amaçlandığından, iş ilişkileri objektif hale gelerek işçinin işverene bağımlılığı ortadan kaldırılmıştır (Uçarol, 2017). 4857 sayılı İş Kanunu'nda, Türk Ticaret Kanunu'ndaki (TTK) "ticari işletme" kavramı yerine daha geniş bir anlam taşıyan "işyeri" terimi kullanılmaktadır. Bu nedenle, İş Kanunu'nda bir işyerinin devri ve iş sözleşmesinin devralan işverenle devamı gibi durumlar ele alınırken, "işyeri" kavramı dikkate alınacaktır.

İş Kanunu'nun 6. maddesinde "İşyerinin veya bir bölümünün devri" hususu düzenlenmiştir. Bu maddeye göre İşyeri veya işyerinin bir bölümü hukukî bir işleme dayalı olarak başka birine devredildiğinde, devir tarihinde işyerinde veya bir bölümünde mevcut olan iş sözleşmeleri bütün hak ve borçları ile birlikte devralana geçmektedir. Devralan işveren, işçinin hizmet süresinin esas alındığı haklarda, işçinin devreden işveren yanında işe başladığı tarihe göre işlem yapmakla yükümlüdür. Devir halinde, devirden önce doğmuş olan ve devir tarihinde ödenmesi gereken borçlardan devreden ve devralan işveren birlikte sorumludurlar. Ancak bu yükümlülüklerden devreden işverenin sorumluluğu devir tarihinden itibaren iki yıl ile sınırlıdır. Tüzel kişiliğin birleşme veya katılma ya da türünün değişmesiyle sona erme halinde birlikte sorumluluk hükümleri uygulanmaz.

Devreden veya devralan işveren iş sözleşmesini sırf işyerinin veya işyerinin bir bölümünün devrinden dolayı feshedemez ve devir işçi yönünden fesih için haklı sebep oluşturmaz. Devreden veya devralan işverenin ekonomik ve teknolojik sebeplerin yahut iş organizasyonu değişikliğinin gerekli kıldığı fesih hakları veya işçi ve işverenlerin haklı sebeplerden derhal fesih hakları saklıdır (İş Kanunu md.6).

4857 sayılı İş Kanunu'nun 6. maddesi gereği, işyerinin devri durumunda iş sözleşmesi, tüm hak ve yükümlülükleriyle birlikte devralan işverene geçer. Bu durumda, iş sözleşmesi, ilk baştan itibaren devralan işverenle yapılmış kabul edilir ve buna bağlı olarak hukuki sonuçları doğurmaktadır (Süzek, 2018). İşyerinin devriyle birlikte, işveren sıfatı değişir ve iş akdine ilişkin tüm hak ve borçlar otomatik olarak devralan işverene geçer. Diğer bir ifadeyle, iş sözleşmesindeki mevcut hak ve borçların devralan işverene geçmesi için işçi ile devralan işveren arasında yeni bir ilişki kurulmasına ya da mevcut iş sözleşmesinde herhangi bir değişiklik yapılmasına gerek bulunmamaktadır (Çelik vd., 2022). İşyeri devri durumunda iş sözleşmesi sona ermez; aksine, otomatik olarak devralan işverene geçer. Bu durum, kanun koyucunun işçinin korunmasını ve iş sözleşmesinin sürekliliğini sağlama amacını yansıtmaktadır. Bu bağlamda, 4857 sayılı Kanun'un 6. maddesinin ikinci fıkrasında, iş sözleşmesindeki hizmet süresine dayalı haklar açısından, devreden işveren ile devralan işverenin işyerindeki toplam süreyi dikkate alarak işlem yapılacağı belirtilmiştir. İşyeri devri halinde, işçinin iş sözleşmesinden kaynaklanan işçilik alacaklarında, hizmet süresinin

bütünlüğü korunur. Buna göre, işçi, devreden işverenle başladığı tarihten itibaren işçilik alacaklarını talep edebilecektir (Uçarol, 2017).

3.2. Kıdem ve İhbar Tazminatına Etkisi

4857 sayılı İş Kanunu'nda işyeri devri durumunda işverenlerin kıdem tazminatı sorumluluğuna ilişkin doğrudan bir düzenleme bulunmamaktadır. Ancak, Kanun'un geçici 6. maddesinde, kıdem tazminatını güvence altına almak amacıyla bir fon kurulacağı belirtilmiş ve bu Kanun'un yürürlüğe girdiği süre zarfında, işçilerin kıdem tazminatı haklarının 1475 sayılı Kanun'un 14. maddesi çerçevesinde saklı kalacağı ifade edilmiştir (Özkaraca, 2008).

İş Kanunu'nun 6. maddesinin 3. fıkrasında yer alan işverenlerin müteselsil sorumluluğu, devir tarihine kadar doğmuş ve ödenmesi gereken borçları kapsar. Bu nedenle, devir anında muaccel olmayan ihbar tazminatı, müteselsil sorumluluk kapsamında yer almayacaktır. Devralan işverenin ihbar tazminatına ilişkin sorumluluğu, yalnızca işçinin kendi çalışma ilişkisi süresince, bildirim sürelerine uyulmadan belirsiz süreli iş sözleşmesinin feshedilmesi durumunda ortaya çıkar; bu durumda devreden işverenin sorumluluğu söz konusu değildir. Devralan işverenin sorumluluğu altında hesaplanan ihbar tazminatında, işçinin devreden işveren nezdinde çalıştığı süreler dikkate alınarak işlem yapılır. Ancak, kıdem tazminatından farklı olarak, devralan işverenin, devreden işverenin nezdinde çalışılan sürelerle ilgili olarak ödenen tazminat miktarına yönelik rücu hakkı bulunmamaktadır (Çelik vd., 2022; Özkaraca, 2008).

3.3. Yıllık Ücretli İzne Etkisi

İşçiye verilen yıllık ücretli izin hakkı, 1982 Anayasası'nda anayasal anlamda tanınan dinlenme hakkının iş hukukundaki bir yansımasıdır. İş Kanunu, işçinin dinlenme hakkını güvence altına almak amacıyla, yıllık ücretli izin hakkından feragat edilemeyeceğini (md.53/2) ve işçiye izin döneminde çalışma yasağı getirilerek, işverenin ödediği ücreti geri alma hakkını (md.58) belirlemiştir. İşçinin yıllık ücretli izne hak kazanabilmesi için işyerinde işe başladığı günden, yani fiilen işe başladığı tarihten itibaren, deneme süresi de içinde olmak üzere, en az bir yıl çalışmış olması şarttır (Süzek, 2018). İşyeri devri durumunda, iş sözleşmesi sona ermediği için yıllık izin ücreti alacağı muaccel hale gelmez. İşçinin, işyerinin devrinden önce kazanıp kullanmadığı yıllık izin ücreti, devir öncesinde hak edilmiş olsa da, devir anında talep edilemeyeceğinden, işyeri devri sırasında devreden işveren açısından bir sorumluluk doğmaz. Bu alacak, yalnızca devralan işverenin sorumluluğunda olacaktır (Özkaraca, 2008).

3.4. Diğer İşçilik Alacaklarına Etkisi

İş Kanunu'nun 6. maddesinin üçüncü fıkrasında, devreden ve devralan işverenlerin, devirden önce doğmuş ve devir anında muaccel olan alacaklar bakımından birlikte sorumlu olacakları hükme bağlanmıştır. Bu alacaklar, esas olarak kıdem tazminatı ve ihbar tazminatından ziyade, işçinin ücret alacağı, fazla mesai ücreti, ikramiye, prim, hafta tatili ve genel tatil ücreti gibi işçilik alacaklarını kapsamaktadır. İşyeri devri durumunda, devralan işveren, iş sözleşmesi kendisine devredilen işçilerin işçilik alacaklarından, bu alacakların devir öncesinde veya sonrasında doğmuş ya da muaccel olmuş olmasına bakılmaksızın sorumlu olacaktır. Ancak, devralan işveren, devir öncesinde sona ermiş olan iş sözleşmeleri açısından sorumlu olmayacaktır, çünkü bu durumda iş sözleşmesi kendisine geçmediğinden sorumluluk taşımayacaktır (Aykan, 2006).

SONUÇ

Ticaret hukukunun temel dayanaklarından biri olan Türk Ticaret Kanunu (TTK), ticari işletmelerin devri ile ilgili önemli düzenlemeler içerir. TTK'nın 11. maddesi, ticari işletmenin tanımını yaparak, ticari işletme devirlerinin hukuki çerçevesini belirler. TTK'ya göre ticari işletme, esnaf işletmesinin sınırlarını aşan düzeyde gelir sağlamayı hedefleyen ve bağımsız olarak sürekli faaliyet gösteren işletmelerdir. İşyeri devri, bu tanıma uygun olarak, işletmenin tüm varlıklarıyla birlikte devredilmesini ifade eder ve işverenlerin devir sırasında müteselsil sorumluluğunu belirler. Bu, işyerinin aktif varlıkları ile pasif borçlarının bir bütün olarak

devredilmesini sağlar. TTK'nın 11. maddesinin 3. fıkrası, devir sözleşmesinin sadece malvarlığını değil, ticari işletmeye ilişkin diğer sözleşmeleri de kapsadığını düzenler. Bu bağlamda, işyerinin devri, yalnızca işçilerin hakları açısından değil, aynı zamanda işyerinin organizasyon yapısının da devralan işverene aktarılması açısından büyük bir öneme sahiptir. TTK, ticari işletmenin devriyle birlikte işyerinin devralan işverene geçmesini ve iş sözleşmelerinin devir anında tüm hak ve yükümlülükleriyle birlikte devralan işverene intikal etmesini sağlar. Böylece işyerinin devri, sadece malvarlıkları değil, işçilik alacakları ve iş ilişkileri açısından da sorumluluklar doğurur.

İş Kanunu'nun 6. maddesi çerçevesinde işyeri devri, işçi haklarının korunması açısından önemli düzenlemeler getirmektedir. İşyeri devri durumunda, iş sözleşmesi tüm hak ve borçlarıyla birlikte devralan işverene geçer ve işçi, çalışma ilişkisini kesmeden işine devam eder. Bu süreç, işçinin iş güvenliğini ve haklarının devamlılığını sağlamayı amaçlayan bir koruma mekanizması sunar. Kanun koyucu, işyerinin devri sırasında işçi ile işveren arasında yeni bir sözleşme yapılmasını gereksiz kılarken, mevcut iş sözleşmesinin devamını sağlayarak işçinin haklarını garanti altına almıştır. İşyeri devri, işçinin kıdem tazminatı, ihbar tazminatı, yıllık ücretli izin ve diğer işçilik alacakları gibi hakları bakımından dikkatli bir inceleme gerektiren bir süreçtir. Özellikle kıdem tazminatı ve ihbar tazminatı gibi ödemelerin hangi işverene ait olduğuna dair belirsizliklerin giderilmesi önemlidir. Kanun, devirden önce doğmuş ve devir anında muaccel olmayan bazı borçların devralan işverenin sorumluluğunda olduğunu netleştirmiştir. Ancak, devir sırasında kullanılamayan yıllık izin ücretleri, devreden işverenden alınamayacak olup, yalnızca devralan işverenin sorumluluğunda olacaktır. Devralan işveren, iş sözleşmesi kendisine geçen işçilerin işçilik alacaklarından sorumlu olsa da devreden işverenin işyerindeki alacaklar ve borçlarla ilgili belirli bir sorumluluk süresi vardır. Bu süre, genellikle iki yıl ile sınırlıdır. Bu durum, devralan işverenin işçi hakları konusunda daha büyük bir sorumluluk yükü taşırken, devreden işverenin sorumluluğunun sınırlı olmasını sağlamaktadır. Ayrıca, işyeri devri sırasında iş sözleşmesinin feshi, yalnızca iş organizasyonu ya da ekonomik ve teknolojik sebeplerle haklı sebeplerle yapılabilir. Sonuç olarak, işyerinin devri, işçi haklarının korunması ve iş ilişkilerinin devamlılığını sağlama açısından önemli bir düzenleme sunmaktadır. Ancak, bu süreçte devralan ve devreden işverenlerin sorumlulukları net bir şekilde belirlenmiş olsa da her iki tarafın da yükümlülüklerini yerine getirmesi, işçilerin mağduriyetini engellemek adına büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

Alpagut, G. (2010). İşyerinin Devri ve İş Sözleşmesinin Fesih Hakkı. İstanbul: Beta.

Aykan, Ö. Y. (2006). Avrupa Birliği ve Türk Hukukunda İşyeri Devri Halinde İşçilerin Kazanılmış Haklarının Korunması. Legal İş Hukuku ve Sosyal Güvenlik Hukuku Dergisi, 3(12), 1251-1281.

Arkan S. (2017). Ticari İşletme Hukuku (23. Bası). Ankara: Banka ve Ticaret Hukuku Araştırma Enstitüsü.

Cerenoğlu, C. (2022). Ticari İşletmenin Devri. İstanbul: Beta.

Çelik, N., Caniklioğlu, N., Canbolat, T. ve Özkaraca, E. (2023). İş hukuku dersleri (35.baskı). İstanbul: Beta.

Erdem, E. (2013). Türk Ticaret Kanunu Uyarınca Ticari İşletmenin Devri. Yaşar Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, Cilt 8, Prof. Dr. Aydın Zevklilere Armağan Özel Sayısı, 987 1017.

Karahan S. (2015). Ticari İşletme Hukuku (27. Baskı). Konya: Mimoza.

Öz, T. (2013). Ticari İşletme Malvarlığının Devrine İlişkin Yeni Türk Ticaret Kanunu Düzenlemesi, Ersin Çamoğlu'na Armağan, içinde (95-120). İstanbul: Vedat Kitapçılık.

Özkaraca, E. (2008). İşyerinin Devrinin İş Sözleşmelerine Etkisi ve İşverenlerin Hukuki Sorumluluğu, İstanbul: Beta.

Süzek, S. (2018). İş hukuku (16.baskı). İstanbul: Beta.

Şener O. H. (2016). Ticari İşletme Hukuku Ders Kitabı. Ankara: Seçkin.

Uçarol, F., B. (2017). İşyeri Devrinin İş Sözleşmesine Etkisi, Ankara: Seçkin.

İŞ SÖZLEŞMESİNDE SADAKAT BORCUNUN KAPSAMI: İŞVERENİN HAKLI MENFAATLERİ VE ÖLÇÜLÜLÜK İLKESİ ÇERÇEVESİNDE BİR DEĞERLENDİRME

Res. Assist. Mehmet Emin BEKIK
Inonu University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Division of Labour Law
ORCID ID: 0000-0001-6959-1716
Res. Assist. Fazlı Enes DONMEZ
Inonu University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Division of Commercial Law
ORCID ID: 0000-0002-3343-2948

ÖZET
İşçi, akdedilen iş sözleşmesi uyarınca işverene karşı bir iş görme borcu üstlenmekte; bu durum, sözleşmenin tarafları arasında kişisel bir ilişkinin kurulmasını doğal bir gereklilik hâline getirmektedir. Bu kişisel ilişki, tarafların menfaat dengesinin gözetilmesi ihtiyacını da beraberinde getirmekte; bu bağlamda iş sözleşmelerinin karşılıklı güven temeli üzerine inşa edilmesi, işçinin işverenine karşı sadakatle davranma yükümlülüğünü ortaya çıkarmaktadır. Genel olarak işçinin sadakat yükümlülüğü; işverene karşı asli edim yükümlülüğü olan iş görme borcunu tamamlayıcı nitelikteki yan edim yükümlülükleri ile davranış yükümlülüklerinden oluşan bir bütünlük arz eder. Bu çerçevede sadakat borcu, iş sözleşmesi uyarınca işverene bağımlılık ilişkisi içinde iş görme borcunu ifa eden işçinin, işverene içtenlikle bağlı kalmasını ve özellikle işverenin ekonomik çıkarlarını korumak amacıyla onun zararına yol açabilecek her türlü davranıştan kaçınmasını ifade eder. Sadakat borcuna aykırılık teşkil eden davranışların önceden sınırlı olarak belirlenmesi mümkün değildir. Bu nedenle, işçinin iş ilişkisi kapsamında gerçekleştirdiği bir fiilin sadakat borcuna aykırılık oluşturup oluşturmadığı; somut olayın özellikleri, yapılan işin niteliği, işyerinin yapısı ve taraflar arasında kurulan güven ilişkisinin ihlal edilip edilmediği dikkate alınarak değerlendirilmelidir. İşçinin iş sözleşmesiyle yüklendiği temel borç iş görme edimidir; ancak bu edimin tam, doğru ve iş ilişkisine uygun şekilde ifa edilebilmesi için işçi, sözleşmenin kurulmasıyla birlikte çeşitli yan edim ve davranış yükümlülükleri de üstlenmiş olur. Sadakat borcu kanundan veya sözleşme hükümlerinden kaynaklanabilir; ancak kanunda ya da sözleşmede açık bir düzenleme bulunmadığında, mesleki ya da yerel örf ve adet kuralları çerçevesinde sadakat borcuna aykırılığın varlığı değerlendirilebilir. Sadakat borcunun sınırsız bir yükümlülük olduğu yönündeki yaklaşım isabetli değildir. Kanun koyucu, Türk Borçlar Kanunu hükümleri çerçevesinde sadakat yükümlülüğünün kapsamını belirlerken işverenin "haklı menfaati" ölçütünü esas almıştır. Bununla birlikte, işverenin haklı menfaatinin söz konusu olduğu her durumda işçinin sadakat yükümlülüğü bulunduğu söylenemez. Zira ölçülülük ilkesi gereği, işçinin karşı taraftaki haklı menfaate üstün gelen bir menfaatinin varlığı hâlinde sadakat borcuna aykırılıktan söz etmek mümkün olmayacaktır.
Anahtar kelimeler: İş hukuku, işçi, iş görme, sadakat.

THE SCOPE OF THE DUTY OF LOYALTY IN EMPLOYMENT CONTRACTS: AN ASSESSMENT WITHIN THE FRAMEWORK OF THE EMPLOYER'S LEGITIMATE INTERESTS AND THE PRINCIPLE OF PROPORTIONALITY

ABSTRACT
The employee, by virtue of the employment contract concluded, undertakes an obligation to perform work for the employer; this creates a personal relationship between the parties, which emerges as a natural requirement of the contractual arrangement. This personal relationship

necessitates the maintenance of a balance between the parties' interests, and accordingly, the fact that employment contracts are built upon mutual trust gives rise to the employee's duty to act loyally toward the employer. In general, the employee's duty of loyalty consists of a set of ancillary and behavioral obligations that complement the principal duty of performance, namely the obligation to perform work for the employer. Within this framework, the duty of loyalty refers to the employee's obligation—arising from the dependency inherent in the employment relationship—to remain genuinely committed to the employer and to refrain from any conduct that may harm the employer, particularly with regard to protecting the employer's economic interests. It is not possible to predetermine, in a numerus clausus manner, the acts that constitute a breach of the duty of loyalty. Therefore, whether a particular act performed by the employee within the scope of the employment relationship constitutes a violation must be assessed by taking into account the specific circumstances of the case, the nature of the work, the characteristics of the workplace, and whether the relationship of trust established between the parties has been impaired. Although the employee's primary obligation under the employment contract is the performance of work, the proper, complete, and accurate execution of this obligation necessitates the assumption of various ancillary and behavioral duties upon the conclusion of the contract. The duty of loyalty may arise from statutory provisions or from the contract itself; however, in the absence of explicit provisions in the law or the contract, the existence of a breach of the duty of loyalty may be determined in accordance with professional or local customs and practices. The view that the duty of loyalty constitutes an unlimited obligation is not accurate. The legislator, within the framework of the Turkish Code of Obligations, has delineated the scope of the duty of loyalty by prioritizing the concept of the employer's "legitimate interest." Nevertheless, it cannot be asserted that the employee's duty of loyalty applies in every instance in which the employer has a legitimate interest. In accordance with the principle of proportionality, if the employee possesses an interest that outweighs the employer's legitimate interest, a breach of the duty of loyalty cannot be deemed to have occurred.
Keywords: Labour law, employee, work, loyalty.

1.GİRİŞ

İş sözleşmelerinde işçi ve işveren arasında sözleşmenin karşı tarafında duyulan güven oldukça önem arz etmektedir. Zira sözleşmenin taraflarının birbirlerine duydukları güvenin ölçütü, borç ilişkisinin nasıl ilerleyeceği ve sonuçlanacağı hususunda etki göstermektedir. İşçinin sadakat borcu nezdinde nasıl davranması gerektiğinin çerçevesi belirlenmektedir. Ancak bu hususta belirtmek gerekir ki; işçinin iş sözleşmesi nedeniyle sadakat borcunun sınırının bulunmaması gerektiği ve sadakat borcunun sonsuz olduğu söylemi eşyanın tabiatına aykırı olacaktır. Çalışma kapsamında güncel Yargıtay kararları ışığında işçinin sır saklama ve rekabet etmeme yükümlülüğü irdelenerek uygulamada ortaya çıkması olası uyuşmazlıklara çözüm önerileri sunulmaya çalışılmıştır.

2.İŞÇİNİN SADAKAT BORCU

Genel itibariyle, işçinin sadakat yükümlülüğü, işverene karşı asli edim yükümlülüğü olan iş görme borcuyla birlikte yan edim yükümlülükleri ve davranış yükümlülükleri niteliğindeki fiil ve eylemler bütünüdür (Süzek,2019; Narmanlıoğlu,2012; Arslan Ertürk,2010). İşçinin sadakat borcu; iş sözleşmesiyle işverenin gözetimi ve denetimi altına iş görme edimini borçlanan işçinin, iş akdinin kişisel ilişki tesis ediyor olması gereği işverene içtenlikle bağlanması ve işverenin özellikle ekonomik çıkar ve menfaatlerini koruması maksadıyla işverenin zararına sebebiyet verecek hal ve hareketlerden kaçınması olarak tanımlanabilecektir (Narmanlıoğlu, 2012; Alpagut, 2012).

İş sözleşmesiyle birlikte işçinin üstlendiği temel yükümlülük, iş görme borcudur. Buna karşılık, iş sözleşmesinin kurulmasını takiben, işçi asıl borç olan iş görme ediminin eksiksiz ve doğru

biçimde yerine getirilmesi için çeşitli yan edim ve davranış yükümlülükleri de taşımaktadır (Kayırgan, 2014). İşçinin sadakat borcu ise yasadan veya iş sözleşmesinden doğabilmektedir; ancak yasa veya sözleşmede uyuşmazlığa ilişkin açık bir sadakat kuralı bulunmaması halinde, mesleki veya yerel örf ve adet kurallarına göre sadakat borcuna aykırılık olup olmadığı belirlenebilecektir (Akyiğit, 2013).

İşçinin sadakat borcu sınırsız değildir ve dolayısıyla bu yükümlülüğün sınırsız olduğu söylenemez. Kanun koyucu, sadakat yükümünün sınırlarını belirlerken işverenin haklı menfaatini temel ölçüt olarak ortaya koymuştur. Ancak işverenin haklı menfaatinin bulunduğu her durumda işçinin mutlak bir sadakat borcu altında olduğunu ileri sürmek doğru olmayacaktır; zira ölçülülük ilkesi gereğince, işçinin de benzer düzeyde haklı bir menfaatinin bulunması halinde sadakat yükümlülüğüne aykırılıktan söz edilemeyecektir (Süzek, 2019, Akyiğit, 2013).

İşçinin sır saklama yükümlülüğü, işe veya işyerine dair gizli kalması gereken ve zorunlu bilgilerin üçüncü kişilere ifşa edilmemesi sorumluluğunu içermektedir (Uşan, 2003; Alpagut, 2012). Sır, başkalarınca bilinmeyen, açıklandığı takdirde işverenin menfaatlerine zarar verme ihtimali taşıyan ve başkalarıyla paylaşılmamasında yarar bulunan her türlü bilgidir (Doğan, 2017; Uşan,2003). Bir bilginin sır sayılabilmesi için bilinmez olması temel şarttır (Doğan, 2017). İşçi, görevi gereği öğrendiği sırları korumak ve üçüncü kişilere açıklamamakla yükümlüdür. Bu yükümlülük, iş ilişkisi boyunca edinilen tüm sırları ve işverenin özellikle paylaşılmamasını istediği bilgileri kapsamaktadır (Narmalıoğlu, 2012; Uşan, 2003). İşçinin saklamakla yükümlü olduğu bilgilere nasıl ulaştığı ise sır saklama yükümlülüğü bakımından önem taşımamaktadır (Kayırgan, 2014).

Üçüncü kişilere aktarılan işyerine ilişkin her bilginin sır olarak nitelendirilip nitelendirilmeyeceği hususu pratikte tartışma konusu olabilmektedir. İşçi tarafından elde edilen bilgilerin sır saklama yükümlülüğü kapsamında değerlendirilebilmesi için, işçinin bu bilgilerin gizlilik taşıdığının farkında olması gerekmektedir. İşçinin bu farkındalığının tespitinde ise; iş sözleşmesi, işçinin nitelik ve kişiliği, çalıştığı pozisyon, eğitimi ve aldığı ücret gibi unsurların birlikte ele alınması önem taşımaktadır (Alpagut, 2012). İşçinin, işyerindeki gizli bilgileri kamu makamlarına açıklamakla yükümlü tutulduğu durumlarda ise, artık sır saklama yükümlülüğünden söz edilemeyecektir (Kayırgan, 2014).

Borçlar hukukunda, tarafların temel yükümlülüğü üzerinde anlaştıkları sözleşme hükümlerindeki edimlere bağlı kalmaktır. Ahde vefa ilkesi gereğince borçlu, edimini sözleşmeye uygun biçimde yerine getirmekle yükümlüdür (Soyer, 1994; Uşan, 2003; Doğan, 2017). Ancak sözleşmenin imzalanmasından sonra koşulların değişmesi halinde, dürüstlük kuralları çerçevesinde sözleşmenin yeni duruma uyarlanması gerekiyorsa, ahde vefa ilkesine aykırı düşse bile sözleşme değişen şartlara göre düzenlenebilecektir (Doğan, 2017).

Türk Borçlar Kanunu'nun 445. maddesi, hakime rekabet yasağı sözleşmelerindeki aşırı sınırlamalara müdahale yetkisi tanımış olup, madde hükmü uyarınca hakim aşırı rekabet yasağını tüm koşulları değerlendirerek ve işverenin karşı edimini hakkaniyetle göz önünde bulundurarak kapsam veya süre bakımından sınırlayabililecektir.

TBK m.445 ile hâkime tanınan müdahale olanağı sayesinde, aşırı geniş rekabet yasağı sözleşmelerine geçersizlik yaptırımı uygulamak yerine, kanun koyucu tarafından sözleşmenin kanuna ve dürüstlük kurallarına uygun hale getirilmesi imkanı sağlanmıştır. Bu sayede hakim, rekabet yasağı sözleşmelerinden kaynaklanan uyuşmazlıklarda işverenin korunması gereken haklı menfaatleri ile işçinin ekonomik geleceği arasında bir denge kurarak karar verebilecektir (Alpagut, 2012; Uşan, 2003).

Hakim, rekabet yasağı sözleşmelerine ancak aşırı nitelikteki sınırlama hükümlerinin varlığı halinde müdahale edebilecektir. TBK m.445'te düzenlenen ve hakime müdahale yetkisi veren hüküm, yalnızca aşırı bir sınırlama içeren rekabet yasağı hükümlerinin bulunması durumunda uygulanacaktır. Dolayısıyla, TBK m.444'te belirtilen yazılı şekil ve tarafların fiil ehliyeti gibi

geçerlilik koşullarını taşımayan bir rekabet yasağı sözleşmesi geçersiz sayılacak ve hakimin müdahalesi söz konusu olmayacaktır (Doğan, 2017).

İşçinin ekonomik geleceğini hakkaniyete aykırı biçimde tehlikeye sokan aşırı sınırlamalar içeren bir rekabet yasağı sözleşmesinde, hakim tarafından sınırlamaların kapsamı daraltılabilir, sözleşme hükümleri değiştirilebilir veya sınırlama tamamen ortadan kaldırılabilir. Ancak hakim, tarafların hiç kararlaştırmadığı, işverenin işçiye karşı ek bir edimde bulunması gibi hususlarda kendiliğinden karar veremeyecektir (Soyer, 1994).

3.SONUÇ

İş sözleşmesinde sadakat borcu, işverenin haklı menfaatlerinin korunmasını amaçlamakla birlikte, bu borcun kapsamı ölçülülük ilkesiyle sınırlandırılmalıdır. İşçinin rekabet özgürlüğü ve özel hayatı, işverenin menfaatleriyle dengelenerek, sadakat borcunun makul sınırlar içinde tutulması gerekmektedir. Aksi takdirde, işçinin kişisel ve ekonomik özgürlükleri aşırı derecede kısıtlanmış olacaktır. Sonuç olarak, iş sözleşmesindeki sadakat borcu, işverenin meşru çıkarlarını korurken, işçinin haklarını ve özgürlüklerini de gözetmek zorundadır. Ölçülülük ilkesi, bu dengenin sağlanmasında kritik bir rol oynar. Sadakat borcunun kapsamı, işin niteliği, işverenin menfaatlerinin önemi ve işçinin pozisyonu gibi faktörler dikkate alınarak belirlenmelidir. Aksi takdirde, işçinin çalışma özgürlüğünü aşırı derecede kısıtlayan ve onu ekonomik olarak zor durumda bırakan uygulamalar ortaya çıkabilir. Bu nedenle, sadakat borcunun uygulanmasında adaletli ve dengeli bir yaklaşım benimsenmeli, işverenin haklı menfaatleri ile işçinin temel hakları arasında makul bir uzlaşma sağlanmalıdır.

KAYNAKÇA

Alpagut, G. (2012). İşçinin Sadakat Borcu ve Türk Borçlar Kanunu ile Getirilen Düzenlemeler. Sicil İş Hukuku Dergisi, 7(25), 23-32.

Arslan Ertürk, A. (2010). Türk İş Hukukunda İşçinin Sadakat Borcu. İstanbul: Levha Yayıncılık.

Doğan, S. (2017). İşçinin Rekabet Yasağı İş Sırrının Korunması. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Kayırgan, H. (2014). İş Hukukunda Sadakat Borcunun Genel Bir Değerlendirmesi. Marmara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Hukuk Araştırmaları Dergisi, 20(1), 459-478.

Narmanlıoğlu, Ü. (2012). İş Hukuku Ferdi İş İlişkileri I (4. baskı). İstanbul: Beta Yayıncılık.

Soyer, P. (1994). Rekabet Yasağı Sözleşmesi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları.

Süzek, S. (2019). İş Hukuku (9.baskı). İstanbul: Beta Yayıncılık.

Uşan, F. (2003). İş Hukukunda İş Sırrının Korunması (Sır Saklama ve Rekabet Yasağı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

ÖKSETİK PETEK YAPILARININ BASMA DAYANIMINA KRİSTAL KAFES KONFİGÜRASYONLARI VE GEOMETRİK PARAMETRELERİN ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Tuğçe YILDIZ
Karabuk University, Engineering and Natural Sciences Faculty, Department of Mechanical Engineering, Karabük
ORCID: 0000-0002-5361-7923
Muhammet Mevlüt KARACA
Karabuk University, Engineering and Natural Sciences Faculty, Department of Mechanical Engineering, Karabük
ORCID: 0000-0001-9644-3663

ÖZET
Bu çalışmada, üç farklı birim kafes parametresine sahip re-entrant, hegzagonal ve triangular öksetik petek kafes yapılarının basma davranışı deneysel olarak incelenmiştir. Negatif Poisson oranına sahip öksetik yapıların kendine özgü deformasyon mekanizmaları nedeniyle, birim hücre geometrisi ve boyutsal parametrelerin mekanik performans üzerindeki etkisi önemli bir araştırma konusu oluşturmaktadır. Bu kapsamda, her bir öksetik konfigürasyon için üç farklı birim kafes parametresi kullanılarak numuneler eklemeli imalat yöntemiyle üretilmiş ve tek eksenli basma testlerine tabi tutulmuştur. Deneysel sonuçlar, birim hücre boyutlarındaki değişimin basma dayanımı ve deformasyon davranışı üzerinde belirgin etkiler oluşturduğunu göstermiştir. Ayrıca, re-entrant, hegzagonal ve triangular kafes yapılar arasında geometrik özelliklere bağlı olarak yük taşıma kapasiteleri açısından anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular, öksetik petek kafes yapıların tasarımında geometrik optimizasyonun mekanik performansın iyileştirilmesinde kritik bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.
Anahtar Kelimeler: Öksetik petek yapılar, negatif Poisson oranı, basma mukavemeti, eklemeli imalat

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF CRYSTAL LATTICE CONFIGURATIONS AND GEOMETRIC PARAMETERS ON THE COMPRESSIVE STRENGTH OF AUXETIC HONEYCOMB STRUCTURES

ABSTRACT
In this study, the compressive behavior of re-entrant, hexagonal, and triangular auxetic honeycomb lattice structures with three different unit cell parameters was experimentally investigated. Due to the unique deformation mechanisms associated with the negative Poisson's ratio of auxetic structures, unit cell geometry and dimensional parameters play a critical role in determining mechanical performance. Accordingly, specimens for each auxetic configuration were fabricated using additive manufacturing with three distinct unit cell parameters and subjected to uniaxial compression tests. The experimental results demonstrate that variations in unit cell dimensions significantly influence compressive strength and deformation behavior. Moreover, notable differences in load-bearing capacity were observed among the re-entrant, hexagonal, and triangular lattice configurations, depending on their geometric characteristics. These findings highlight that geometric optimization is a crucial factor in enhancing the mechanical performance of auxetic honeycomb lattice structures.
Keywords: Auxetic honeycomb structures, negative Poisson's ratio, compressive strength, additive manufacturing.

1. INTRODUCTION

Auxetic materials are a distinct category of cellular structures characterized by a negative Poisson's ratio (NPR) resulting from their atypical deformation behavior under tensile or compressive forces [1]. Conventional engineering materials contract laterally when subjected to tensile stress, but auxetic constructions exhibit lateral expansion under tension and contraction under compression [2]. This distinctive mechanical response arises not from the material's chemical composition, but from its cellular structure, namely its honeycomb-like geometric patterns [3]. Auxetic honeycomb structures provide enhanced mechanical qualities due to re-entrant angles and unique cell shapes that facilitate NPR behavior. These structures may efficiently dissipate energy under compressive loads via controlled folding and condensation of the cell walls, hence demonstrating enhanced energy absorption and superior compressive performance [4]. Moreover, auxetic honeycomb frames exhibit superior indentation resistance, fracture toughness, and specific mechanical strength relative to traditional honeycomb structures characterized by a positive Poisson ratio [5]. These qualities are crucial, particularly for engineering applications where compressive and impact loads predominate [6].

Among the extensively researched auxetic honeycomb geometries, re-entrant, hexagonal, and triangular forms are prominent . Re-entrant honeycomb structures have distinctive condensation and folding behavior when subjected to compressive pressures, attributed to their inwardly curved cell walls [7,8]. Numerous studies have been documented in the literature about the enhancement of the mechanical performance of re-entrant auxetic honeycomb structures. Prior studies have demonstrated that the compressive strength, stiffness, and energy absorption characteristics can be markedly enhanced by altering the cell geometry or including supplementary load-bearing components into the unit cell [9–11]. Specifically, it has been noted that the inherent low stiffness drawback of re-entrant structures is partially mitigated, and the deformation behavior is rendered more controlled with the incorporation of internal support elements, analogous intra-structure enhancements, or graded geometries. Moreover, experimental and numerical investigations demonstrate that alterations in the geometric parameters of re-entrant honeycomb structures significantly influence compressive strength, condensation strain, and energy absorption capacity. Hexagonal honeycomb structures constitute an important reference geometry for lightweight and load-bearing applications, systematic experimental comparisons with auxetic honeycomb structures are essential to better understand and improve their compressive strength and deformation mechanisms [11–14]. Triangular honeycomb structures provide more uniform load distribution due to their symmetrical cell designs, while demonstrating a consistent mechanical reaction throughout the deformation process. These various geometric mechanisms significantly influence the compressive strength and deformation characteristics of these structures [15,16].

This work systematically compares the compressive strength and deformation behavior of re-entrant, hexagonal, and triangular auxetic honeycomb structures. This study experimentally examines three different honeycomb configurations with differing geometric parameters under the same stress conditions, in contrast to many prior research that focus mostly on a single auxetic geometry or predominantly utilize numerical models. This study provides a cohesive framework for directly comparing the mechanical responses of commonly utilized honeycomb topologies by analyzing the impact of unit cell shape and size factors on compressive performance. The findings enhance comprehension of geometric property interrelations in auxetic honeycomb structures and offer practical design insights for maximizing compressive strength and deformation management in lightweight structural applications.

2. MATERIAL AND METHOD

In this study, specimens with three different honeycomb geometries (re-entrant, hexagonal, and triangular) were produced to investigate the compressive strength of auxetic honeycomb structures. Considering three different unit cell sizes for each honeycomb geometry, a total of nine different specimen configurations were designed and experimentally evaluated. General schematic views of the specimens are presented in Figure 1.

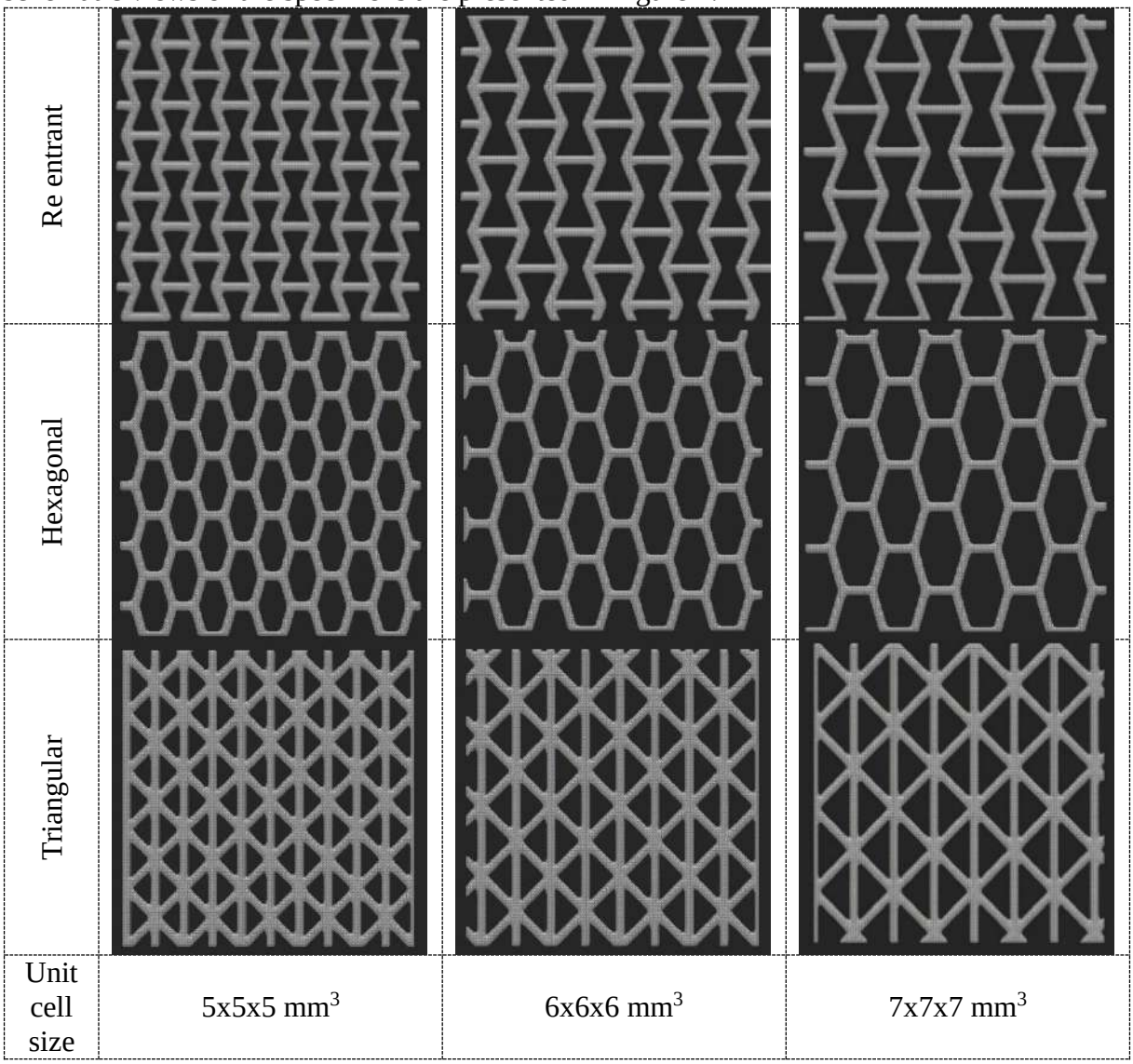


Figure 1 . General schematic views of the specimens

Polylactic acid based filament was used in the production of the samples, and all samples were produced using the fused deposition modeling method. The manufacturing operations were executed utilizing a Creality K2 Plus 3D printer. The fundamental production parameters, including nozzle diameter, layer thickness, printing speed, infill ratio, and printing temperature, were maintained constant throughout the printing process, with comprehensive printing parameters provided in Table 1.

Table 1. Printing Parameters

Parameter	Value
Filament diameter (mm)	1.75
Nozzle diameter (mm)	0.40
Extruder temp. (°C)	210
Table temp. (°C)	60
Infill density (%)	100
Layer thickness (mm)	0.20

The geometric designs of the honeycomb structures were parametrically generated using nTopology software (Figure 2). During the design process, the unit cell geometry and cell dimensions were systematically modified for each honeycomb model. The sample external dimensions were determined as 25.4 x 25.4 x 8 mm³ and kept constant for comparability purposes. The unit cell parameters, geometric ratios, and sample dimensions used are detailed in Table 2.

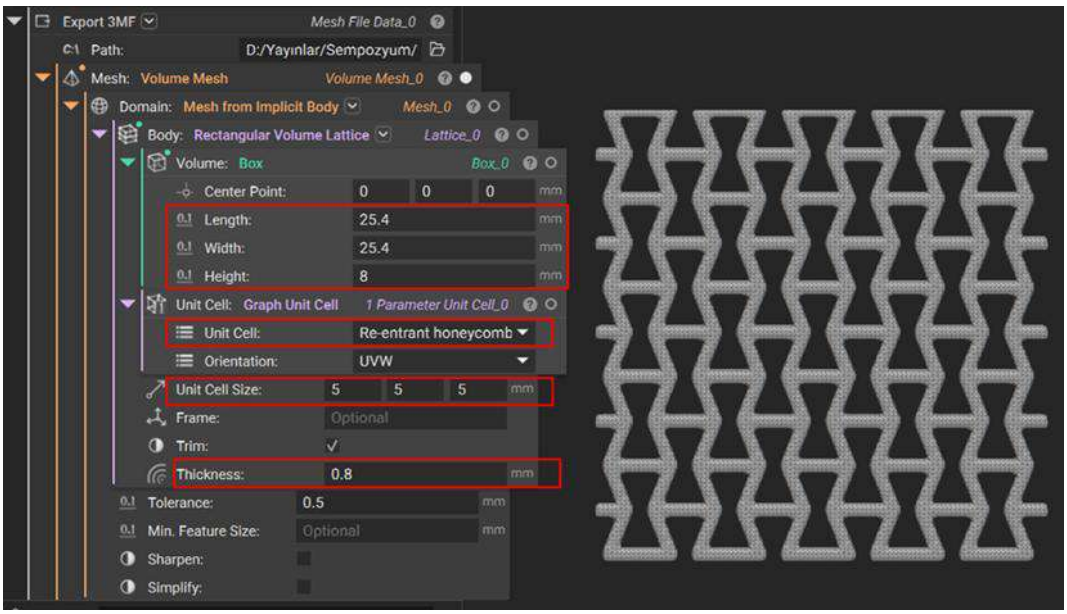
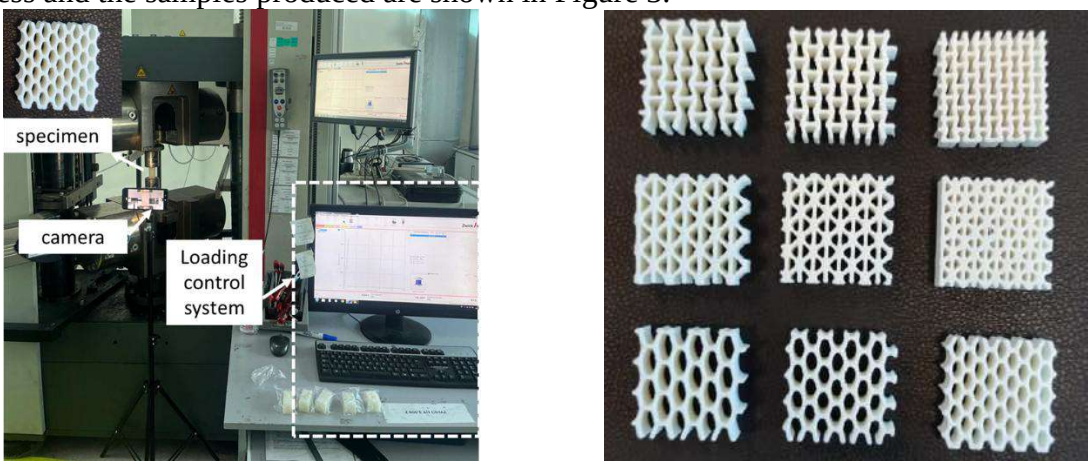


Figure 2. Parametric design workflow of the auxetic honeycomb lattice structure generated in nTopology.

Table 2 Sample identification codes and geometric properties of the specimens.

Sample Code	Cell Geometry	Unit Cell Size (mm³)
R1	Re-entrant	5 × 5 × 5
R2	Re-entrant	6 × 6 × 6
R3	Re-entrant	7 × 7 × 7
T1	Triangular	5 × 5 × 5
T2	Triangular	6 × 6 × 6
T3	Triangular	7 × 7 × 7
H1	Hexagonal	5 × 5 × 5
H2	Hexagonal	6 × 6 × 6
H3	Hexagonal	7 × 7 × 7

The samples produced were subjected to uniaxial compression tests without any further post-production processing. Compression tests were performed at room temperature using a Zwick brand universal testing machine. The tests were conducted at a constant crosshead speed of 2 mm/min and continued until a displacement of approximately 13 mm was reached, corresponding to approximately 50% of the sample's deformation. The compression test process and the samples produced are shown in Figure 3.



(a) (b)

Figure 3 (a) Compression test setup and (b) fabricated auxetic honeycomb specimens.

3. RESULTS AND DISCUSION

This section experimentally examines the mechanical performance of various auxetic honeycomb lattice geometries fabricated using additive manufacturing under uniaxial compressive loading. The compressive force-displacement curves and initial peak force values are utilized to comparatively examine the influence of lattice geometry and unit cell size on mechanical performance. The analysis of the compressive force-displacement curves presented in Figure 4, alongside the initial peak force values compiled in Table 3, reveals that the compressive behavior of oxetic honeycomb lattices is significantly influenced by both the lattice configuration and the geometric dimensions of the unit cell. The initial peak force is regarded as a crucial threshold at which elastic instability initiates in the cell walls, leading to local buckling. This parameter is highlighted in literature as the primary indicator of energy absorption and transfer capability [17,18].

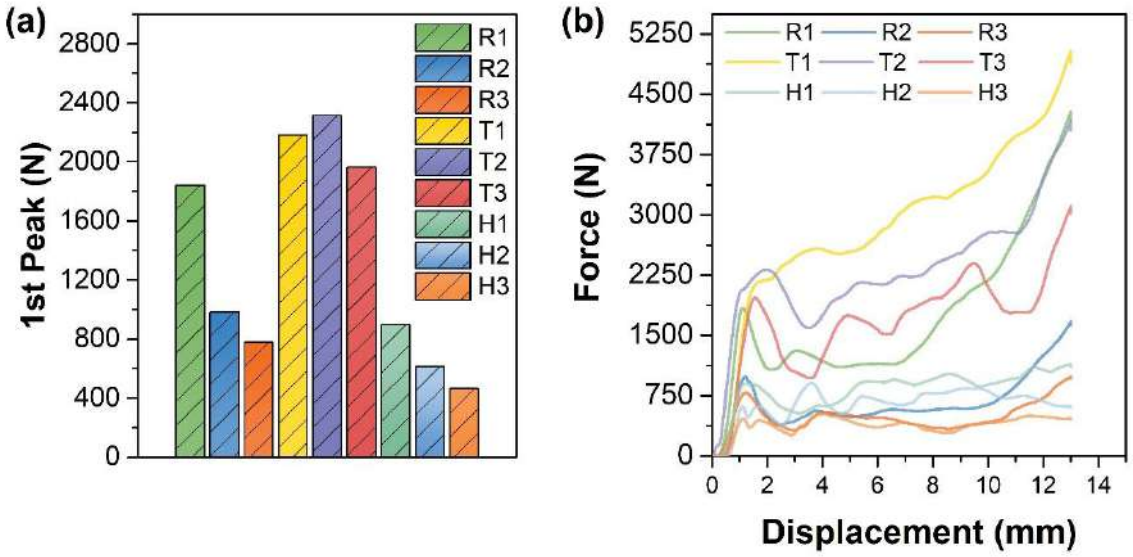


Figure 4 (a) First peak load comparison and (b) load–displacement responses of the auxetic honeycomb specimens

The results indicate that triangular (T) lattices demonstrate the highest initial peak strength values across all unit cell configurations in comparative analyses of lattice models. Sample T2 attains the peak value of 2314.4 N, succeeded by T1 at 2182 N and T3 at 1964.6 N. This is due to the ability of triangular lattices to facilitate load transfer in a multi-axial and more uniform manner, postponing stress concentrations at cell connections and allowing for more efficient functioning of closed load routes. Prior research has indicated that triangular-based lattices have superior initial stiffness and peak strength relative to re-entrant and standard hexagonal configurations [19].

Table 3 First peak load values of the auxetic honeycomb specimens.

Sample	**R1**	**R2**	**R3**	**T1**	**T2**	**T3**	**H1**	**H2**	**H3**
First Peak Load (N)	1841.4	983.2	779.7	2182	2314.4	1964.6	896.5	614.5	464.4

In specimens featuring a re-entrant (R) lattice structure, the first peak force values are inferior to those of triangular structures, while markedly superior to hexagonal structures. Specimen R1 exhibits the highest value in the re-entrant group at 1841.4 N, but a notable decline is evident in specimens R2 (983.2 N) and R3 (779.7 N) when the unit cell size escalates. This trend arises from the earlier activation of rotating and folding mechanisms in the cell arms as the unit cell size grows, influenced by the negative Poisson ratio of the re-entrant geometry. The research indicates that re-entrant structures are highly sensitive to geometric parameters, with minor alterations in cell angles and arm lengths substantially influencing the compressive response [20]. Hexagonal (H) lattices demonstrated the lowest initial peak strength values among all configurations. Samples H1, H2, and H3 exhibited values of 896.5 N, 614.5 N, and 464.4 N, respectively. This phenomenon can be attributed to the positive Poisson ratio of hexagonal lattices and the premature buckling of cell walls under compressive stress. The reliance of the load-carrying mechanism on uniaxial cell wall deformation constrains the initial peak strength of these structures. Comparable patterns have been documented in prior research on traditional honeycomb structures fabricated using FDM [21,22].

The effect of unit cell dimensions is substantial across all lattice types, with the most pronounced effects evident in re-entrant lattices. In the R series, a modification in the unit cell parameter results in a reduction of the initial peak strength by roughly 58%, although this alteration is comparatively constrained in triangular lattices. This outcome suggests that

triangular structures possess a more robust load-bearing mechanism in response to geometric scaling, whereas re-entrant structures exhibit more sensitivity due to local mechanisms reliant on cell scale. In hexagonal lattices, despite the low absolute peak values, a somewhat consistent downward trend is evident as the unit cell size increases.

4. CONCLUSION

This work experimentally examined the compressive mechanical performance of additively built re-entrant, triangular, and hexagonal auxetic honeycomb lattices under uniaxial loads. The findings indicate that lattice shape and unit cell dimensions significantly influence the initial peak strength and overall compressive behavior of auxetic structures. Among the examined configurations, triangular lattices had the greatest initial peak loads and the most consistent load-bearing performance, signifying enhanced resistance to elastic instability and local buckling. Re-entrant lattices exhibited moderate strength levels but were markedly susceptible to fluctuations in unit cell dimensions owing to their deformation mechanisms dominated by rotation and folding. Conversely, hexagonal lattices had the lowest peak strength values, mostly due to premature cell wall buckling and uniaxial load distribution. The findings underscore the significance of geometric optimization in the design of auxetic honeycomb lattices for applications necessitating improved load-bearing capacity and energy absorption.

REFERENCES

Zhu, D., Wei, Y., Shen, X., Yan, K., Yuan, M., and Qi, S., "A novel elliptical annular re-entrant auxetic honeycomb with enhanced stiffness", *International Journal Of Mechanical Sciences*, 262 (June 2023): 108732 (2024).

Montgomery-Liljeroth, E., Schievano, S., and Burriesci, G., "Elastic properties of 2D auxetic honeycomb structures- a review", *Applied Materials Today*, 30 (November 2022): 101722 (2023).

Ghoddousi, S., Yakhforvazan, A. V., and Safarabadi, M., "Effects of foam filling on flexural performance of 3D printed chiral honeycombs", *Thin-Walled Structures*, 209 (September 2024): (2025).

Chen, Z., Li, J., Wu, B., Chen, X., and Min Xie, Y., "Enhanced mechanical properties of re-entrant auxetic honeycomb with self-similar inclusion", *Composite Structures*, 331 (January): 117921 (2024).

Joseph, A., Mahesh, V., and Harursampath, D., "On the application of additive manufacturing methods for auxetic structures: a review", *Advances In Manufacturing*, 9 (3): 342–368 (2021).

Wu, W., Liu, Y., Yan, J., Wang, B., Bai, F., and Huang, F., "Blast performance of polyurethane foam-filled auxetic honeycomb sandwich beams", *Composite Structures*, 338 (April): 118104 (2024).

Zhang, X. G., Jiang, W., Zhang, Y., Han, D., Luo, C., Zhang, X. Y., Hao, J., Xie, Y. M., and Ren, X., "Bending performance of 3D re-entrant and hexagonal metamaterials", *Thin-Walled Structures*, 188 (December 2022): 110829 (2023).

Yu, S., Liu, Z., Cao, X., Liu, J., Huang, W., and Wang, Y., "The compressive responses and failure behaviors of composite graded auxetic re-entrant honeycomb structure", *Thin-Walled Structures*, 187 (December 2022): 110721 (2023).

Zhang, X., Hao, H., Tian, R., Xue, Q., Guan, H., and Yang, X., "Quasi-static compression and dynamic crushing behaviors of novel hybrid re-entrant auxetic metamaterials with enhanced energy-absorption", *Composite Structures*, 288 (January): 115399 (2022).

Jiang, F., Yang, S., Zhang, Y., Qi, C., and Chen, S., "Fabrication and crushing response of graded re-entrant circular auxetic honeycomb", *International Journal Of Mechanical Sciences*, 242 (2): 107999 (2023).

Günaydın, K., Rea, C., and Kazancı, Z., "Energy absorption enhancement of additively manufactured hexagonal and re-entrant (auxetic) lattice structures by using multi-material reinforcements", *Additive Manufacturing*, 59 (PA): 103076 (2022).
Yan, Z., Liu, Y., Yan, J., Wang, B., Bai, F., Shi, Z., and Huang, F., "Anti-blast performance of 3D-printed sandwich panels with auxetic hexagonal and regular hexagonal honeycomb cores", *Engineering Structures*, 272 (April): 114996 (2022).
Qiu, K., Wang, Z., and Zhang, W., "The effective elastic properties of flexible hexagonal honeycomb cores with consideration for geometric nonlinearity", *Aerospace Science And Technology*, 58: 258–266 (2016).
Li, L., He, Q., Jing, X., Jiang, Y., and Yan, D., "Study on three-point bending behavior of sandwich beams with novel auxetic honeycomb core", *Materials Today Communications*, 35 (April): 106259 (2023).
Zhang, Z. W., Tian, R. L., Zhang, X. L., Wei, F. Y., and Yang, X. W., "A novel butterfly-shaped auxetic structure with negative Poisson's ratio and enhanced stiffness", *Journal Of Materials Science*, 56 (25): 14139–14156 (2021).
Ozalp, A. F., "Thermal vibration of butterfly auxetic metamaterial core sandwich nanoplate with piezoelectric surface layers", *Zeitschrift Für Naturforschung A*, (2025).
Shbanah, M., Jordanov, M., Nyikes, Z., Tóth, L., and Kovács, T. A., "The Effect of Heat Treatment on a 3D-Printed PLA Polymer's Mechanical Properties", *Polymers 2023, Vol. 15, Page 1587*, 15 (6): 1587 (2023).
Mondal, P., Avinash Mohan, M., and Jayaganthan, R., "Review of mechanical properties and impact response of PLA auxetic structures", *Materials Today: Proceedings*, 87: 307–313 (2023).
Wang, W. J., Zhang, W. M., Guo, M. F., Yang, J. S., and Ma, L., "Energy absorption characteristics of a lightweight auxetic honeycomb under low-velocity impact loading", *Thin-Walled Structures*, 185 (February): (2023).
Zhang, X. G., Jiang, W., Zhang, Y., Han, D., Luo, C., Zhang, X. Y., Hao, J., Xie, Y. M., and Ren, X., "Bending performance of 3D re-entrant and hexagonal metamaterials", *Thin-Walled Structures*, 188 (December 2022): 110829 (2023).
Günaydın, K., Rea, C., and Kazancı, Z., "Energy absorption enhancement of additively manufactured hexagonal and re-entrant (auxetic) lattice structures by using multi-material reinforcements", *Additive Manufacturing*, 59 (PA): 103076 (2022).
Zhang, X., Hao, H., Tian, R., Xue, Q., Guan, H., and Yang, X., "Quasi-static compression and dynamic crushing behaviors of novel hybrid re-entrant auxetic metamaterials with enhanced energy-absorption", *Composite Structures*, 288 (January): 115399 (2022).

ISIL İŞLEM VE RE-ENTRANT KAFES KALINLIĞININ FDM İLE ÜRETİLMİŞ PLA ÖKSETİK PETEK YAPILARININ BASMA PERFORMANSI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Tuğçe YILDIZ
Karabuk University, Engineering and Natural Sciences Faculty, Department of Mechanical Engineering, Karabük
ORCID: 0000-0002-5361-7923
Muhammet Mevlüt KARACA
Karabuk University, Engineering and Natural Sciences Faculty, Department of Mechanical Engineering, Karabük
ORCID: 0000-0001-9644-3663

ÖZET
Bu çalışmada, eriyik yığma yöntemi (FDM) ile üretilen re-entrant öksetik petek kafes yapıların basma davranışı üzerine tavlama ısıl işleminin ve birim hücre kalınlığının etkileri deneysel olarak incelenmiştir. Öksetik yapılar, negatif Poisson oranları sayesinde yüksek enerji sönümleme potansiyeline sahip olmalarına rağmen, FDM üretiminde ortaya çıkan katmanlar arası zayıf bağlanma ve artık gerilmeler mekanik performansı sınırlayabilmektedir. Bu kapsamda, farklı birim hücre kalınlıklarına sahip ve 3B yazıcı ile üretilen numuneler, üretim sonrası 75 °C ve 90 °C sıcaklıklarda tavlama işlemine tabi tutulmuş ve oda sıcaklığında basma testleri gerçekleştirilmiştir. Deneysel sonuçlar, birim hücre kalınlığının 1 mm'den 1.25 mm'ye çıkarılmasının oda sıcaklığında ilk tepe (1st peak) yükünde yaklaşık %15, 75 °C tavlama koşulunda ise yaklaşık %8 artış sağladığını göstermiştir. Tavlama sıcaklığının etkisi daha belirgin olup, 90 °C'de tavlanan numunelerde ilk tepe yükü, tavlanmamış numunelere kıyasla yaklaşık %55 oranında artmıştır. Ayrıca, yüksek sıcaklıkta tavlama uygulanan numunelerde plato bölgesi daha kararlı hale gelmiş ve yoğunlaşma bölgesine geçiş gecikerek enerji soğurma kapasitesi artmıştır. Elde edilen bulgular, re-entrant öksetik petek yapılarda tavlama ısıl işleminin, geometrik parametrelerle birlikte mekanik performansı belirleyen kritik bir tasarım parametresi olduğunu ortaya koymaktadır.
Anahtar Kelimeler: Eriyik yığma yöntemi, PLA, öksetik petek yapılar, re-entrant kafes, tavlama ısıl işlemi

EFFECT OF ANNEALING AND RE-ENTRANT LATTICE THICKNESS ON THE COMPRESSIVE PERFORMANCE OF FDM-PRINTED PLA AUXETIC HONEYCOMB STRUCTURES

ABSTRACT
This study experimentally investigates the effects of annealing heat treatment and unit cell thickness on the compressive behavior of re-entrant auxetic honeycomb lattice structures produced by Fused Deposition Modeling (FDM). Although auxetic structures possess high energy dissipation potential due to their negative Poisson ratios, weak interlayer bonding and residual stresses occurring during FDM production can limit mechanical performance. In this context, specimens with different unit cell thicknesses were annealed at 75 °C and 90 °C after fabrication, and compression tests were subsequently performed at room temperature. Experimental results showed that increasing the unit cell thickness from 1 mm to 1.25 mm resulted in an approximately 15% increase in the first peak load at room temperature and approximately an 8% increase under the 75 °C annealing condition. The effect of annealing temperature was more pronounced, with the first peak load increasing by approximately 55% in samples annealed at 90 °C compared to unannealed samples. Furthermore, in samples subjected to high-temperature annealing, the plateau region became more stable, and the

transition to the densification region was delayed, increasing the energy absorption capacity. The findings reveal that annealing heat treatment, along with geometric parameters, is a critical design parameter determining mechanical performance in re-entrant auxetic honeycomb structures.
Keywords: Fused deposition modeling, PLA, auxetic honeycomb structures, re-entrant lattice, annealing.

1. INTRODUCTION

Additive Manufacturing (AM) technologies, in contrast to conventional production methods, operate on the idea of layer-by-layer material deposition [1]. They have garnered considerable attention in recent years owing to their capacity to fabricate intricate geometries and bespoke components rapidly and economically [2]. Fused Deposition Modeling (FDM) is distinguished as one of the most used techniques due to its extensive accessibility and simplicity of implementation [3]. Polylactic acid (PLA), frequently favored in FDM methods, is distinguished by its low processing temperature, minimal warping propensity, dimensional stability, and eco-friendly characteristics sourced from renewable materials [4]. Moreover, PLA provides excellent print quality and surface finish, rendering it extensively utilized in quick prototyping and lightweight structural applications [5]. Its excellent mechanical strength, little carbon footprint, and biocompatibility have established PLA as a vital engineering polymer across various domains, including food packaging and biomedical equipment [6].

Nonetheless, components fabricated by the FDM approach typically demonstrate inferior mechanical properties relative to conventional manufacturing processes like injection molding [7]. The primary causes for this are inadequate interlayer adhesion between filaments during molding and residual thermal stresses during the cooling phase [8]. The inadequate bonding results in micro voids and manufacturing flaws, hence constraining the strength, toughness, and operational performance of the components [9]. Moreover, PLA's comparatively low thermal resistance, restricted toughness, and significant anisotropic characteristics due to additive manufacturing limit its applicability in load-bearing and high temperature settings; consequently, post-processing methods like annealing are essential to enhance its mechanical and thermal properties [10]. Literature indicates that heat treatment significantly enhances the mechanical and thermal properties of PLA materials fabricated by FDM. N. Jayanth et al. indicated that heat treatment of PLA samples created via FDM led to substantial enhancements in ultimate tensile strength (UTS) and heat distortion temperature (HDT), achieving gains of up to 75.3% in tensile strength and around 73% in HDT [11]. D.G. Zisopol et al. indicated that heat treatment of PLA samples fabricated with the FFF method enhanced tensile strength by roughly 30% and maximum flexural strength by 15% [12]. P.K. Mishra et al. demonstrated that heat treatment of 3D printed PLA samples markedly enhanced impact resistance, yielding superior toughness values compared to untreated samples [13]. R.V. Pazhamannil and G. Govindan reported that heat treatment of carbon fiber reinforced PLA (PLA-CF) samples led to a 14.01% enhancement in tensile strength and elevated the crystallinity ratio from 5.93% to 30.86% [14].

Findings in the literature show that annealing heat treatment is an effective method for improving the mechanical properties of PLA [14–16]. However, despite this improving effect, studies that consider annealing heat treatment and geometric parameters together are limited, especially in re-entrant auxetic honeycomb structures produced by the FDM method. Therefore, in this study, the effects of annealing temperatures of 75 °C and 90 °C and unit cell thickness on the compressive performance of re-entrant auxetic honeycomb structures produced by the FDM method were experimentally investigated.

2. MATERIAL AND METHODS

The PLA filaments used in this study were sourced from Porima (Turkey). The samples were prepared in three different groups, each measuring 1 × 1 × 2 inches. Re-entrant unit cell geometry was used in all designs. Geometric designs were created using nTop software, and the resulting solid models were produced on an Anycubic Kobra S1 3D printer using the printing parameters given in Table 1.

Table 1. Printing Parameters

Parameter	**Value**
Filament diameter (mm)	1.75
Nozzle diameter (mm)	0.40
Extruder temp. (°C)	210
Table temp. (°C)	60
Infill density (%)	100
Layer thickness (mm)	0.20

Following production, the samples were annealed separately for 2 hours at 75 °C and 2 hours at 90 °C using a Microtest brand furnace operating in ambient air, without controlled atmosphere or vacuum, to reduce internal stresses generated during the production process and to improve mechanical stability. During annealing, the temperature was increased to the target value at a rate of 10 °C per minute; after being held at the target temperature for the specified time, the samples were cooled to room temperature.

Compression tests were performed at room temperature using a Zwick brand universal testing machine. The tests were conducted at a constant crosshead speed of 2 mm/min and continued until the region corresponding to approximately 30 mm displacement, where the sample reached approximately 70% deformation. The naming and coding system for the samples used in this study was defined to represent the annealing temperature and unit cell thickness, and the relevant codes are summarized in Table 2. Design parameters, generated solid models, and images of the experimentally produced samples are presented in Figure 1.

Table 2. Sample names

Sample Code	Annealing Temperature (°C)	Unit Cell Thickness (mm)
RT–T1	Room temperature	1.00
RT–T1.25	Room temperature	1.25
75C–T1	75	1.00
75C–T1.25	75	1.25
90C–T1	90	1.00
90C–T1.25	90	1.25

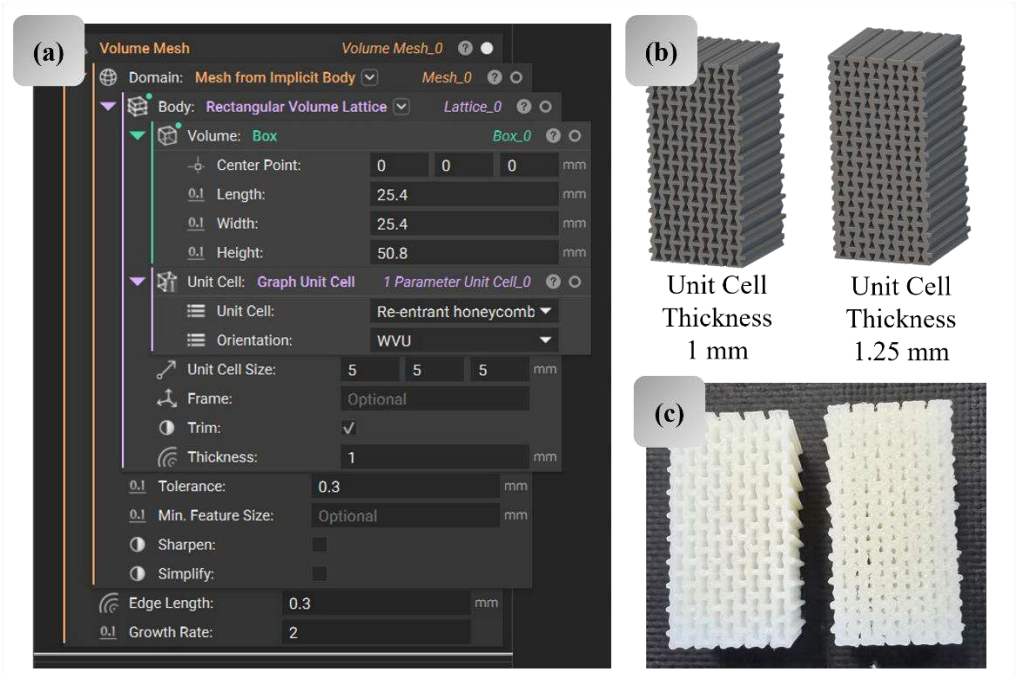


Figure 1. (a) Design parameters used in nTop software, (b) generated solid models, (c) Sample experimental specimens produced with Anycubic Kobra S1 printer.

3. RESULTS AND DISCUSION

The compressive behavior of re-entrant cellular specimens was investigated considering the effects of annealing temperature and unit cell thickness. Load-displacement curves for all specimens exhibited three characteristic deformation regions 1st peak, plateau, and densification specific to both cellular and auxetic structures. This three-stage behavior has been reported in the literature as a typical response of auxetic and lattice structures produced by FDM under compressive loads [17,18]. The load-displacement curves obtained from the compression tests and the first peak loads determined for different annealing temperatures and unit cell thicknesses are presented in Figure 2(a) and Figure 2(b), respectively.

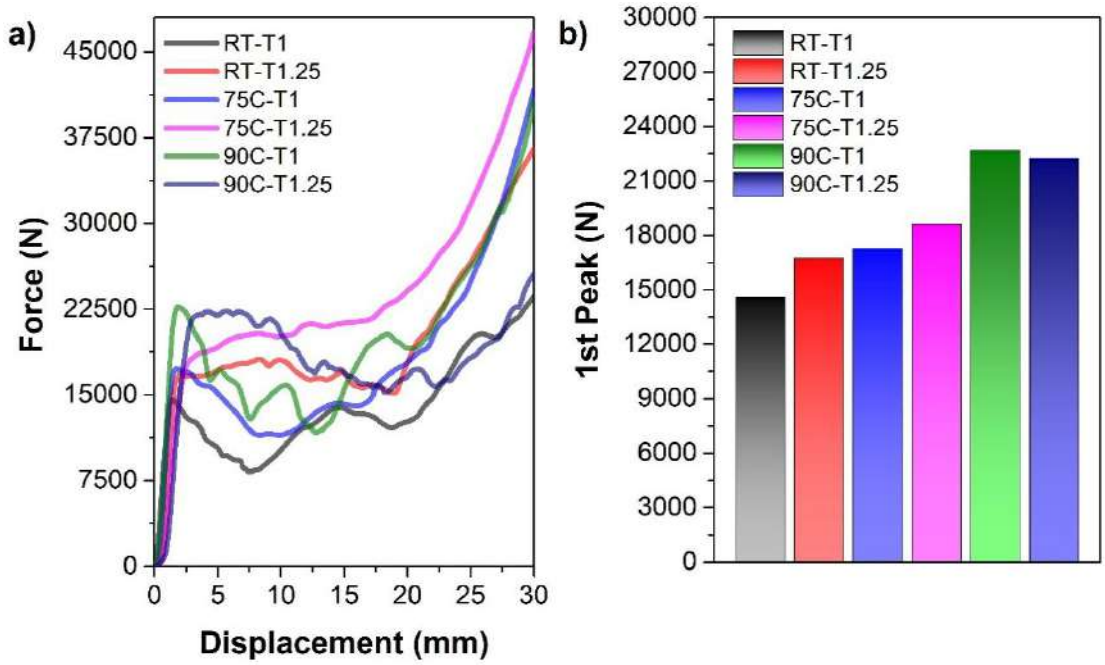


Figure 2. (a) Load-displacement curves obtained for different annealing temperatures (RT, 75 °C and 90 °C) and unit cell thicknesses (T1 and T1.25), (b) comparison of first peak loads of the relevant samples.

When evaluated in terms of initial peak load, increasing the unit cell thickness from 1 mm to 1.25 mm at room temperature resulted in approximately a 15% increase in the 1st peak value (RT–T1: ~14.6 kN, RT–T1.25: ~16.8 kN). Similarly, in samples annealed at 75 °C, this increase was approximately 8%. The increase in initial peak load with increasing strut/unit cell thickness in cellular and auxetic structures is attributed to increased geometric rigidity, and this trend has been clearly reported in the literature [18,19]. The effect of annealing temperature is more pronounced, with the 1st peak value of sample T1 annealed at 90 °C increasing by approximately 55% compared to sample T1 at room temperature. The mechanical strength-enhancing effect of heat treatment is attributed to the improvement of crystal structure and interlayer bonding in PLA and similar polymers, and similar trends have been observed in previous studies [17,20]. Furthermore, the fact that samples T1 and T1.25 exhibit similar initial peak loads at 90 °C indicates that the annealing effect becomes dominant over the geometric thickness effect at this temperature. As an example, the characteristic deformation stages exhibited by a sample with a unit cell thickness of 1 mm and tested at room temperature during compression testing are visually presented in Figure 3.

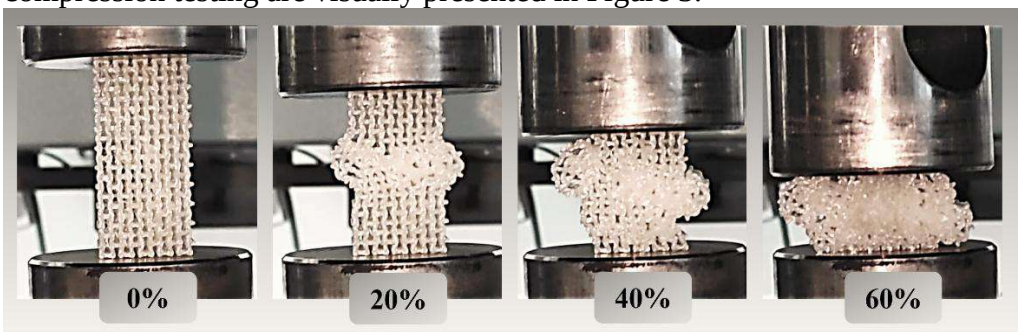


Figure 3. Deformation stages observed at different strain rates (0%, 20%, 40% and 60%) in a re-entrant cellular sample with a unit cell thickness of 1 mm, subjected to compression testing at room temperature.

When the plateau region was examined, it was observed that samples tested at room temperature exhibited a more fluctuating and irregular load level, while the plateau behavior became

significantly more stable in annealed samples. In particular, in samples annealed at 90 °C, the plateau load levels increased and the load fluctuations decreased. The literature reports that in heat-treated FDM structures, strengthening interlayer bonding leads to more homogeneous failure and more stable plateau behavior [17,20]. This indicates that the annealing process supports a controlled deformation mechanism for cellular structures.

The transition to the densification region was observed in all samples after approximately 20-25 mm displacement. However, it is noteworthy that the densification regime started later in the annealed samples, and a steeper increase in load occurred in this region. The delayed densification in auxetic and lattice structures is associated with the cells participating in effective deformation for a longer period, which contributes to an increase in energy absorption capacity [18,19]. This trend, observed particularly in samples annealed at high temperatures, clearly demonstrates that annealing temperature is a critical parameter determining mechanical performance.

CONCLUSIONS

In this study, the effects of annealing heat treatment and unit cell thickness on the compressive behavior of re-entrant auxetic honeycomb lattice structures produced by the FDM method were experimentally investigated. The results showed that both parameters are decisive in mechanical performance.

Increasing the unit cell thickness from 1 mm to 1.25 mm resulted in an increase of approximately 15% and 8% in the first peak loads at room temperature and 75 °C annealing conditions, respectively. The effect of annealing temperature was more pronounced, and it was determined that the first peak loads in samples annealed at 90 °C increased by approximately 55% compared to unannealed samples. In addition, it was observed that the plateau region became more stable and the load fluctuations decreased in samples subjected to high-temperature annealing.

The transition to the densification regime occurred later in the annealed samples, which allowed the cellular structures to participate in effective deformation for a longer period. Accordingly, an increase in energy absorption capacity was observed, particularly under the annealing condition of 90 °C. Overall, the results demonstrate that annealing heat treatment is an effective method for optimizing mechanical performance along with geometric parameters in re-entrant auxetic honeycomb structures. These findings are expected to contribute to future studies on the design and application of additively manufactured auxetic lattice structures.

REFERENCES

1. Adnan, A., Abu, B., Zulhilmi, M., Zainuddin, B., Nurhelmy, A., Adam, B., Syafiq, I., Mohd, B., Bin, N., Syafiq, M., Alauddin, B., Ifwat, M., and Mohd, B., "Materials Today : Proceedings The study of mechanical properties of poly (lactic) acid PLA-based 3D printed filament under temperature and environmental conditions", *Materials Today: Proceedings*, 67: 652–658 (2022).
2. Review, F. A., Cojocaru, V., Frunzaverde, D., Miclosina, C., and Marginean, G., "The Influence of the Process Parameters on the Mechanical Properties of PLA Specimens Produced by Fused Filament", (2022).
3. Neacs, A., Ileana, A., and Maria, T., "Additive Manufacturing Post-Processing Treatments , a Review with Emphasis on Mechanical Characteristics", (2023).
4. Chai, J., Wang, G., Zhang, A., Li, S., Zhao, J., Zhao, G., and Park, C. B., "Ultra-ductile and strong in-situ fibrillated PLA / PTFE nanocomposites with outstanding heat resistance derived by CO 2 treatment", *Composites Part A*, 155 (November 2021): 106849 (2022).
5. Antunes, A., Luyt, A. S., Kasak, P., Aljarod, O., Hassan, M. K., and Popelka, A., "Effect of plasma treatment on accelerated PLA degradation", 15 (8): 725–743 (2021).
6. Swetha, T. A., Bora, A., Mohanrasu, K., Balaji, P., Raja, R., Ponnuchamy, K., Muthusamy, G., and Arun, A., "International Journal of Biological Macromolecules A

comprehensive review on polylactic acid (PLA) – Synthesis , processing and application in food packaging", *International Journal Of Biological Macromolecules*, 234 (November 2022): 123715 (2023).
7. Properties, M., "The Effect of Heat Treatment on a 3D-Printed PLA Polymer's Mechanical Properties", 1–12 (2023).
8. Medibew, T. M., "A Comprehensive Review on the Optimization of the Fused Deposition Modeling Process Parameter for Better Tensile Strength of PLA-Printed Parts", 2022: (2022).
9. Nassar, A., Younis, M., Elzareef, M., and Nassar, E., "Effects of Heat-Treatment on Tensile Behavior and Dimension Stability of 3D Printed Carbon Fiber Reinforced Composites", 1–21 (2021).
10. Severin, T., Tamas, I., and Dulucheanu, C., "Experimental Study of In-Process Heat Treatment on the Mechanical Properties of 3D Printed Thermoplastic Polymer PLA", (2023).
11. Jayanth, N., Jaswanthraj, K., Sandeep, S., Mallaya, N. H., and Siddharth, S. R., "Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials Effect of heat treatment on mechanical properties of 3D printed PLA", *Journal Of The Mechanical Behavior Of Biomedical Materials*, 123 (August): 104764 (2021).
12. Zisopol, G., "A Comparative Analysis of the Mechanical Properties of Annealed PLA", 12 (4): 8978–8981 (2022).
13. Mishra, P. K., Ponnusamy, S., Satyanarayana, M., and Nallamilli, R., "The in fl uence of process parameters on the impact resistance of 3D printed PLA specimens under water-absorption and heat-treated conditions", (April 2021): (2025).
14. Pazhamannil, R. V., Abhilash, P. G., and Haitham, E., "Impact of process parameters and heat treatment on fused filament fabricated PLA and PLA-CF", *International Journal On Interactive Design And Manufacturing (IJIDeM)*, 18 (4): 2199–2213 (2024).
15. Chikkanna, N., Krishnapillai, S., and Ramachandran, V., "Static and dynamic flexural behaviour of printed polylactic acid with thermal annealing : parametric optimisation and empirical modelling", *The International Journal Of Advanced Manufacturing Technology*, 1179–1197 (2022).
16. Barbosa, S., Carlos, F., Barreto, B., Danilo, L., Siqueira, D., Maria, E., Campos, D., Renate, D. F., and Ramos, M., "Annealing Effect on Pla / Eva Blends Performance", *Journal Of Polymers And The Environment*, 30 (2): 541–554 (2022).
17. Shbanah, M., Jordanov, M., Nyikes, Z., Tóth, L., and Kovács, T. A., "The Effect of Heat Treatment on a 3D-Printed PLA Polymer's Mechanical Properties", *Polymers 2023, Vol. 15, Page 1587*, 15 (6): 1587 (2023).
18. Mondal, P., Avinash Mohan, M., and Jayaganthan, R., "Review of mechanical properties and impact response of PLA auxetic structures", *Materials Today: Proceedings*, 87: 307–313 (2023).
19. Akbay, Ö. C., Özdemir, B., Bahçe, E., Emir, E., and Uslu Uysal, M., "Mechanical characterization of lattice structure produced by additive manufacturing under torsion and compression", *Journal Of Cellular Plastics*, 60 (1): 3–22 (2024).
20. Kartal, F. and Kaptan, A., "Effects of annealing temperature and duration on mechanical properties of PLA plastics produced by 3D Printing", *European Mechanical Science*, 7 (3): 152–159 (2023).

TİP-2 BULANIK MANTIK VE TÜRKİYE'DE ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİNDE TİP-2 BULANIK MANTIĞIN KULLANIMI VE UYGULAMALARI

Dr. Öğr. Üyesi Müslüm ÖZTÜRK
Kilis 7 Aralık University, Department of Computer Technologies, Kilis, Turkey
ORCID: 0000-0003-1941-3115

ÖZET
Bu çalışmada, belirsizlik ve karmaşıklığın yoğun olduğu sistemlerin modellenmesinde önemli bir yöntem olan Tip-2 bulanık mantık ele alınmaktadır. Çalışmada, öncelikle klasik mantık ve Tip-1 bulanık mantığın temel prensipleri açıklanarak, Tip-2 bulanık mantığın bu yaklaşımlardan nasıl farklılaştığı ve üstünlükleri ortaya konmaktadır. Tip-1 bulanık mantıkta her elemanın kümeye üyelik derecesi sabit bir değer olarak belirlenirken, Tip-2 bulanık mantıkta bu üyelik dereceleri bir aralık veya başka bir bulanık küme olarak ifade edilmekte, böylece gerçek dünyadaki belirsizlikler daha etkin bir şekilde modellenebilmektedir. Bu çalışmada, Tip-2 bulanık mantığın üyelik fonksiyonları, belirsizlik ayak izi (FOU), üst ve alt üyelik fonksiyonları (UMF ve LMF) gibi kavramsal temelleri ayrıntılı biçimde açıklanmaktadır. Ayrıca Tip-2 bulanık mantığın karar verme süreci, giriş değişkenlerinin tanımlanması, bulanıklaştırma, çıkarsama, tip azaltma ve durulaştırma aşamalarıyla örneklerle desteklenmektedir. Bu çalışmada, Türkiye'de 2000-2025 yılları arasında Tip-2 bulanık mantığın kullanım alanları analiz edilmekte ve özellikle eğitim, sağlık, endüstri, tarım, ulaşım, savunma, enerji, finans ve kamu hizmetleri gibi çeşitli sektörlerdeki uygulamaları kapsamlı biçimde değerlendirilmektedir. Literatürden seçilmiş örnek uygulamalar üzerinden, Tip-2 bulanık mantığın klasik yöntemlere göre daha esnek, güvenilir ve gerçekçi sonuçlar sağladığı vurgulanmaktadır. Sonuç olarak bu çalışmada, Tip-2 bulanık mantığın belirsizlik içeren sistemlerde karar destek ve kontrol süreçlerini iyileştirmede güçlü bir araç olduğu ve Türkiye'de giderek artan bir ilgiyle araştırıldığı ortaya konmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Tip-2 bulanık mantık, belirsizlik modellemesi, karar destek sistemleri, bulanik üyelik fonksiyonlari, türkiye'de uygulamalar

TYPE-2 FUZZY LOGIC AND ITS USE IN MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING METHODS IN TURKEY

ABSTRACT
This study addresses Type-2 fuzzy logic, an important approach for modeling systems characterized by high uncertainty and complexity. Initially, the fundamental principles of classical logic and Type-1 fuzzy logic are explained, highlighting how Type-2 fuzzy logic differs from these approaches and its advantages. In Type-1 fuzzy logic, the membership degree of each element in a set is defined as a fixed value, whereas in Type-2 fuzzy logic, membership degrees are represented as intervals or as another fuzzy set, allowing for more effective modeling of real-world uncertainties. This study elaborates on the conceptual foundations of Type-2 fuzzy logic, including membership functions, the footprint of uncertainty (FOU), upper and lower membership functions (UMF and LMF). Additionally, the decision-making process of Type-2 fuzzy logic is illustrated with examples through the stages of input variable definition, fuzzification, inference, type reduction, and defuzzification. Furthermore, the study analyzes the applications of Type-2 fuzzy logic in Turkey between 2000 and 2025, evaluating its implementation across various sectors, including education, healthcare, industry, agriculture, transportation, defense, energy, finance, and public services. Based on selected examples from the literature, it is emphasized that Type-2 fuzzy logic provides more flexible, reliable, and realistic outcomes compared to classical methods. In conclusion, this study demonstrates that

Type-2 fuzzy logic serves as a powerful tool for enhancing decision support and control processes in systems involving uncertainty and has been increasingly investigated in Turkey.
Keywords: Tip-2 fuzzy logic, uncertainty modeling, decision support systems, fuzzy membership functions, applications in Turkey

1. GİRİŞ

Klasik mantık, düşünce ve argümanların geçerliliğini değerlendirmek için kullanılan, belirli kurallar ve ilkeler üzerine kurulu bir mantık sistemidir. Bu sistem, antik Yunan filozoflarından Aristoteles tarafından temelleri atılan ve geleneksel olarak iki değerli (ikili) bir yapı üzerine kuruludur: doğru (1) ve yanlış (0). Klasik mantık, doğruluk veya yanlışlık arasında kesin bir ayrım yapar ve ara durumları kabul etmez. Yani klasik mantık anlayışında öne sürülen herhangi bir önermenin kesin doğruluğu veya yanlışlığı hâkimdir. Bu sebepledir ki; klasik mantığa göre bir önerme kesin olarak ya doğrudur ya da yanlıştır. Ve bu doğru veya yanlış matematiksel olarak sıfır (0) ve bir (1) gibi iki değere sahiptir. Bu açıdan klasik mantık, doğruluk değerleri açısından yalnızca iki olasılık kabul eden bir mantık sistemidir. Klasik mantık, akıl yürütme ve çıkarım yapma süreçlerinde mantıksal bağlamları netleştiren, genellikle doğruluk tablosu kullanılarak yapılan çıkarımlar üzerinde yoğunlaşır. Bu bağlamda klasik mantık, mantıksal ifadeleri biçimsel olarak analiz etmeyi ve çıkarımlar yapmayı sağlar, ancak gerçek dünyadaki belirsizlikleri ve gri alanları çok fazla dikkate almaz.

Günlük hayatımızda karşılaştığımız birçok olayda belirsiz durumlarla karşılaşmak mümkündür. Bu yönüyle de belirsizlik kavramı hayatımızın hemen hemen tüm yönlerine etki ettiği kaçınılmaz olmuştur. Bulanık mantık (Fuzzy Logic), klasik mantığın kesin ve keskin doğruluk (1) ve yanlışlık (0) kavramlarının yerine, bir olayın veya durumun kısmi doğruluk dereceleriyle ifade edilmesine olanak tanıyan bir mantık sistemidir. İlk olarak 1965 yılında Lotfi A. Zadeh tarafından ortaya atılmıştır ve belirsizlik, bulanıklık veya eksik bilgi içeren sistemlerde karar verme ve kontrol süreçlerini iyileştirmek için kullanılır. Bu yönüyle bulanık mantık, insanların en gelişmiş duyu organlarıyla edindiği bilgileri, yaşamının başlangıcından itibaren çevresinin etkisiyle geliştirdiği bakış açısı ve anlayış tarzıyla yorumlar. Zamanla, dış dünyaya belli değer ve anlamlar yükler. İnsan deneyimi ve yaşanmışlığı arttıkça, bilincindeki kesin sınırlar yumuşar, bulanıklaşır ve nihayetinde "tek bildiğinin hiçbir şey bilmediği" gerçeğiyle yüzleşir [1].

Yaşamın birçok alanında seçim yapmak zorundayız. Kişiler ya da şirketler için doğru seçim yapmak; verimlilik başarı, kaynak israfını önleme, ekonomiklik gibi birçok kavramı da içinde barındırmaktadır [2]. Bu yönüyle belirsizliği içerisine dâhil eden bulanık mantık; insana özgü yaklaşık akıl yürütmeye dayalı bir teoridir olup, klasik yöntemlerin içinden çıkamadığı durumlara daha etkili ve basit çözümler sunabilmektedir. Bu yönüyle de Tip-1 bulanık kümeler; 0 ile 1 arasında bir üyelik derecesi atanan sürekli (keskin) bir üyelik derecesine sahip olan ve üyelik fonksiyonları ile karakterize edilen birer bulanık kümeler olarak karşımıza çıkmaktadırlar [3, 4].

Tip-2 Bulanık Kümeler (Type-2 Fuzzy Sets), Tip-1 bulanık kümelerin bir genelleştirilmiş hali olup, daha yüksek seviyede belirsizlik ve karmaşıklık içeren durumları modellemek için kullanılır. Tip-2 bulanık kümeler, üyelik derecelerinin kendisinin de bir bulanık küme olduğu mantıksal yapıları ifade eder. Bu, Tip-1 kümelerden farklı olarak, bir elemanın kümedeki üyeliğinin Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisikesin bir değer yerine bir aralık (belirsizlik bandı) veya başka bir bulanık küme ile temsil edilmesini sağlar. Bu sebepledir ki; Tip-2 bulanık kümeler Tip-1 bulanık göre daha fazla belirsizliği ele alır ve belirsizliği çzöme yeteneği oalrak Tip-1 bulanık kümelere oranla daha güçlüdürler.

Bu çalışmada; bulanık mantığın tarihsel gelişimi, Tip-1 bulanık kümeler, Tip-2 bulanık kümeler ve Türkiye'de Tip-2 bulanık kümeler kullanılarak yapılan çalışmalar ve uygulamalar analiz edilerek sunulacaktır.

2. BULANIK MANTIK, TİP-1 BULANIK MANTIK, TİP-2 BULANIK MANTIK

2.1. Bulanık mantığın tarihsel gelişimi

1960'lara kadar bulanık mantık kavramı, insan muhakemesinin sıklıkla kesin olmadığı ve kararların her zaman ikili (doğru/yanlış) mantığa dayanmadığı gerçeğinin kabul edilmesinden esinlenmiştir. Değişkenlerin doğruluk veya üyelik dereceleri (katı kategoriler yerine) açısından temsil edilebileceği fikri daha önceki düşünürler tarafından öne sürülmüştü ancak 1960'lara kadar resmi olarak öne çıkmadı. Fakat bulanık mantık kavramı resmi olarak 1965 yılında Lotfi A. Zadeh'in "Bulanık Kümeler" isimli bir makale yayınlamasıyla gerçekleşti. Zadeh bu makalede, elemanların bir kümede tam üyelik veya üyeliksizlik (klasik küme teorisinde olduğu gibi) yerine kısmi üyeliğe sahip olabileceği bulanık kümeler kavramını tanıttı. Bu, bulanık mantığın ilk temelini oluşturdu. Burada;

Klasik küme teorisi: Bir eleman bir kümeye ya aittir ya da değildir (0 veya 1). Bulanık küme teorisi: Bir eleman, 0 ile 1 arasında değerlere sahip bir kümeye ait olabilir. Örneğin, "uzun insanlar" kümesinin üyelik fonksiyonu, 180 cm boyundaki birinin kümedeki üyeliğinin 0,9; 170 cm boyundaki birinin ise 0,5 üyeliğe sahip olması olabilir şeklinde özetlemiştir.

1970'lere gelindiğinde Zadeh; bulanık mantık kavramını daha da geliştirerek mantıksal ifadelerin dilsel değişkenler kullanılarak yapılabileceği bulanık akıl yürütme ve bulanık kurallar için yöntemlerin geliştirilmesini de ayrıca tanıtmıştır.

1980'li yıllarda Japonya'da bulanık mantığın control sistemlerinde ilk uygulaması gerçekleşti. Bunu takiben 1990'lı yıllarda yine Japonya'da önemli bir tanınırlık kazandı ve robotic, otomotiv sistemleri ve diğer pek çok tüketici ürünleri gibi endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanıldı.

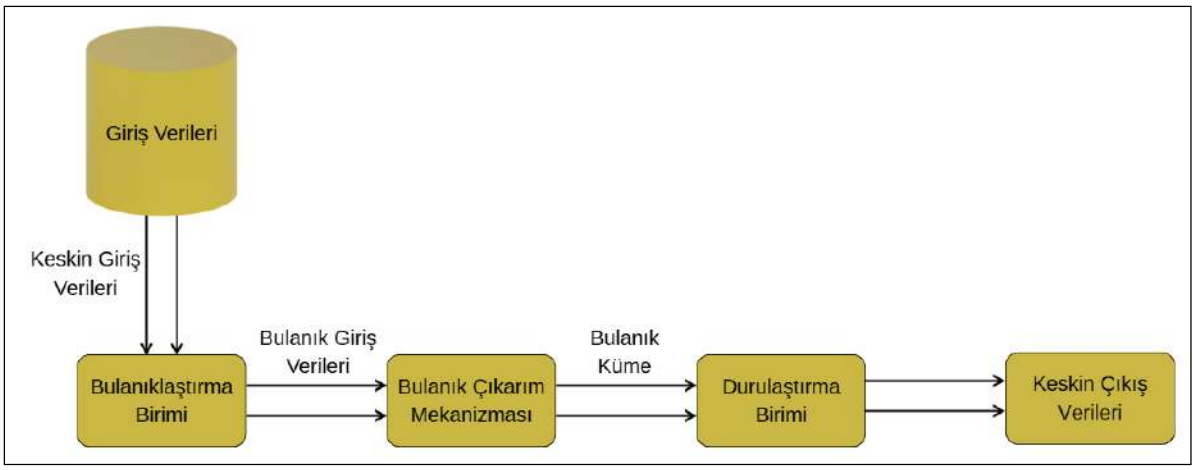
2000'ler ve günümüzde bulanık mantığın tarihsel gelişimine baktığımızda; akıllı sistemler, nesnelerin İnterneti, büyük veri analitiği ve robotik gibi son teknolojiye entegre edilmiştir. Ayrıca günümüzde;

- Modern araştırmalar bulanık sistemleri geliştirmeye ve bulanık mantığı derin öğrenme gibi diğer yaklaşımlarla birleştiren hibrit modelleri keşfetmeye devam etmektedir.

- Yapay Zekâda Bulanık Mantık: Yapay zekâ sistemlerinde açıklanabilirliği artırmak için bulanık mantık uygulanmaktadır. Çünkü bulanık akıl yürütme süreci karar alma süreçlerinin insan tarafından okunabilir terimlerle ifade edilmesine yardımcı olabilmektedir.

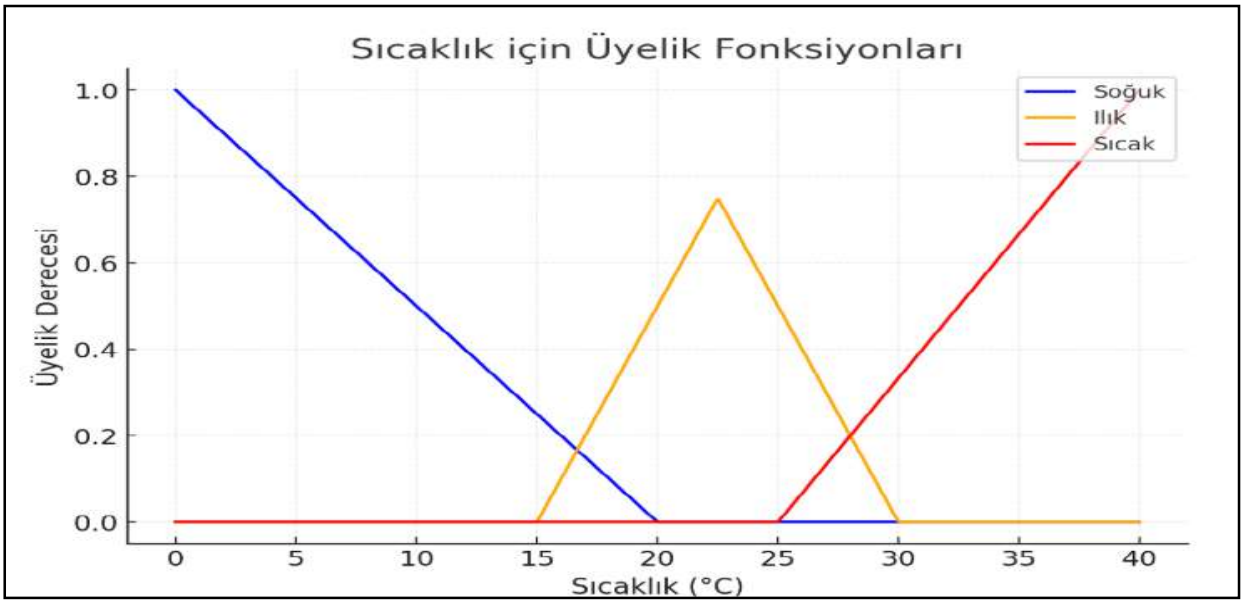
2.2. Tip-1 bulanik mantık

Bulanık küme, bulanık mantık ve bulanık sistem, temelleri uzman kişilerden de sağlanan dilsel bilgilerin işlenerek belirli bir çözüm elde etmeyi sağlarlar. Her dilsel bilgi bir bulanık kümeye karşılık gelirken, bu bulanık kümelerde üyelik derecesi fonksiyonlarına kişisel tercihler yaparak karar verilebilmektedir. Günlük konuşma dilini modelleme imkânı veren bulanık mantık sistemlerin temel amacı bu dilsel bilgilerin kullanılarak çözüme nasıl gidileceğinin düşünülmesidir [5]. Burada bulanık mantığın ilk temel hali olan Tip-1 bulanık mantık, bulanık mantığın temel türüdür ve klasik bulanık mantık sistemlerini ifade eder. Tip-1 bulanık mantık, bir elemanın kümeye üyelik derecesini 0 ile 1 arasında bir değer olarak belirler, ancak bu değer sabittir ve herhangi bir belirsizlik veya değişkenlik içermez. Şekil 1'de gösterildiği gibi bulanıklaştırma, kural tabanı, çıkarım mekanizması ve durulaştırma aşamalarına sahip bir Tip-1 bulanık mantık sisteminde girişlerin değerlendirilmesi de önemlidir.



Şekil 1. Tip-1 bulanık tabanlı sistemin bileşenleri

Tip-1 Bulanık Kümeler, dilsel etiketler ve ilişkili üyelik fonksiyonları üzerinden tanımlanır. Genellikle burada üçgen, yarı-yamuk ve yamuk üyelik fonksiyonları kullanılır. Aşağıda şekil 2'de üçgen Tip-1 bulanık kümesine (sıcaklık için) ait üyelik fonksiyonu gösterilmiştir.



Şekil 2. Tip-1 bulanık kümeye ait üçgen üyelik fonksiyonu

2.3. Tip-1 bulanik mantikta karar verme sürecinin işleyişi

Tip-1 bulanık kümelerde karar verme süreci temel olarak beş aşamada gerçekleşir. Bu aşamalar sırasıyla;

1. Üyelik Fonksiyonu (Membership Function):
   - Tip-1 bulanık mantıkta, her elemanın kümeye üyelik derecesi, kesin bir değere sahip olan bir fonksiyon ile belirlenir. Bu değer genellikle [0, 1] arasında olup, bu üyelik derecesi elemanın kümeye aitlik derecesini gösterir.
   - Üyelik fonksiyonları çeşitli şekillerde olabilir: üçgen, yamuk (trapezoidal), gauss, vb.
2. Bulanık Kümeler (Fuzzy Sets):
   - Tip-1 bulanık mantıkta kümeler bulanıktır, yani her elemanın üyelik derecesi belirli bir aralıkta (0 ile 1 arasında) yer alır. Bu, klasik kümelere kıyasla daha esnek ve daha doğal bir modelleme sağlar.

3. Bulanık Operatörler ve Mantık İşlemleri:
   - Bulanık mantıkta, klasik mantıktaki VE (AND), VEYA (OR) ve DEĞİL (NOT) gibi işlemler bulanık kümeler üzerinde de uygulanabilir. Ancak, burada işlemler belirli kurallar çerçevesinde yapılır ve üyelik dereceleri üzerinden hesaplamalar yapılır.
   - Örneğin, bulanık mantıkta:
     - Bulanık VE (AND): Minimum (en küçük) üyelik değerini,
     - Bulanık VEYA (OR): Maksimum (en büyük) üyelik değerini,
     - Bulanık DEĞİL (NOT): Üyelik fonksiyonunun 1'den çıkarılmasını ifade eder.
4. Bulanık Çıkarım (Fuzzy Inference):
   - Tip-1 bulanık mantıkta, verilen girişler üzerinden, belirli kurallar ve üyelik fonksiyonları kullanılarak çıkarımlar yapılır. Bu çıkarımlar, genellikle bir Bulanık Kural Tabanı (Fuzzy Rule Base) kullanılarak yapılır. Bir klima modellemesi için örnek bir kural verilecek olursa: Eğer sıcaklık yüksekse, soğutma gücü yüksek olmalıdır.
   - Bu kuralların sonucunda bulanık çıkışlar elde edilir ve genellikle bulanıklaştırma (defuzzification) adı verilen bir işlemle, kesin bir değer elde edilir.
5. Bulanıklaştırma (Defuzzification):
   - Çıkan bulanık sonuçlar, karar verme süreçlerinde bir kesin değere dönüştürülür. Bu dönüşüm, genellikle ortalama ağırlıklı (centroid), en yüksek üyelik (maximum membership) gibi yöntemlerle yapılarak nihai sonucu varılır.

2.4. Tip-1 bulanik mantığın genel kullanım alanları

Tip-1 bulanık mantık, birçok farklı alanda kullanılır. Bu kullanımlarda öne çıkan bazı uygulamalar şunlardır:

- Kontrol Sistemleri: Özellikle otomatik kontrol sistemlerinde, bulanık mantık kullanılarak belirsiz, karmaşık ya da doğrusal olmayan sistemler yönetilebilir.
- Yapay Zekâ: Yapay zekâ sistemlerinde, belirsizlik ve insan benzeri mantıkla karar alma süreçlerini modellemek için kullanılır.
- Yönetim ve Karar Alma: Tip-1 bulanık mantık, belirsizliğin olduğu karar alma süreçlerinde de kullanılabilir.

2.5. Tip-2 bulanık mantık

Tip-1 bulanık mantık kümelerine göre belirsizliği daha iyi ifade edebilme gücü olan Tip-2 bulanık mantık kümeleri için tanımlanan üyelik fonksiyonları, klasik bulanık mantık olarak bilinen Tip-1 üyelik fonksiyonlarından yola çıkılarak incelenmektedir. Bu sebepledir ki; Tip-2 bulanık mantık, klasik bulanık mantığın bir genelleştirilmiş versiyonudur ve belirsizliklerin daha detaylı bir şekilde modellenmesini sağlar. Klasik Tip-1 bulanık mantık, her bir elemanın yalnızca bir üyelik derecesine sahip olduğunu varsayar. Ancak, gerçek dünya uygulamalarında ölçüm hataları, belirsizlikler, gürültü ve subjektif değerlendirmeler gibi durumlarla karşılaşıldığında, Tip-1 bulanık mantık yetersiz kalabilir. Tip-2 bulanık mantık, üyelik derecelerini bir aralık veya daha karmaşık bir bulanık küme olarak ele alarak bu eksiklikleri gidermeye çalışır.

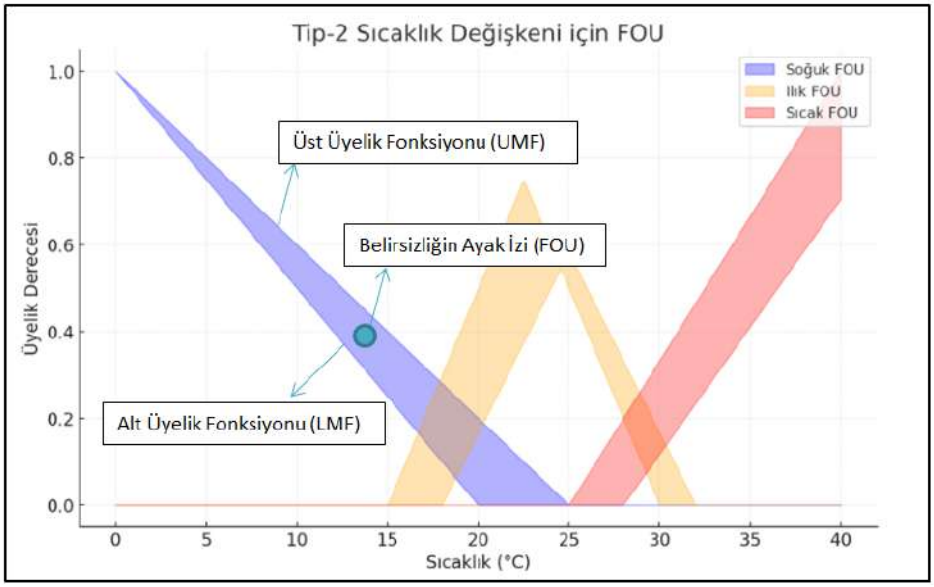
Tip-2 bulanık küme (T2-BK) kavramı ilk olarak [6] tarafından 1975 yılında ortaya atılmış olmasına karşın 1990'lara kadar literatürde Tip-2 bulanık mantıkla ilgili çok fazla çalışma yer almamıştır. 1998 yılında M. M. Karnik' in doktora çalışması ile Tip-2 bulanık mantık teorisi oldukça geliştirilmiş ve uygulanabilir hale gelmiştir [7]. Böylece o yıldan itibaren Tip-2 bulanık mantık üzerine yapılan çalışmalar büyük ivme kazanmış ve Tip-2 bulanık mantık günümüzde birçok çalışma alanında kendisine yer bulmuştur [8].

Tip-2 bulanık mantık, Tip-1 bulanık mantık teorisinin bir uzantısıdır. Bilindiği gibi Tip-1 bulanık kümelerde o kümeye ait olan elemanların üyelik dereceleri [0,1] aralığında keskin değerler almaktadır. Tip-2 bulanık kümeler ise o kümeye ait her bir elemanın üyelik derecelerinin de bir bulanık küme belirttiği üyelik fonksiyonları ile ifade edilirler. Böylece mevcut olan belirsizliğin modellenmesi Tip-2 bulanık kümelerde yalnız dilsel değişkenlerle

sınırlı olmayıp üyelik fonksiyonlarının tanımlanmasında da yer almaktadır. Nasıl ki bir elemanın bir kümeye üyeliği 0 ya da 1 şeklinde tam olarak belirlenemediği durumlarda Tip-1 bulanık kümeleri kullanılıyorsa, benzer şekilde bir Tip-1 bulanık kümenin üyelik fonksiyonunu tanımlarken belirsizliklere bağlı olarak o kümeye ait elemanların üyelik dereceleri tam olarak belirlenemediği zaman Tip-2 bulanık kümeler kullanılır. Bu yüzden Tip-1 bulanık kümeler gerçek dünyadaki belirsizliklere karşı birinci dereceden bir yaklaşım olarak düşünülürse, Tip-2 bulanık kümeler de belirsizliğe karşı ikinci dereceden bir yaklaşım olarak görülebilirler [9].
Tip-1 bulanık sistemlerde kullanılan bulanık kümelerdeki üyelik değerleri birer keskin değer olduğundan Tip-1 bulanık sistemler bu tip belirsizliklerin mevcut olması durumunda yeteri kadar etkili olamamaktadırlar. Fakat Tip-2 bulanık sistemlerde üyelik dereceleri de bir bulanık küme belirttiğinden Tip-2 bulanık sistemler bu tip belirsizliklerin etkisini azaltabilmektedir [10]. Bu yüzden Tip-2 bulanık sistemler gürültülü girişlerin olması durumunda ve anlamları uzmandan uzmana değişebilen dilsel veriler üzerinde belirsizlik olması durumunda iyi bir başarım sergileme yeteneğine sahiptir [8].
Bilindiği gibi genellikle uzman bilgisinden gelen dilsel bilgiler üyelik fonksiyonlarının şekli hakkında bir bilgi vermez. Yukarıda bahsedilen yöntemler ile üyelik fonksiyonlarının nümerik veriler ile ayarlanması ya da belirlenmesi durumunda ise nümerik verilerdeki belirsizlik doğrudan üyelik fonksiyonları üzerinde bir belirsizliğe dönüşür. Bu gibi durumlarda ortaya çıkan dilsel ya da nümerik belirsizliklerin etkisi Tip-1 bulanık sistemlerin aksine Tip-2 bulanık sistemlerle azaltılabilmektedir [8].
Tip-2 bulanık kümelerde "Belirsizliğin Ayak İzi" (Footprint of Uncertainty - FOU) Tip-2 bulanık kümelerin en belirgin özelliğidir. FOU, üst üyelik fonksiyonu (UMF) ile alt üyelik fonksiyonu (LMF) arasındaki alanı temsil eder ve bir elemanın kümeye üyelik derecesi üzerindeki belirsizliği gösterir.

- UMF (Upper Membership Function): Bir elemanın en yüksek olası üyelik derecesini gösterir. Yani Tip-2 bulanık kümesinin üst üyelik fonksiyonunu gösterir.
- LMF (Lower Membership Function): Bir elemanın en düşük olası üyelik derecesini gösterir. Yani Tip-2 bulanık kümesinin alt üyelik fonksiyonunu gösterir.

FOU genişledikçe, sistemin belirsizlik toleransı da artmış olur. Aşağıdaki şekil 3'de Tip-2 bulanık kümelerde belirsizliğin ayak izi olan FOU gösterilmiştir.



Şekil 3. Tip-2 bulanık kümelerde belirsizliğin ayak izi (FOU)

Şekil 2'de her renkli alan, sıcaklık Tip-2 bulanık kümesi için belirsizlik bölgelerini (soğuk, ılık, sıcak) göstermektedir. Bu belirsizlik, Tip-2 bulanık kümelerin en önemli özelliklerinden birisi

olup aynı zamanda Tip-2 bulanık kümeleri Tip-1 bulanık kümelerden ayıran en önemli fonksiyon olarak karşımıza çıkmaktadır.

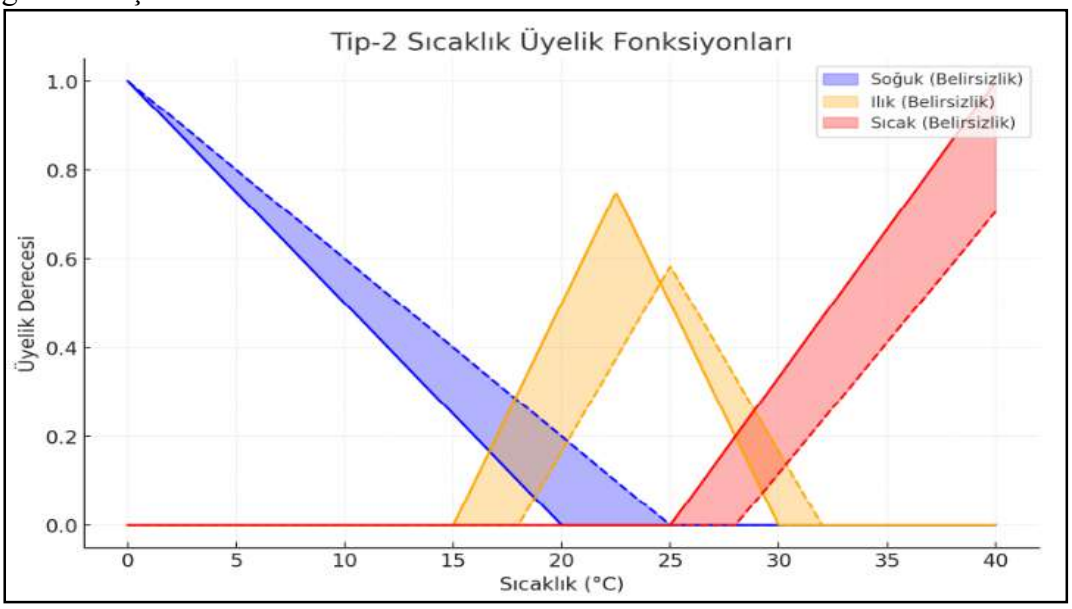
2.6. Tip-2 bulanık mantıkta karar verme sürecinin işleyişi

Tip-2 bulanık mantık sistemleri, belirsizliklerin daha iyi yönetilmesi ve daha esnek karar verme mekanizmalarının oluşturulması için kullanılan bir yöntemdir. Tip-2 bulanık kümelerde karar verme süreci temel olarak altı aşamada gerçekleşir. Bu aşamalar sırasıyla;

1. Giriş Değişkenlerinin Tanımlanması
   - Giriş değişkenleri, karar verilecek problemi tanımlayan parametrelerdir. Örneğin, bir hava kontrol sisteminde sıcaklık, nem ve hava akışı gibi değişkenler giriş olarak alınabilir.
   - Giriş değişkenlerinin her biri için bulanık kümeler ve bu kümelerin Tip-2 üyelik fonksiyonları tanımlanır. Tip-2 üyelik fonksiyonları, belirsizliği bir aralık veya bir bulanık küme ile ifade eder.
2. Bulanıklaştırma (Fuzzification)
   - Giriş değişkenleri, bulanık değerlere dönüştürülür. Bu aşamada, giriş değerlerinin Tip-2 bulanık kümelerdeki üyelik dereceleri belirlenir.
   - Tip-2 bulanık mantıkta, üyelik dereceleri belirsizlik ayak izi (FOU) dikkate alınarak bir aralık veya bulanık küme olarak ifade edilir.
3. Bulanık Çıkarsama (Inference Engine)
   - Tip-2 bulanık mantık sistemleri, "Eğer ... ise" (If-Then) kurallarına dayanır.
   - Her kural, giriş değişkenlerinin değerlerine göre bir sonuç bulanık kümesi üretir. Örneğin:
     Kural 1: Eğer sıcaklık yüksekse ve nem düşükse, hava akışı artırılmalı.
     Kural 2: Eğer sıcaklık orta ve nem yüksekse, hava akışı orta düzeyde tutulmalı.
   - Bu aşamada, Tip-2 bulanık kümelerin birleşimi ve kesişimi işlemleri gerçekleştirilir.
   - Tip-2 mantıkta kuralların çıkarsama işlemi, belirsizlik ayak izlerini (FOU) dikkate alarak yürütülür. Sonuç olarak bir Tip-2 bulanık sonuç elde edilir.
4. Tip Azaltma-İndirgeme (Type Reduction)
   - Tip-2 bulanık mantık sistemlerinde, elde edilen sonuç Tip-1 bulanık kümeye indirgenir. Bu işlem, karar vermeyi kolaylaştırmak için gereklidir.
   - Tip azaltma, sonuç kümelerini özetler ve belirsizliği daha sade bir forma dönüştürür.
   - En yaygın kullanılan tip azaltma yöntemleri aşağıda sıralanmıştır:
     - Centroid Method: Sonucun ağırlık merkezini hesaplar.
     - Keleşoğlu-Kahtalı Yöntemi: Daha hızlı ve optimize edilmiş bir yaklaşım sağlar.
     - Interval Type Reduction: Aralık tabanlı sonuçlar üretir.
5. Durulaştırma (Defuzzification)
   - Tip azaltma-indirgeme işleminden sonra elde edilen Tip-1 bulanık sonuç, kesin bir (sayısal) değere dönüştürülür. Kesinleştirme, karar verme sürecinde kullanılması gereken somut bir çıktıyı ifade eder.
   - Yaygın kullanılan durulaştırma yöntemleri arasında ortalama ağırlık yöntemi ve maksimum üyelik yöntemi bulunur.
6. Çıktının Yorumlanması ve Karar Verme
   - Elde edilen sayısal sonuç, sistemin bir karar üretmesine veya bir aksiyon almasına olanak tanır. Örnek olarak:
     - Sıcaklık kontrol sisteminde, belirlenen çıktı değeri klima sisteminin fan hızını belirler.
     - Trafik yönetim sisteminde, bu değer trafik ışıklarının zamanlamasını optimize eder.

2.7. Tip-2 bulanık mantık kümelerinin grafiksel olarak gösterimi

Aşağıda şekil 4'te genel Tip-2 bulanık kümesine (sıcaklık için) ait üyelik fonksiyonu gösterilmiştir.



Şekil 4. Tip-2 bulanık kümeye ait üyelik fonksiyonu

2.8. Tip-2 bulanık mantığın genel kullanım alanları

Tip-2 bulanık mantık, belirsizliklerin yüksek olduğu sistemlerde yaygın olarak kullanılır. 2000-2025 yılları arası yapılan araştırma ve analizlere göre Türkiye'de Tip-2 bulanık mantığın genel kullanım ve uygulama alanlarının aşağıda sıraladığımız alanlarda olduğu görülmüştür:

1. Robotik:
   - Robotların belirsiz çevre koşullarında navigasyon yapması veya karar alması gibi alanlarda kullanılır
2. Tıbbi Sistemler:
   - Hastalık teşhisi, tedavi planlaması gibi alanlarda belirsiz verilerin değerlendirilmesi olarak tıbbi sağlık sistemlerinde kullanılır
3. Kontrol Sistemleri:
   - Dinamik ve belirsiz koşullarda çalışan (ısıtma, havalandırma, klima…vb.) sistemlerin kontrolünde kullanılır.
4. Finans:
   - Risk analizi, kredi değerlendirme ve yatırım gibi karar destek sistemlerinde kullanılır.
5. İnsan-Makine Etkileşimi:
   - Sesli komut algılama veya kullanıcı davranışına dayalı öneri sistemlerinde kullanılır.
6. Trafik Yönetimi:
   - Yoğunluk, kavşak yönetimi, hava durumu veya yol koşullarındaki belirsizliklerin dikkate alınmasında sıklıkla kullanılır.
7. Çevre ve Enerji Sistemleri
   - Enerji yönetimi: Güneş enerjisi, rüzgar enerjisi gibi belirsizlik içeren yenilenebilir enerji kaynaklarının optimizasyonu.
   - İklim değişikliği analizi: İklim modellerindeki belirsizliklerin değerlendirilmesi.
   - Atık yönetimi: Belirsizlik içeren çevresel verilerin analizi.
8. Akademik Çalışmalar ve Eğitim
   - Öğrenci performansı analizi: Belirsiz faktörlerin (motivasyon, çevresel etkiler) değerlendirilmesi.
   - Kurum değerlendirmesi: Eğitim veya hizmet kalitesindeki belirsizliklerin modellenmesi.

- Anket analizi: Dilsel belirsizlik içeren cevapların işlenmesi.

9. Savunma ve Güvenlik Sistemleri
   - Tehdit analizi: Belirsiz güvenlik senaryolarının değerlendirilmesi.
   - Hedef izleme: Hedef hareketlerindeki belirsizlikleri analiz etme.
   - Karar destek sistemleri: Belirsiz bilgilerle optimal strateji geliştirme.
10. Tarım ve Gıda Teknolojisi
   - Ürün verim tahmini: Hava durumu ve toprak koşullarındaki belirsizliklerin modellenmesi.
   - Sulama yönetimi: Belirsiz çevresel faktörlere dayalı sulama planlaması.
   - Gıda kalite kontrolü: Gıda üretimindeki belirsizliklerin değerlendirilmesi.

3. Türkiye'de Tip-2 bulanık mantığın kullanım alanları ve uygulamaları

Dünya genelinde Tip-2 bulanık mantık, belirsizliklerin ve karmaşık sistemlerin yönetimi için farklı sektörlerde giderek daha fazla kullanılmaktadır. Aşağıda, Tip-2 bulanık mantığın; gerek dünya genelinde gerekse de Türkiye'de kullanım alanları ve uygulamalarına yönelik analiz sonuçlarını aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz:

1. Eğitim Sektörü
   - Öğrenci Başarı Analizi: Okullarda öğrencilerin performansını değerlendirmek için belirsiz faktörlerin (motivasyon, öğretim kalitesi) modellenmesi.
   - Karar Destek Sistemleri: Üniversitelerde öğretim üyelerinin performans değerlendirmesi ve öğrenci kabul süreçlerindeki belirsizliklerin ele alınması.
   - Uzaktan Eğitim Uygulamaları: Türkiye'de uzaktan eğitim sistemlerinde (örneğin, EBA) öğrenci etkinliğini ve öğrenme hızını değerlendirme.
2. Endüstri ve Üretim
   - Kalite Kontrol Sistemleri: Fabrikalarda ürün kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılan bulanık mantık tabanlı denetim sistemleri.
   - Enerji Yönetimi: Santrallerde enerji üretimindeki belirsizliklerin kontrol edilmesi, özellikle yenilenebilir enerji kaynakları (rüzgar ve güneş enerjisi) için.
   - Robotik Uygulamalar: Endüstriyel robotların belirsiz çevresel koşullarda daha verimli çalışması.
3. Sağlık ve Tıp
   - Hastalık Teşhis Sistemleri: Belirsiz hasta semptomlarının analiz edilmesi. Örneğin, bir hastanın COVID-19 teşhisinin semptomlara göre bulanıklaştırılması.
   - Tıbbi Karar Destek Sistemleri: Ameliyat planlaması ve ilaç dozajı önerileri gibi durumlarda belirsizliğin modellenmesi.
   - Hastane Yönetimi: Türkiye'de büyük hastanelerde hasta yoğunluğu ve kaynak tahsisi gibi belirsiz durumların yönetimi.
4. Tarım ve Gıda
   - Sulama Sistemleri: Türkiye'nin su kaynaklarının sınırlı olduğu bölgelerde, toprak nemi ve hava sıcaklığı gibi belirsizliklerin değerlendirilmesiyle akıllı sulama sistemlerinin yönetimi.
   - Ürün Verim Tahmini: Çiftçiler için iklim değişikliği ve belirsiz hava koşullarına dayanarak ürün verimliliği tahmini.
   - Gıda İşleme: Ürünlerin kalite kontrolü ve işlenmesi süreçlerinde belirsizliklerin ele alınması.
5. Ulaşım ve Trafik
   - Trafik Yoğunluğu Analizi: İstanbul gibi büyük şehirlerde trafik akışının optimize edilmesi ve belirsizliklerin modellenmesi.
   - Otomatik Araç Kontrolü: Türkiye'deki otonom araç projelerinde, araçların çevresel belirsizlikleri ele alarak doğru kararlar alması.

- Toplu Taşıma Planlaması: Metro, otobüs gibi toplu taşıma araçlarında yoğunluk tahmini ve rota optimizasyonu.

6. Savunma Sanayisi
   - Hedef Tanıma Sistemleri: Askeri projelerde radar ve görüntüleme sistemlerindeki belirsizliklerin analizi.
   - Simülasyon ve Eğitim Sistemleri: Türk Silahlı Kuvvetleri tarafından kullanılan eğitim simülasyonlarında belirsizliklerin modellenmesi.
   - Kritik Karar Destek Sistemleri: Savunma projelerinde gerçek zamanlı belirsizliklerin yönetilmesi.
7. Finans ve Ekonomi
   - Risk Yönetimi: Bankalar ve finans kuruluşları tarafından belirsiz piyasa koşullarında yatırım risklerinin analiz edilmesi.
   - Bütçe ve Harcama Optimizasyonu: Kamu ve özel sektör kuruluşlarının bütçe planlamasında belirsizliklerin ele alınması.
   - Fiyat Tahmini: Döviz kuru, enflasyon ve diğer finansal göstergelerdeki belirsizliklerin değerlendirilmesi.
8. Enerji ve Çevre Yönetimi
   - Yenilenebilir Enerji Sistemleri: Rüzgar ve güneş enerjisi santrallerinde belirsiz hava koşullarının modellenmesi.
   - Atık Yönetimi: Şehirlerde geri dönüşüm ve atık yönetimi projelerinde bulanık mantık uygulamaları.
   - İklim Değişikliği Modelleme: İklim değişikliğinin etkilerini modellemek ve politikalar geliştirmek.
9. Yapay Zeka ve Teknoloji
   - Doğal Dil İşleme (NLP): Türkiye'de geliştirilen yapay zeka projelerinde dilsel belirsizliklerin çözülmesi.
   - Akıllı Ev ve IoT Sistemleri: Akıllı cihazların (örneğin, termostatlar ve güvenlik sistemleri) belirsizlikleri modelleyerek çalışması.
   - E-ticaret Uygulamaları: Kullanıcı tercihlerindeki belirsizlikleri değerlendiren öneri sistemleri.
10. Belediye ve Kamu Hizmetleri
    - Kentsel Planlama: Şehirlerde nüfus artışı ve trafik yoğunluğu gibi belirsiz verilerin modellenmesi.
    - Afet Yönetimi: Deprem, sel gibi doğal afetlerde belirsiz verilerle hızlı karar almayı sağlayan sistemler.
    - Akıllı Şehirler: Türkiye'deki akıllı şehir projelerinde veri analizi ve belirsiz durumların yönetimi.

Türkiye'de Tip-2 bulanık mantık; eğitimden sağlığa, tarımdan enerjiye kadar birçok alanda aktif olarak uygulandığı görülmüştür. Tip-2 bulanık sistemlerin en önemli avantajı, belirsiz ve karmaşık koşullarda daha doğru ve güvenilir sonuçlar sağlamasıdır. Ülkemizin özellikle enerji ve savunma gibi stratejik alanlarda Tip-2 bulanık mantık projelerine yatırım yapması, bu teknolojinin gelecekte daha yaygın kullanılacağını göstermektedir.

Bu bölümde 2020-2025 yılları arasında Türkiye'de Tip-2 bulanık mantık kullanılarak yapılan araştırmalar ve uygulamalar analiz edilmiş ve anılan yıllar arasında Türkiye'de özellikle Tip-2 bulanık mantığın hangi alanlarda yoğun kullanıldığı karşılaştırmalı ve sayısal analiz verileri ile değerlendirilmiştir. Yapılan analizler için örneklem olarak dergipark sistemi baz alınmıştır.

[11] ve arkadaşlarının aralık Tip-2 bulanık mantık yönteminin tedarikçi seçiminde kullanımının önemi üzerine bir araştırma isimli çalışmasında; kriterlerin çok fazla olduğu bir süreçte firmaların tedarikçi seçimi için çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan TOPSIS yöntemi ile aralık Tip-2 bulanık kural tabanlı TOPSIS yöntemi birlikte kullanılmıştır. İlgili yöntemler 6

kriterle birlikte 25 tane hisse senedi seçimi problemine uygulanmıştır. Böylece hisse senedi seçimi için aralık Tip-2 bulanık kural tabanlı sistem kullanılarak daha çok uzman bilgisi sisteme dahil edilmiştir. Araştırmacılar tarafından uygulanan yöntemler sonucunda Tip-2 bulanık kural tabanlı TOPSIS yönteminin klasik TOPSIS yöntemine göre daha esnek, daha gerçekçi ve daha rasyonel sonuçlar oluşturduğu görülmüştür.

[3] ve arkadaşlarının aralık Tip-2 bulanık kural tabanlı AHP yaklaşımı ile tedarikçi seçimi isimli çalışmasında; çok kriter ve çok alternatifleirn olduğu bir ortamda tedarikçi seçimi için iki tane yöntem önermişlerdir. Birinci yöntem olarak kural tabanı olmayan aralık Tip-2 Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemidir. Çalışma kapsamında önerilen diğer yöntem ise aralık Tip-2 bulanık kural tabanlı AHP yöntemidir. Araştırmanın örneklemi olarak 3 kriter ve üç alternatif belirlenmiştir. Önerilen bu 3 kriter altında her iki yöntem denenmiş ve alternatifler sıralanmıştır. Önerilen bu iki yöntem sonucunda elde edilen sonuçlar üzerinde Kendall Tau Korelasyonuna dayalı Sıralama Performansı Değerlendirmesi işlemi yapılmıştır. Elde edilen Kendall Tau Korelasyonuna dayalı Sıralama Performansı puanına bakıldığında alternatiflerin sıralanmasında aralık Tip-2 bulanık kural tabanlı AHP yöntemine ait puanın daha yüksek olduğu görülmüştür.

[12] ve arkadaşlarının aralık Tip-2 bulanık AHP yöntemi ile üçüncü parti tersine lojistik (3PTL) firma seçimi isimli çalışmasında; ömrü bitmiş ve atıl duruma gelmiş ürünlerin geri dönüşümlü ile yeniden üretim döngüsüne katılımı için tersine lojistik faaliyetinde bulunan firmaların seçimi için bir analiz ve uygulama çalışması yapılmıştır. Araştırmada; 7 kriter altında 3 tane tersine lojistik firması seçilmiştir. Alternatiflerin sıralanmasında da aralık Tip-2 bulanık AHP yöntemi denenmiştir. Yapılan uygulama sonucunda üçüncü parti tersine lojistik firmaların seçimi için uygulanan aralık Tip-2 bulanık AHP yönteminin uygulanabileceği ispatlanmıştır.

[13] tarafından yapılan elektrik sürücülerinin Tip-2 bulanık mantık ve kayma kipli kontrol yöntemleri kullanılarak dayanıklı hız kontrolü isimli çalışmada; elektriksel sürücülerin dayanıklı hız kontrolü için iki yöntem önerilmiş ve bu iki yöntem sırasıyla uygulanmıştır. elektriksel sürücülerin dayanıklı hız kontrolü için atalet ve sürtünmeye bağlı değişimler, kontrol performansı ve harici yük moment bozucuları altında test edilmiş ve deneysel sonuçlar karşılaştırılmıştır. Yapılan deneysel sonuçlara göre parametre değişimleri ve yük momenti etkisi altında, önerilen Tip-2 bulanık kayma kipli kontrol tasarımı yönteminin kayma kipli kontrol tasarımı yöntemindeb daha etkili olduğu görülmüştür.

[14] tarafından yapılan toplu taşımacılıkta müşteri memnuniyetini geliştirmek için aralıklı Tip-2 bulanık yöntemini temel alan bütünleşik bir TOPSIS, GRA ve VIKOR isimli çalışmada; İstanbul ilinde faaliyet gösteren tüm toplu taşıma sistemlerinde yolcu memnuniyetinin değerlendirilmesi için çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan TOPSIS, GRA ve VIKOR tabanlı bir aralıklı Tip-2 bulanık TOPSIS ve GRA tabanlı VIKOR yöntemi önerilmiştir. Bu sebeple toplu taşımayı kullanan kullanıcıların memnuniyetini etkileyen faktörleri tespit etmek için bir online (çeviirmiçi) anket uygulanmıştır. Araştırmanın örneklemini İstanbul ilinde toplu taşımayı kullanan 323 kullanıcı oluşturmaktadır. Toplu taşımaları kullanan kullanıcıların memnuniyetini etkileyen faktörler hem çalışma kapsamında önerilen yöntemle hem de diğer çok kriterli karar verme yöntemleri ile test edilmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonucunda çalışma kapsamında önerilen yöntemin pratik ve güvenilir sonuçlar ürettiği görülmüştür.

[15] tarafından yapılan yüklenici değerlendirme sürecinde aralıklı tip2 bulanık topsis yöntemi uygulaması: küçük ve orta ölçekli işletmelerde kobi'ler bir örnek olay çalışması isimli çalışmada; küçük ve orta ölçekli KOBİ'ler için yüklenici firmaların seçimini ele alan bir uygulama çalışması yapılmıştır. Çalışma kapsamında en iyi yüklenici firamların seçimi için çok kriterli karar verme yöntemlerinden TOPSIS yöntemi ile aralık Tip-2 bulanık mantık yöntemi kombine edilerek aralık Tip-2 bulanık TOPSIS yöntemi önerilmiştir. Elde edilen sıralamalar

sonucunda önerilen yöntemin KOBİ'ler için yüklenici firmaların seçiminde kulanılabileceği görülmüştür.

[16] ve arkadaşlarının insan kaldırma hareketinin analizi için tip−2 bulanık sistem yaklaşımı isimli çalışmasında; bir insanın kaldırma hareketinin analizi için Tip-2 bulanık kontrol tabanlı bir yaklaşım sunulmuştur. Önerilen bu yaklaşım için iki boyutlu beş parçalı bir insan modeli kullanılmıştır. Kullanılan bu insan modelinde her parçaya ait eklem açıları tip-1 bulanık mantı ve Tip-2 bulanık mantık denetleyicileri ile kontrol edilmiştir. Araştırma verileri Matlab/Simulink ortamında simüle edilmiş ve elde edilen sonuçlar insanın kaldırma hareketinin analizi için önerilen Tip-2 bulanık mantık denetleyicisinin tip-1 bulanık mantık denetleyicisine göre zaman ve performans olarak daha etkin olduğu görülmüştür.

[17] tarafından yapılan konteyner yatırım kararları için analitik bir yaklaşım isimli çalışmada; bir müşterinin konteyner kullanımında aralık Tip-2 bulanık TOPSIS yöntemine başvurumuş ve bir müşterinin konterner kullanımında fayda-maliyet-karlılık durumları analiz edilmiştir. Bu analizler özellikle bir müşterinin ya kendi konteynerini kullanması ya başka bir konteyneri kiralaması yada konteyner yatırımı yapması üzerinedir. Yapılan analziler sonucu en iyi seçimin müşterinin kendi konteynerini kullanması yönünde olmuştur.

4. BULGULAR

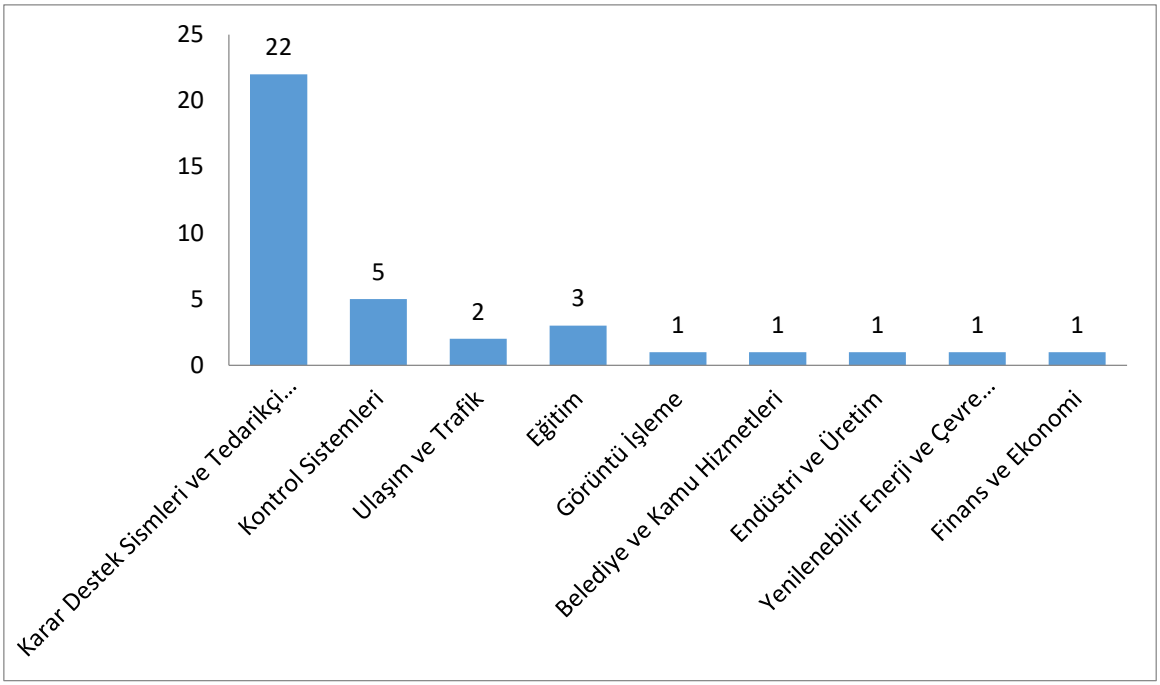
Bu bölümde; 2000-2025 yılları arasında Türkiye'de Tip-2 bulanık mantık yöntemi kulanılarak yapılan akademik çalışmalar analiz edilmiştir. Bu çalışmada; analiz edilen araştırmanın verileri derpipark sistemi ve YÖK ulusal tez merkezinde yer alan akademik çalışmalardan elde edilmiştir. Dolaysıyla bu araştırma dergipar sistemi ve YÖK ulusal tez merkezi verileri ile sınırlıdır.

Türkiye'de 2000-2025 yılları arasında Tip-2 bulanık mantık yöntemi kullanılarak yapılan akademik çalışmalar (makaleler) ve bu uygulama alanları aşağıda Tablo 1'de verilmiştir.

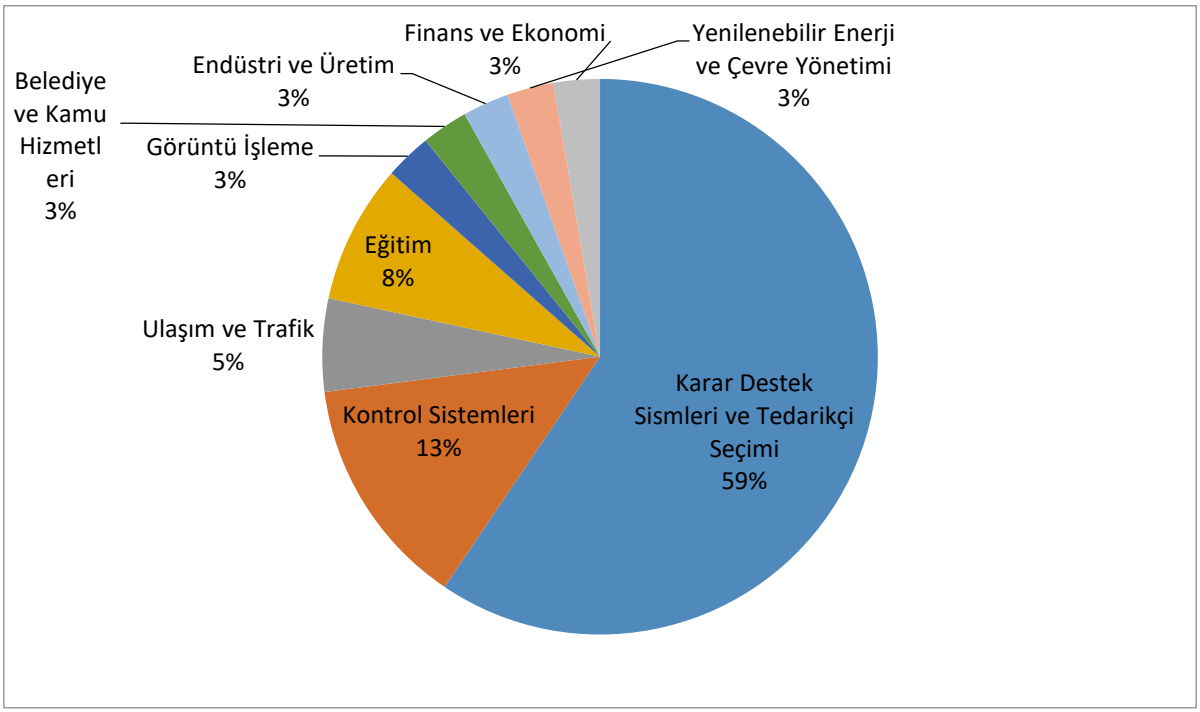
Tablo 1. 2000-2025 yılları arasında Türkiye'de Tip-2 bulanık mantığın kullanım alanları ve istatistiki bilgileri

Karar Destek Sismleri ve Tedarikçi Seçimi	Kontrol Sistemleri	Ulaşım ve Trafik	Eğitim	Görüntü İşleme	Belediye ve Kamu Hizmetleri	Endüstri ve Üretim	Yenilenebilir Enerji ve Çevre Yönetimi	Finans ve Ekonomi	TOPLAM MAKALE SAYISI
22	5	2	3	1	1	1	1	1	37

Tablo 1'e göre Tip-2 bulanık mantığın Türkiye'de uygulama alanlarına göre dağılımımın sütun ve pasta grafikleri Grafik 1 ve Grafik 2'de sırasıyla verilmiştir.



Grafik 1. Tip-2 bulanık mantığın Türkiye'de uygulama alanlarına göre dağılımı

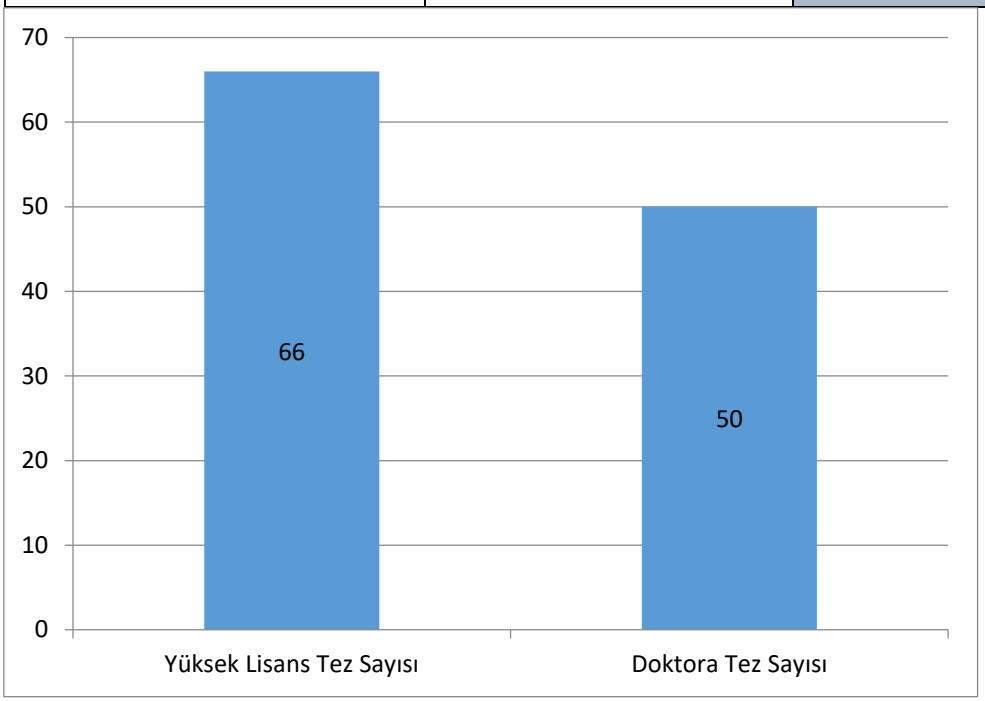


Grafik 2. Tip-2 bulanık mantığın Türkiye'de uygulama alanlarına göre yüzdelik dağılımları

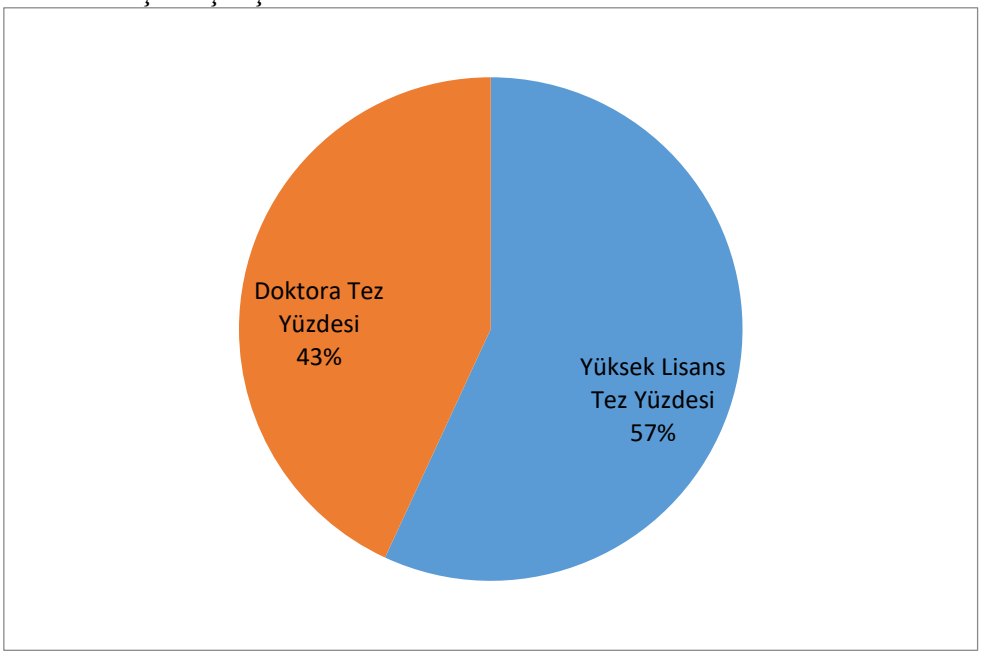
Tablo 2'de 2000-2025 yılları arasında Türkiye'de Tip-2 bulanık mantık yöntemi kullanılarak yapılmış olan yüksek lisans ve doktora tezlerine ait çalışmalar yer almaktadır. Grafik 3 ve Grafikte 4'te sırasıyla ilgili yıllar arasında yapılan tez çalışmalarının sütun ve pasta grafiği verilmiştir.

Tablo 2. 2000-2025 yılları arasında Türkiye'de Tip-2 bulanık mantığın kullanımı üzerine yapılan tez çalışmaları

Yüksek Lisans Tez Sayısı	Doktora Tez Sayısı	TOPLAM TEZ SAYISI
66	50	116



Grafik 3. 2000–2025 yılları arasında Türkiye'de Tip-2 bulanık mantık kullanılarak hazırlanmış tez çalışmaları



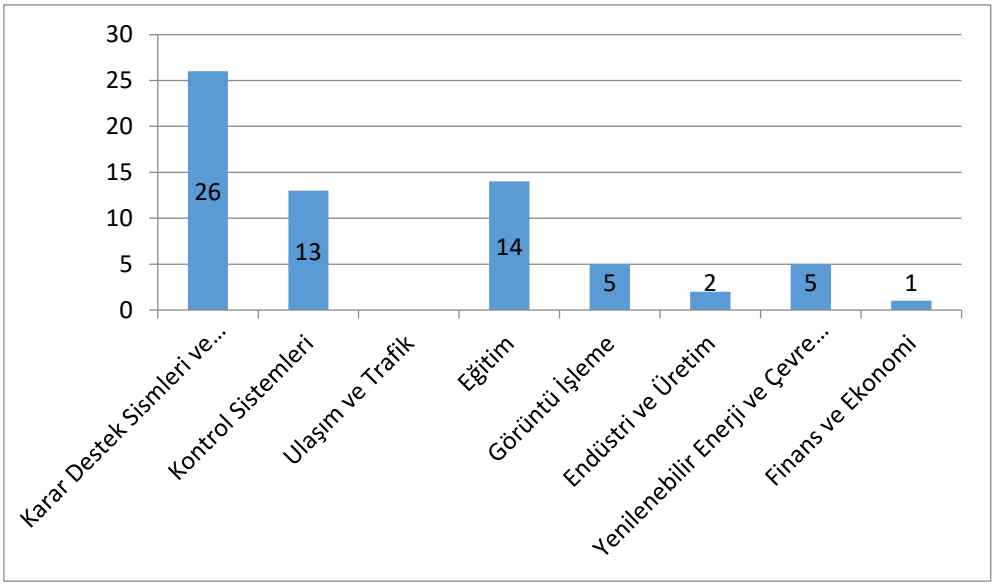
Grafik 4. 2000–2025 yılları arasında Türkiye'de Tip-2 bulanık mantık kullanılarak hazırlanmış tez çalışmalarına ait yüzdelik oranlar

Tablo 3'te 2000-2025 yılları arasında Türkiye'de Tip-2 bulanık mantık yöntemi kullanılarak yapılmış olan yüksek lisans ve doktora tezlerine ait çalışmaların uygulama alanları yer almaktadır. Grafik 5'te ise ilgili yıllar arasında yapılan tez çalışmalarının uygulama alanlarının sütun grafiği verilmiştir.

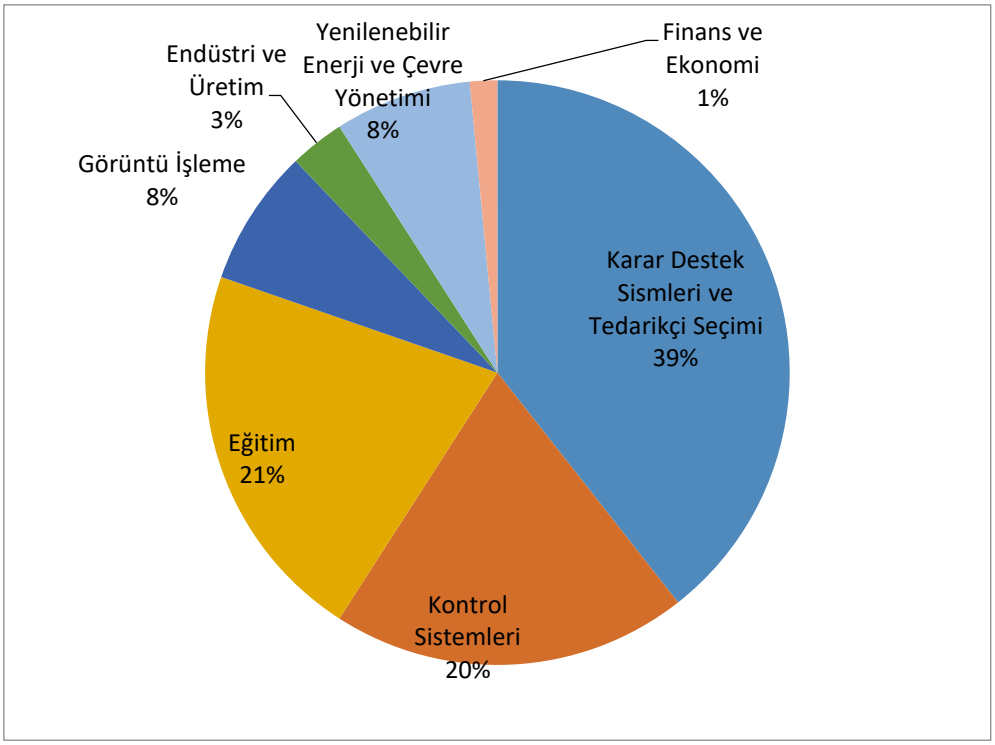
Tablo 3. 2000-2025 yılları arasında Türkiye'de Tip-2 bulanık mantığın kullanımı üzerine yapılan tez çalışmalarının uygulama alanları

	Karar Destek Sismleri ve Tedarikci Secimi	Kontrol Sistemleri	Ulaşım ve Trafik	Eğitim	Görüntü İşleme	Endüstri ve Üretim	Yenilenebilir Enerji ve Çevre Yönetimi	Finans ve Ekonomi	TOPLAM
Yüksek Lisans Uygulama Alanları	26	13		14	5	2	5	1	66
Doktora Uygulama Alanları	17	18	1	6	3		3	2	50

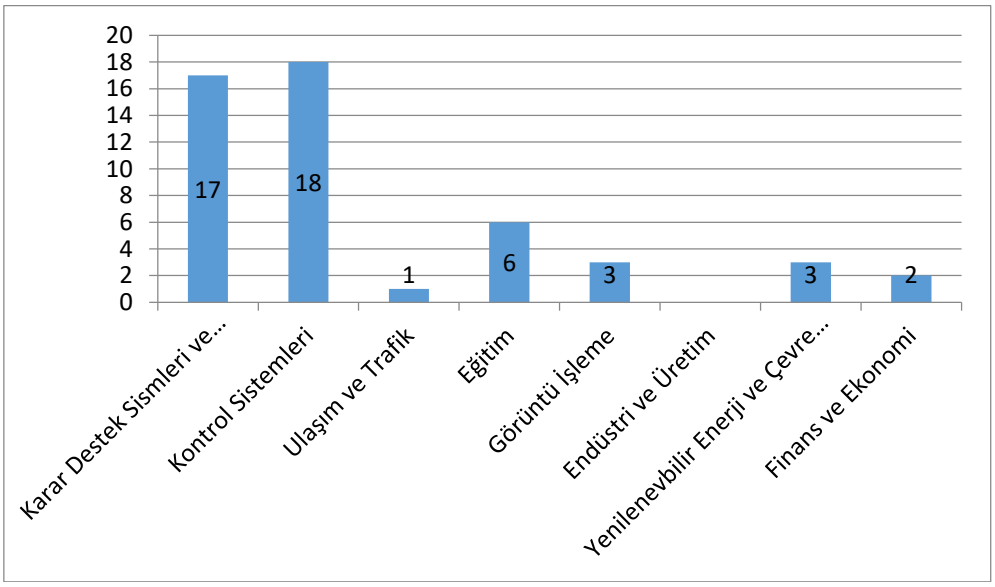
Grafik 5 ve Grafik 6'da Tip-2 bulanık mantık yöntemi kullanılarak yapılan yüksek lisans tez çalışmalarının uygulama alanlarına ait sütun ve pasta grafikleri; Grafik 7 ve Grafik 8'de ise Tip-2 bulanık mantık yöntemi kullanılarak yapılan doktora tez çalışmalarının uygulama alanlarına ait sütun ve pasta grafikleri verilmiştir.



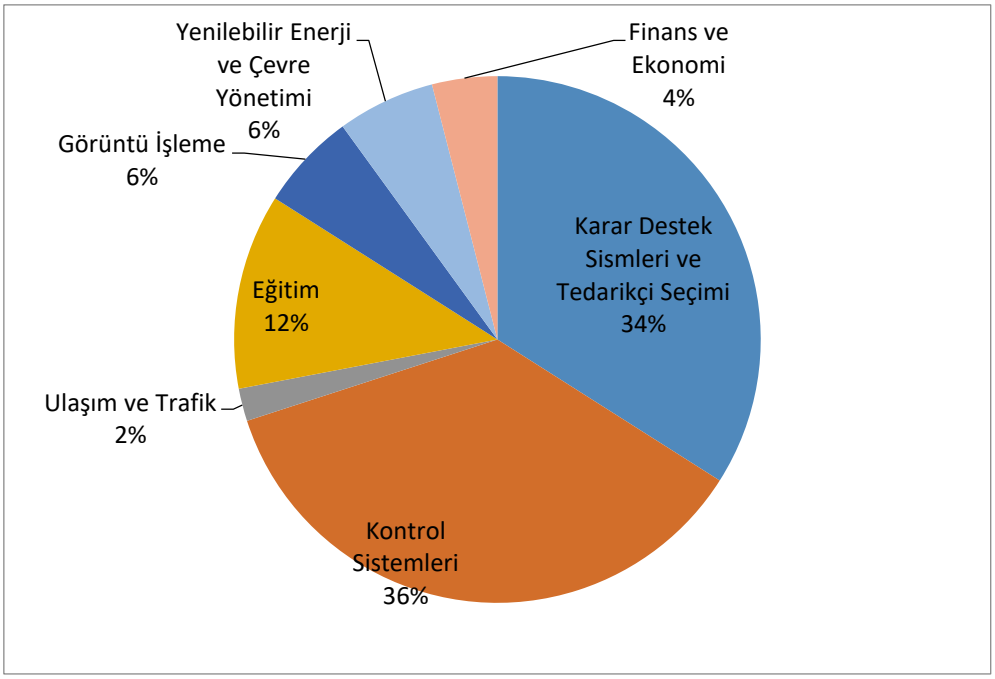
Grafik 5. 2000–2025 yılları arasında Türkiye'de hazırlanan yüksek lisans tezlerinin uygulama alanları



Grafik 6. 2000–2025 yılları arasında Türkiye'de hazırlanan yüksek lisans tezlerinin uygulama alanlarının yüzdelik dağılımı



Grafik 7. 2000–2025 yılları arasında Türkiye'de hazırlanan doktora tezlerinin uygulama alanları



Grafik 8. 2000–2025 yılları arasında Türkiye'de hazırlanan doktora tezlerinin uygulama alanlarının yüzdelik dağılımı

5. SONUÇ VE ÖNERILER

Bu çalışmada; Türkiye'de 2000-2025 yılları arasında Tip-2 bulanık mantık kullanılarak yapılan araştırma ve uygulamalar analiz edilmiştir. Dergipark sistemi kullanılarak analiz edilen toplam yayın sayısı 37, YÖK ulusal merkezi baz alınarak analiz edilen toplam yayın (yükseklisans ve doktora tez) sayısı ise 116 tanedir. İlgili yıllar arasında lisansüstü tez çalışmalarına bakıldığında; yüksek lisans tez sayısının 66 ve doktora tez sayısının ise 50 tane olduğu görülmüştür. Yine ilgili yıllar arasında; Tip-2 bulanık mantık yöntemi kullanılarak yapılan yüksek lisans tez çalışmalarının yüzdelik oranı 57, doktora tez çalışmalarının yüzdelik oranı ise 43 olduğu görülmüştür. Buna istinaden Tip-2 bulanık mantık yöntemi kullanılarak yapılan uygulamaların yüksek lisansa göre doktora düzeyinde daha az olduğu görülmektedir. Doktora oranının yüksek lisans oranından daha olmasının pekçok faktöre bağlı olabilir. Burada ilgili yıllar arasında yüksek lisans düzeyindeki öğrenci sayısının doktora düzeyindeki öğrenci sayılarına bakılarak daha kesin bir yorum yapılabilir. Genel haliyle bakıldığında doktora düzeyinde yapılan çalışma ve uygulamaların da yadsınamayacak düzeyde olduğu aşikârdır.

2000-2025 yılları arasında; yüksek lisans süzeyinde yapılan araştırma ve uygulamaların en fazlası %39 oranıyla karar destek sistemleri ve tedarikçi seçimi alanında olurken araştırma ve uygulamaların en azı ise %1 oranı ile ekonomi ve finanas alanında olduğu görülmüştür. Yine ilgili yıllar arasında; doktora düzeyinde yapılan araştırma ve uygulamaların en fazlası %36 oranıyla kontrol sistemleri alanında olurken araştırma ve uygulamaların en azı ise %2 oranı ile ulaşım ve trafik alanında olduğu görülmüştür. Lisansüstü araştırma ve uygulamlardan anlaşılmaktadır ki; yapılan uyygulama ve araştırmaların büyük oranı kontrol sistemleri ve karar destek sistemleri ve tedarikçi seçimi alanında olduğu görülmüştür.

Dergipark sisteminden yararlanılarak analiz edilen 37 tane araştırmanın sonuçlarına baktığımızda; araştırma ve uygulamaların en çok yapıldığı alan %59 oranıyla karar destek sistemleri ve tedarikçi seçimi alanında olduğu görülmüştür. Bunu %13 oranıyla kontrol sistemlerinin takip ettiği görülmüştür. İlgili yıllar arasında en az çalışma ve uygulamalar ise görüntü işleme, belediye ve kamu hizmetleri, endüstri ve üretim, yenilenebilir enerji ve çevre yönetimi ile ekonomi ve finans alanında olduğu görülmüştür.

2000-2025 yılları arasında yapılan tüm çalışmalar ve uygulamalar analiz edildiğinde; aralık Tip-2 bulanık mantık yönteminin daha çok kontrol sistemleri, karar destek sistemleri ve tedarikçi seçimi ile eğitim alanında kullanıldığı görülmüştür.
Türkiye'de 2000-2025 yılları arasında analiz edilen tüm çalışma ve uygulamalara bakıldığında; tip 2 bulanık mantığın kullanımı ve uygulanmasının çok çeşitli disiplin alanlarına yayıldığını görmekteyiz. Bu da bulanık mantığın ve uygulamalarının ülkemiz için kabul edilebilir bir düzeyde olduğu ve farklı disiplin alanları tarafından benimsendiği ve uygulandığı görülmüştür. Bu çalışma kapsamında yapılan kapsamlı analizler sonucunda; Tip-2 bulanık mantığın Türkiye'de öne çıkan uygulama alanları ve bu alanlarda kullanıldıkları yerleri aşağıda maddeler halinde sıralayabilir:

- Kontrol Sistemleri: Tip-2 bulanık mantık, robotik kontrol, elektronik araç kontrol sistemlerinde ve dinamik sistemlerin kontrolü gibi alanlarda sıklıkla kullanıldığı görülmüştür.
- Karar Destek Sistemleri ve Tedarikçi Seçimi: Karar destek sistemleirnde Tip-2 bulanık mantık uygulamalarının daha çok yatırım kararları ve finansal analiz, tedarik zinciri ve tedarikçi seçimi, envanter yönetimi ve müşteri memnuniyeti gibi alanlarda sıklıkla kullanıldığı görülmüştür.
- Eğitim: Tip-2 bulanık mantık, öğrenci değerlendirme sistemleri, öğrenme yönetim sistemleri, sınıf yönetimi ve eğitimde karar destek sistemleri gibi alanlarda sıklıkla kullanıldığı görülmüştür.
- Trafik ve Ulaşım: Trafik akışının yönetilmesi ve ulaşım verimliliği için bulanık mantık tabanlı sistemlerin geliştirildiği ve uygulandığı görülmüştür.
- Görüntü İşleme: Görüntü işlemede Tip-2 bulanık mantığın daha çok gürültü giderme, nesne keenar tespiti ve nesne tanımlama ve sınıflama gibi alanlarda sıklıkla kullanıldığı görülmüştür.
- Sağlık Hizmetleri: Tanı destek sistemleri, hasta izleme, tıbbi görüntü işleme gibi alanlarda Tip-1 bulanık mantık uygulamalarının yoğun bir şekilde kullanıldığı görülmüştür.
- Endüstri ve Üretim: Tip-2 bulanık mantık, üretim hatlarında kalite kontrol, süreç denetimi ve hata tespiti gibi alanlarda daha çok kullanıldığı görülmüştür.
- Yenilenebilir Enerji ve Çevre Yönetimi: Yenilenebilir enerji ve çevre yönetiminde Tip-2 bulanık mantığın daha çok enerji üretim tahmini, hava kirliliği kontrolü ve tahmini ve atık yönetimi ve geri dönüşüm optimizasyonu gibi alanlarda sıklıkla kullanıldığı görülmüştür.
- Finans ve Ekonomi: Finans ve ekonomi alanında Tip-2 bulanık mantığın daha çok kredi ve risk analizi değerlendirmesi, finansal kriz tahmini ve hisse senetleri fiyat tahmini gibi alanlarda sıklıkla kullanıldığı görülmüştür.

Etik beyan

"Bu çalışmada insan veya hayvan denekleri üzerinde herhangi bir deneysel uygulama gerçekleştirilmemiştir. Çalışma kapsamında kullanılan veriler, akademisyenler ve ilgili sektörde görev yapan uzmanlardan gönüllülük esasına dayalı olarak, anonim ve kişisel veri içermeyecek şekilde elde edilmiştir. Bu nedenle çalışma için etik kurul onayı veya etik beyan gerekmemektedir. Bununla birlikte, araştırma süreci bilimsel araştırma ve yayın etiği ilkelerine uygun olarak yürütülmüştür."

KAYNAKÇA

[1]. Yılmaz, H., & Şahin, M. E. (2023). Bulanık Mantık Kavramına Genel Bir Bakış. *Takvim-i Vekayi*, *11*(1), 94-129.

[2]. Özmen, C. (2019). Lisansüstü programlara öğrenci alımlarında bulanık mantık yaklaşımı. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, *11*(20), 111-137.

[3]. Paksoy, T., & Öztürk, M. (2019). Aralık Tip-2 bulanık kural tabanlı AHP yaklaşımı ile tedarikçi seçimi. *Verimlilik Dergisi*, (3), 115-141.

[4]. Öztürk, M., Torğul, B., & Paksoy, T. (2022). Interval Type-2 Fuzzy Rule-Based Bwm Approach for Sustainable Supplier Selection. *Konya Journal of Engineering Sciences*, *10*(2), 312-336. https://doi.org/10.36306/konjes.991295

[5]. Karaköse, M., & Akın, E. (2004). Tip-1 bulanık sistemlerde Tip-2 bulanık girişler. *ELECO (Elektrik, Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu ve Fuarı) Bildiriler Kitabı*, 8-10.

[6]. Zadeh, L. A. (1975). The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning—I. *Information sciences*, *8*(3), 199-249. https://doi.org/10.1016/0020-0255(75)90036-5

[7]. Karnik, N. N., Mendel, J. M., & Liang, Q. (1999). Type-2 fuzzy logic systems. *IEEE transactions on Fuzzy Systems*, *7*(6), 643-658.

[8]. Ulu, C. (2013). *Granüler Tip-2 bulanık yapılar kullanılarak sistemlerin modellenmesi ve kontrolü* (Doktora tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

[9]. Castillo, O., & Melin, P. (2008). 1 Introduction to Type-2 Fuzzy Logic. In *Type-2 Fuzzy Logic: Theory and Applications* (pp. 1-4). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-76284-3_5

[10]. Tan, W. W., & Chua, T. W. (2007). Uncertain rule-based fuzzy logic systems: introduction and new directions (Mendel, JM; 2001)[book review]. *IEEE Computational intelligence magazine*, *2*(1), 72-73.

[11]. Öztürk, M., Paksoy, T., & Öztürk, M. (2017). Aralık Tip-2 bulanık mantık yönteminin tedarikçi seçiminde kullanımının önemi üzerine bir araştırma. *Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi*, *10*(2), 1-18.

[12]. Çalık, A., & Paksoy, T. (2017). Aralık Tip-2 bulanık AHP yöntemi ile üçüncü parti tersine lojistik (3PTL) firma seçimi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, *20*(1), 52-67.

[13]. Altınörs, A. (2008). Elektrik sürücülerinin Tip-2 bulanık mantkk ve kayma kipli kontrol yöntemleri kullanılarak dayanıklı hız kontrolü. *Engineering Sciences*, *3*(1), 133-144.

[14]. Deveci, M. (2018). Toplu Taşımacılıkta Müşteri Memnuniyetini Geliştirmek için Aralıklı Tip2 Bulanık Yöntemini Temel Alan Bütünleşik Bir TOPSIS, GRA ve VIKOR. *Cumhuriyet Science Journal*, *39*(1), 274-293.

[15]. Çalık, A. (2019). Yüklenici Değerlendirme Sürecinde Aralıklı Tip2 Bulanık Topsis Yöntemi Uygulaması: Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerde Kobi'ler Bir Örnek Olay Çalışması. *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (18), 481-501.

[16]. Karakose, M., & Makinist, S. İnsan Kaldırma Hareketinin Analizi için Tip− 2 Bulanık Sistem Yaklaşımı. *Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi*, *6*(1).

[17]. Yalçın, E. (2022). Konteyner Yatırım Kararları için Analitik Bir Yaklaşım. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *9*(1), 214-228. https://doi.org/10.17336/igusbd.714613

ARALIK TİP-2 BULANIK BWM, RANCOM VE SWARA YÖNTEMLERİYLE ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME SÜREÇLERİNDE KRİTER AĞIRLIKLARININ KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Dr. Öğr. Üyesi Müslüm ÖZTÜRK
Kilis 7 Aralık University, Department of Computer Technologies, Kilis, Turkey
ORCID: 0000-0003-1941-3115

ÖZET
Bu çalışmada, çok kriterli karar verme (ÇKKV) problemlerinde kriter ağırlıklarının belirlenmesine yönelik olarak Aralık Tip-2 Bulanık En İyi–En Kötü Yöntemi (IT2-F BWM), Aralık Tip-2 Bulanık RANCOM (IT2-F RANCOM) ve Aralık Tip-2 Bulanık SWARA (IT2-F SWARA) yöntemlerinin karşılaştırmalı bir analizi gerçekleştirilmiştir. Uzman değerlendirmelerindeki belirsizlik ve öznelliği daha gerçekçi biçimde modelleyebilmek amacıyla tüm yöntemler aralık tip-2 bulanık küme teorisi altında ele alınmıştır. Belirlenen kriterler için her üç yöntem kullanılarak nihai kriter ağırlıkları ve sıralamaları elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, yöntemler arasında kriter ağırlıkları ve sıralamaları açısından belirgin farklılıklar bulunduğunu göstermektedir. Bu farklılıkların istatistiksel olarak incelenmesi amacıyla Spearman sıra korelasyonu ve sıra farkı hesaplama analizleri uygulanmıştır. Analiz sonuçları, IT2-F RANCOM ve IT2-F SWARA yöntemleri arasında tam uyum bulunduğunu, buna karşın IT2-F BWM yöntemi ile diğer iki yöntem arasında negatif yönlü ve orta düzeyde bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, yöntemlerin karar problemine yaklaşım biçimleri ve ağırlıklandırma mantıkları arasındaki yapısal farklılıklarla açıklanmıştır. Çalışma bulguları, IT2-F SWARA ve IT2-F RANCOM yöntemlerinin kriterlerin göreli önemlerini daha dengeli ve tutarlı bir şekilde yansıttığını, IT2-F BWM yönteminin ise karar vericinin uç değerlendirmelerine daha duyarlı sonuçlar ürettiğini göstermektedir. Elde edilen karşılaştırmalı sonuçların, ÇKKV problemlerinde uygun ağırlıklandırma yönteminin seçimine yönelik karar vericilere ve araştırmacılara önemli metodolojik katkılar sunmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Aralık Tip-2 bulanık kümeler, çok kriterli karar verme (ÇKKV), kriter ağırlıklandırma, IT2-F BWM–RANCOM–SWARA, karşılaşırmalı yöntem analizi

COMPARATIVE ANALYSIS OF CRITERIA WEIGHTING IN MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING PROCESSES USING INTERVAL TYPE-2 FUZZY BWM, RANCOM, AND SWARA METHODS

ABSTRACT
In this study, a comparative analysis of the Interval Type-2 Fuzzy Best–Worst Method (IT2-F BWM), Interval Type-2 Fuzzy RANCOM (IT2-F RANCOM), and Interval Type-2 Fuzzy SWARA (IT2-F SWARA) methods is conducted for determining criterion weights in multi-criteria decision-making (MCDM) problems. To more realistically model the uncertainty and subjectivity inherent in expert evaluations, all methods are implemented within the framework of interval type-2 fuzzy set theory. Final criterion weights and rankings are obtained for the identified criteria using all three methods. The results indicate significant differences among the methods in terms of both criterion weights and rankings. To statistically examine these differences, Spearman's rank correlation coefficient and rank difference analyses are applied. The analysis results reveal a perfect agreement between the IT2-F RANCOM and IT2-F SWARA methods, whereas a negative and moderate relationship is observed between the IT2-F BWM method and the other two methods. This finding is attributed to the structural differences in the weighting mechanisms and decision-making philosophies underlying the methods. The findings demonstrate that the IT2-F SWARA and IT2-F RANCOM methods

reflect the relative importance of criteria in a more balanced and consistent manner, while the IT2-F BWM method produces results that are more sensitive to extreme judgments of decision makers. The comparative results obtained in this study provide important methodological insights for decision makers and researchers in selecting appropriate weighting methods for MCDM problems.
Keywords: Interval Type-2 fuzzy sets, multi-criteria decision making (MCDM), criterion weighting, IT2-F BWM–RANCOM–SWARA, comparative method analysis

1. GİRİŞ

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri, karar verme süreçlerinde birden fazla kriterin eş zamanlı olarak değerlendirilmesine olanak sağlayarak karmaşık karar sorunlarını sistematik şekilde çözmeyi amaçlayan çok disiplinli bir çerçevedir. Bu yöntemler, endüstri, sağlık, enerji ve tedarik zinciri gibi farklı alanlarda karar problemlerine uygulanmakta ve farklı seçenekler arasında tutarlı karar süreçlerine temel oluşturmaktadır. Bu kapsamda, klasik ÇKKV yaklaşımları, karar vericilerin kriterler arası tercihlerini nicel olarak belirlemek için geniş bir yelpazede uygulanmıştır. Bununla birlikte, klasik ÇKKV yöntemleri belirsiz, bulanık veya dilsel ifadelerin yoğun olduğu gerçek yaşam problemlerinde karar vericilerin belirsizliklerini uygun şekilde temsil etmekte yetersiz kalabilmektedir [1].

Bulanık küme teorisi, belirsizlik ve insan uzmanlığının subjektif yapısını modellemek için klasik yaklaşımlara güçlü bir alternatif sunmuştur. Bu bağlamda Tip-1 bulanık kümelerden Tip-2 bulanık kümelere geçiş, üyelik fonksiyonlarının belirsizliğini de temsil ederek daha yüksek bir esneklik düzeyi sağlamıştır. Son dönemde yapılan çalışmalar, Tip-2 bulanık modellerin, insan değerlendirmelerindeki yüksek derecede belirsizliği daha etkin bir şekilde ele alabildiğini göstermiştir [2].

Kriter ağırlıklandırma, bir MCDM sürecinin en kritik aşamalarından biridir çünkü ağırlıklara bağlı olarak karar sonuçları önemli ölçüde değişebilmektedir. Geleneksel ağırlıklandırma yöntemlerinden Best-Worst Method (BWM), göreli önem değerlendirmelerini azaltılmış karşılaştırmalı çerçevede işlerken tutarlılık avantajı sunmakta ve literatürde geniş uygulama alanı bulmaktadır [3]. Bununla birlikte klasik BWM, belirsizlik içeren uzman değerlendirmelerini tam olarak modelleyememektedir. Bu eksikliğin giderilmesi için Tip-2 bulanık BWM modelleri geliştirilmiş ve pek çok çalışmada ortaya konmuştur; örneğin aralık Tip-2 bulanık altyapısında BWM'nin geliştirilmesine yönelik yaklaşımlar, belirsiz değerlendirmelerin daha esnek şekilde modellenmesine olanak tanımıştır [4].

Benzer şekilde, sıralamaya dayalı subjektif yöntemlerden SWARA ve göreli etki ölçümü yapan RANCOM gibi yaklaşımlar da geleneksel bağlamda sıklıkla kullanılmakta, ancak belirsizliğin Tip-2 bulanık yapılarla birleşimi üzerine daha az sistematik çalışma bulunmaktadır. Literatürde bulanık SWARA kullanılarak ERP yazılımı seçiminden tedarikçi ağırlıklandırmaya kadar pek çok uygulama yapılmıştır, ancak bu yaklaşımların Tip-2 bulanık ortamda diğer ağırlıklandırma yöntemleriyle karşılaştırmalı analizi sınırlıdır [5]. Bu bağlamda, aralık Tip-2 bulanık mantık temelli BWM, SWARA ve RANCOM yöntemlerinin karşılaştırmalı performans analizi, literatürde henüz sistematik ve bütüncül biçimde ele alınmamıştır. Oysa gerçek karar problemleri, çoğu zaman belirsiz, tutarsız veya dilsel ifadelerin hâkim olduğu uzman değerlendirmeleri içermektedir. Bu durum, Tip-2 bulanık modellerin bu tür karar problemlerinde tercih edilmesini gerekçelendirmektedir. Örneğin, IT2FS'nin belirsizliği daha geniş temsil kabiliyeti, kritik karar süreçlerinde daha güvenilir ağırlık yapılarının elde edilmesine olanak sağlamaktadır [6].

Bu çalışma, Aralık Tip-2 bulanık Best-Worst Method (IT2-F BWM), Aralık Tip-2 bulanık RANCOM (IT2-F RANCOM) ve Aralık Tip-2 bulanık SWARA (IT2-F SWARA) yöntemlerini kullanarak uzman görüşlerinden elde edilen grup karar matrisleri üzerinden kriter ağırlıklarının belirlenmesini ve bu üç yöntemin performanslarının tutarlılık, duyarlılık ve hesaplama

kararlılığı açısından karşılaştırılmasını amaçlamaktadır. Çalışma, farklı Tip-2 bulanık ağırlıklandırma yöntemleriyle elde edilen ağırlık setleri arasında ortaya çıkan farkların istatistiksel açısından olup olmadığını da parametrik ve parametrik olmayan testlerle analiz ederek literatüre özgün bir katkı sunmayı hedeflemektedir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Bu çalışmada, çok kriterli karar verme problemlerinde kriter ağırlıklarının belirlenmesine yönelik olarak geliştirilen Tip-2 ve Aralık Tip-2 bulanık ağırlıklandırma yöntemlerine odaklanan literatür incelenmiştir. Özellikle Aralık Tip-2 bulanık BWM, SWARA ve RANCOM yaklaşımlarının doğrudan veya dolaylı olarak ele alındığı çalışmalar, belirsizlik altında kriter ağırlıklarının belirlenmesi bağlamında değerlendirilmiştir.

Tablo 1'de, Tip-2 ve Aralık Tip-2 bulanık ortamda kriter ağırlıklandırma ve sıralama problemlerine odaklanan seçilmiş çalışmalar özetlenmiştir. İncelenen literatür, ilgili yöntemlerin genellikle tekil veya hibrit uygulamalarla ele alındığını, ancak Aralık Tip-2 bulanık BWM, RANCOM ve SWARA yöntemlerinin kriter ağırlıkları açısından karşılaştırmalı biçimde analiz edilmediğini göstermektedir.

Tablo 1. Kriter Ağırlıklandırmaya Yönelik Bulanık ve Tip-2 Bulanık Çalışmalar

Çalışmanın Yazarları	Çalışmanın Yılı	Çalışmada Kullanılan Yöntemler	Yöntemin Kullanım Amacı
Więckowski ve ark. [7]	2025	Bulanık RANCOM	Belirsizlik altında kriterlerin göreli etkilerini bulanık ortamda modelleyerek ağırlıklandırma süreçlerini iyileştirme (Bulanık RANCOM)
Işık ve ark. [8]	2025	Bulanık SWARA	Belirsizlik altında sürdürülebilir havacılık yakıtlarının kriter ağırlıklarının belirlenmesi ve önem sıralama analizi
Ratandhara ve Kumar [9]	2024	α-cut Bulanık BWM	BWM'de bulanık değerlendirmelerde bilgi kaybını azaltmak için α-cut aralıklarını kullanma ve tutarlılık ölçümleri geliştirme
Peker ve Görener [10]	2023	Bulanık SWARA + Bulanık ARAS	Aralık Tip-2 bulanık çok hedefli kararlılık problemleri için ağırlıklandırma ve optimizasyon yaklaşımı
Öztürk ve ark. [11]	2022	Aralık Tip-2 Bulanık BWM	Tedarikçi seçimi probleminde kriter ağırlıklarının Tip-2 bulanık mantık ile belirlenmesi
Hoseini ve ark. [12]	2021	Aralık Tip-2 Bulanık BWM + Aralık Tip-2 Bulanık TOPSIS	Aralık Tip-2 Bulanık BWM ile kriter ağırlıklarını belirleme ve Aralık Tip-2 Bulanık TOPSIS ile alternatifleri sıralama (tedarikçi seçimi)
Norouzi ve Hajiagha [13]	2021	Aralık Tip-2 Teredütlü Bulanık BWM	Kararsız ve belirsiz uzman yargıları altında kriter önemlerinin belirlenmesi

Keshavarz-Ghorabaee ve ark. [14]	2018	Aralık Tip-2 Bulanık SWARA	Çok kriterli karar verme problemlerinde kriterlerin subjektif ağırlıklarını, karar verici belirsizliğini dikkate alarak belirlemek

Yukarıda özetlenen çalışmalar incelendiğinde, Tip-2 bulanık kümelerin ağırlıklandırma problemlerinde etkin biçimde kullanıldığı görülmektedir. Ancak mevcut literatürde, IT2-F BWM, IT2-F RANCOM ve IT2-F SWARA yöntemlerinin aynı kriter seti ve aynı uzman grubu altında karşılaştırmalı olarak analiz edildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma, söz konusu boşluğu doldurmayı ve farklı ağırlıklandırma yöntemlerinin belirsizlik altındaki davranışlarını istatistiksel olarak ortaya koymayı amaçlamaktadır.

3. ÇALIŞMANIN AMACI VE ARAŞTIRMA KAPSAMI

ÇKKV problemlerinde kriter ağırlıklarının doğru ve güvenilir biçimde belirlenmesi, karar sonuçlarının tutarlılığı açısından kritik bir öneme sahiptir. Literatürde kriter ağırlıklandırma amacıyla AHP, BWM, SWARA ve benzeri yöntemler yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak bu yöntemlerin büyük bir bölümü, uzman değerlendirmelerinin kesin ve net olduğu varsayımına dayanmakta; bu durum gerçek karar problemlerinde sıklıkla karşılaşılan belirsizlik, tutarsızlık ve dilsel ifade kullanımını yeterince temsil edememektedir [15, 16].

Bu eksikliğin giderilmesi amacıyla geliştirilen aralık Tip-2 bulanık kümeler, hem üyelik derecelerindeki belirsizliği hem de uzman yargılarındaki farklılıkları modelleyebilme yeteneği sayesinde, karar verme süreçlerinde daha gerçekçi ve esnek bir yapı sunmaktadır. Tip-2 bulanık kümelerin ÇKKV yöntemleriyle bütünleştirilmesi, özellikle kriter ağırlıklarının belirlenmesi aşamasında belirsizliğin daha etkin biçimde ele alınmasına olanak tanımaktadır [15].

Literatürde aralık Tip-2 bulanık kümelere dayalı çeşitli ÇKKV yaklaşımları önerilmiş olmasına rağmen, farklı kriter ağırlıklandırma yöntemlerinin aynı aralık Tip-2 bulanık çatı altında sistematik ve karşılaştırmalı olarak ele alındığı çalışmalar oldukça sınırlıdır. Özellikle IT2-F BWM, IT2-F RANCOM ve IT2-F SWARA yöntemlerinin, aynı uzman veri seti kullanılarak kriter ağırlıkları üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması literatürde henüz bütüncül bir şekilde incelenmemiştir.

Bu çalışmanın temel amacı, uzman değerlendirmelerindeki belirsizliğin yüksek olduğu karar problemlerinde, IT2-F BWM, IT2-F RANCOM ve IT2-F SWARA yöntemleri kullanılarak elde edilen kriter ağırlıklarını karşılaştırmalı olarak analiz etmektir. Bu kapsamda, yöntemlerin kriter ağırlıklandırma süreçlerindeki tutarlılık, duyarlılık ve hesaplama kararlılığı incelenecek; elde edilen ağırlık setleri arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı değerlendirilecektir.

Sonuç olarak bu çalışma, aralık Tip-2 bulanık ortamda farklı kriter ağırlıklandırma yaklaşımlarının performanslarını karşılaştıran özgün bir metodolojik çerçeve sunmakta ve araştırmacılar ile uygulayıcılar için belirsizlik altında en uygun ağırlıklandırma yönteminin seçimine yönelik yol gösterici bulgular ortaya koymayı hedeflemektedir.

4. MATERYAL VE METOT

4.1. Araştırma çerçevesi ve veri yapısı

Bu çalışmada, ÇKKV problemlerinde kriter ağırlıklarının belirsizlik altında belirlenmesine yönelik olarak aralık Tip-2 bulanık mantık temelli bir araştırma çerçevesi benimsenmiştir. Çalışmanın metodolojik yapısı; uzman görüşlerinin toplanması, dilsel değerlendirmelerin aralık Tip-2 bulanık sayılarla modellenmesi ve grup karar matrisinin oluşturulması aşamalarından oluşmaktadır.

4.1.1. Uzman grubu

Araştırmada, kriterlerin göreli önem düzeylerini değerlendirmek amacıyla 8 uzmandan oluşan bir uzman grubu oluşturulmuştur. Uzmanlar, ÇKKV yöntemleri, bulanık mantık, karar analizi ve uygulamalı mühendislik alanlarında bilgi ve deneyime sahip kişiler arasından seçilmiştir.

Uzman grubunun heterojen yapıda oluşturulması, öznel değerlendirmelerdeki yanlılığı azaltmak ve karar sürecinin güvenilirliğini artırmak amacıyla tercih edilmiştir. Literatürde, Tip-2 bulanık ÇKKV çalışmalarında 5–10 uzmanla yapılan değerlendirmelerin yeterli ve yaygın olduğu belirtilmektedir [17, 15]. Çalışmada, Uzman değerlendirmeleri, bireysel olarak alınmış; herhangi bir grup baskısı veya yönlendirme olmaksızın anonim biçimde toplanmıştır. Bu yaklaşım, karar vericilerin gerçek tercihlerini daha özgür biçimde ifade edebilmesine olanak sağlamaktadır [18].

4.1.2. Dilsel ölçekler

Uzmanların kriter önem düzeylerini ifade edebilmesi için dilsel değişkenlere dayalı bir değerlendirme ölçeği kullanılmıştır. Gerçek karar problemlerinde sayısal kesinlik çoğu zaman mümkün olmadığından, dilsel ifadeler karar vericilerin belirsiz ve sezgisel yargılarını daha doğal biçimde yansıtmaktadır. Bu çalışmada kullanılan dilsel terimler; *çok düşük, düşük, orta, yüksek* ve *çok yüksek* gibi ifadelerden oluşmaktadır.

Dilsel değerlendirmelerin Aralık Tip-2 bulanık sayılarla modellenmesi, yalnızca kriterlerin önem derecelerini değil, aynı zamanda bu değerlendirmelerdeki belirsizlik seviyesini de temsil etmektedir. Literatürde, Tip-2 bulanık kümelerin dilsel değerlendirmeler için Tip-1 bulanık kümelere kıyasla daha güçlü bir belirsizlik temsil yeteneğine sahip olduğu vurgulanmaktadır [19, 20]. Bu çalışmada, uzmanlar tarafından kriterlerin değerlendirilmesinde kullanılan üçgen aralık Tip-2 bulanık dilsel ölçek, Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Kriterlerin önem derecelerini gösteren üçgenaralık Tip-2 bulanık dilsel değerler ([21])

	Üçgen Aralık Tip-2 Bulanık Değerleri	
Dilsel Terim	**Alt Üyelik Değerler**	**Üst Üyelik Değerler**
Çok Düşük	(0.0, 0.0, 0.1)	(0.0, 0.0, 0.2)
Düşük	(0.1, 0.2, 0.3)	(0.2, 0.3, 0.4)
Orta Düşük	(0.3, 0.4, 0.5)	(0.4, 0.5, 0.6)
Orta	(0.5, 0.6, 0.7)	(0.6, 0.7, 0.8)
Orta Yüksek	(0.7, 0.75, 0.8)	(0.75, 0.8, 0.85)
Yüksek	(0.8, 0.85, 0.9)	(0.85, 0.9, 0.95)
Çok Yüksek	(0.9, 0.95, 1.0)	(0.95, 1.0, 1.0)

4.1.3. Aralık Tip-2 bulanık sayıların tanımı

Aralık Tip-2 bulanık kümeler, üyelik derecelerinin kendisinin de belirsiz olduğu durumları modellemek amacıyla geliştirilmiştir. Bir aralık Tip-2 bulanık küme, üst üyelik fonksiyonu (UMF) ve alt üyelik fonksiyonu (LMF) ile tanımlanır ve bu iki fonksiyon arasında kalan alan belirsizlik ayak izi (Footprint of Uncertainty – FOU) olarak adlandırılır [19]. Bu yapı sayesinde, uzmanların dilsel değerlendirmelerinde ortaya çıkan belirsizlik, geniş bir aralıkta ve daha gerçekçi biçimde temsil edilebilmektedir. Aralık Tip-2 bulanık sayıların ÇKKV problemlerinde kullanımı, özellikle insan yargısına dayalı kriter ağırlıklandırma süreçlerinde daha esnek ve güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır [15, 16].

4.1.4. Çalışma kapsamında değerlendirmeye alınan kriterler

Bu çalışmada kullanılacak kriterler, ÇKKV süreçlerinde kriterlerin etki düzeyi, belirsizlik, ölçülebilirlik, kritiklik, uzman görüşüne bağımlılık ve esneklik gibi karar kalitesini doğrudan etkileyen faktörler dikkate alınarak belirlenmiştir. Seçilen bu kriterler, hem IT2-F BWM, IT2-F RANCOM hem de IT2-F SWARA yöntemleri kapsamında uzman görüşleriyle ağırlıklandırılacak şekilde tasarlanmıştır. Bu çalışmada, lüteratür taraması ve uzman görüşleri doğrultusunda Tablo 3'te yer alan kriterler kullanılacaktır.

Tablo 3. Çalışmada kullanılan kriterler, kodları ve açıklamaları

Kriter Kodu	Kriter Adı	Kriter Açıklaması
K1	Karar Üzerindeki Etki Düzeyi	Kriterin nihai karar sonucunu etkileme gücü
K2	Belirsizlik ve Öznellik Düzeyi	Kriterin değerlendirilmesinde belirsizlik, yoruma açıklık ve subjektiflik seviyesi.
K3	Ölçülebilirlik ve Veri Erişilebilirliği	Kriterin nicel olarak ölçülebilme ve güvenilir veriyle desteklenebilme düzeyi
K4	Karar Sürecindeki Kritikliği	Kriterin ihmal edilmesi durumunda karar kalitesine vereceği zarar.
K5	Uzman Görüşüne Bağımlılık Düzeyi	Kriterin değerlendirilmesinin ne ölçüde uzman deneyimine dayandığı.
K6	Esneklik ve Duruma Duyarlılık	Kriterin farklı karar problemlerinde önem düzeyinin değişebilirliği.

4.2. Kullanılan yöntemler

Bu bölümde, ÇKKV problemlerinde kriter ağırlıklarının belirlenmesinde IT2-F BWM, IT2-F RANCOM ve IT2-F SWARA yöntemlerinin işlem adımları adım adım açıklanacaktır.

4.2.1. IT2-F BWM yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesine ilişkin işlem adımları

IT2-F BWM yöntemi, uzmanların belirlediği en önemli (Best) ve en az önemli (Worst) kriterler üzerinden diğer tüm kriterlerle karşılaştırmalar yaparak ağırlıkları hesaplar [18]. IT2-F BWM yöntemi için kriter ağırlıklarını belirleme adımları aşağıda verilmiştir.

Adım 1: Kriterlerin belirlenmesi. Bu adımda, karar problemine ilişkin kriterler tanımlanır ve karar vericiler tarafından kabul edilen nihai kriter seti oluşturulur. Kriter setinin belirlenmesinde genellikle literatür taraması ile uzman görüşleri temel alınır.

Adım 2: En iyi (best) ve en kötü (worst) kriterlerin seçilmesi. Karar vericiler, belirlenen kriterler arasından en önemli olan "en iyi kriter" (B) ve en az önemli olan "en kötü kriter" (W)'yi belirler.

Adım 3: En iyi kriterin diğer kriterlere göre tercihlerinin belirlenmesi. Karar verici, en iyi kriterin (B) diğer tüm kriterlere göre tercih derecelerini aralık Tip-2 bulanık sayılar kullanarak değerlendirir. En iyi kriter ile diğer kriterler arasındaki tercih vektörü Eşitlik 1 kullanılarak tanımlanır:

$$\tilde{\tilde{A}}_B = [\tilde{\tilde{a}}_{B1}, \tilde{\tilde{a}}_{B2}, \dots, \tilde{\tilde{a}}_{Bn}] \quad (1)$$

Burada $\tilde{\tilde{a}}_{Bj}$, en iyi kriter B'nin kriter j'ye göre tercih derecesini ifade eden aralık Tip-2 bulanık sayıdır.

Adım 4: Diğer kriterlerin en kötü kritere göre tercihlerinin belirlenmesi. Karar verici, her kriterin en kötü kriter (W) karşısındaki önem derecesini aralık Tip-2 bulanık sayılar ile ifade eder. Tercih vektörü Eşitlik 2 kullanılarak tanımlanır:

$$\tilde{\tilde{A}}_W = [\tilde{\tilde{a}}_{1W}, \tilde{\tilde{a}}_{2W}, \dots, \tilde{\tilde{a}}_{nW}] \quad (2)$$

Burada $\tilde{\tilde{a}}_{jW}$, kriter j'nin en kötü kriter W'ye göre tercih derecesidir.

Adım 5: Tip indirgeme ve aralık oranlarının türetilmesi. Bu adımda, her $\tilde{\tilde{a}}$ için ortalama (centroid) tip indirgeme ile merkez aralığı $[y_{L,} y_R]$ elde edilir ve oran aralığı $[a^L, a^U]$ olarak

belirlenir. Böylece $\tilde{\tilde{a}}_{Bj} = \left[a_{Bj}^{L}, a_{Bj}^{U}\right]$ ve $\tilde{\tilde{a}}_{jW} = \left[a_{jW}^{L}, a_{jW}^{U}\right]$ olarak bulunur. Tip indirgenme ve aralık oranı Eşitlik 3 ve Eşitlik 4'teki gibi hesaplanır:

$$TR(\tilde{\tilde{A}}) = \frac{1}{2}\left(\frac{l^{L}, m^{L}, u^{L}}{3} + \frac{l^{U}, m^{U}, u^{U}}{3}\right) \quad (3)$$

$$Aralık\ Oranı_i = \frac{TR_i}{\sum_{j=1}^{n} TR_j} \quad (4)$$

Adım 6: Optimizasyon modelinin kurulması ve kriter ağırlıklarının hesaplanması. IT2 F-BWM'de bu süreç Adım 5 sonucunda hesaplanan değerler üzerinden gerçekleştirilir. Optimizasyon modeli Eşitlik (5-9)'daki gibi tanımlanır:

$\min_{\tilde{\tilde{w}}, \xi} \xi$ için aşağıdaki kısıtlar altında hesaplama işlemi yapılır.

$$w_B - a_{Bj}\, w_j \leq \xi, \qquad \forall_j = 1, \ldots, n \quad (5)$$

$$a_{Bj}\, w_j - w_B \leq \xi, \qquad \forall_j = 1, \ldots, n \quad (6)$$

$$w_j - a_{jW} w_W \leq \xi, \qquad \forall_j = 1, \ldots, n \quad (7)$$

$$w_j w_W - w_j \leq \xi, \qquad \forall_j = 1, \ldots, n \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^{n} w_j = 1, \quad w_j \geq 0 \qquad \xi \geq 0 \quad (9)$$

Burada, w_j: kriter ağırlığını, ξ: en büyük tutarsızlık değerini ifade eder.

4.2.2. IT2-F RANCOM yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesine ilişkin işlem adımları

IT2-F RANCOM yöntemi, uzmanların verdiği aralık Tip-2 bulanık değerlendirmeleri kullanarak kriterler arasındaki göreli önemleri hesaplayan ve belirsizlik altında daha güvenilir ağırlıklar elde etmeyi sağlayan bir yöntemdir [22]. IT2-F RANCOM yöntemi için kriter ağırlıklarını belirleme adımları aşağıda verilmiştir.

Adım 1: Uzman görüşlerinin toplanması. Karar verici/uzmanlardan kriterlerin önem derecelerine ilişkin değerlendirmeler alınır. Bu değerlendirmeler aralık Tip-2 bulanık sayılar olarak ifade edilir.

$$\tilde{\tilde{x}}_{ij} = \left(\left[l_{ij}^{L}, m_{ij}^{L}, u_{ij}^{L}\right], \left[l_{ij}^{U}, m_{ij}^{U}, u_{ij}^{U}\right]\right) \quad (10)$$

Burada:

$i = 1, 2, \ldots, n$ kriterleri

$j = 1, 2, \ldots, k$ uzman sayısını temsil etmektedir.

$\left[l_{ij}^{L}, m_{ij}^{L}, u_{ij}^{L}\right]$ ve $\left[l_{ij}^{U}, m_{ij}^{U}, u_{ij}^{U}\right]$ ise sırasıyla Tip-2 bulanık sayının alt ve üst dilimlerinde yer alan düşük (L), orta (M) ve yüksek (U) değerleri ifade etmektedir.

Adım 2: Başlangıç kriter ağırlıklarının hesaplanması. Bu adımda, her bir uzman $e_k(k = 1, 2, \ldots, K)$ kriterlere ait bulanık önem değerlerini $\tilde{\tilde{w}}_{ij}^{k}$ (aralık Tip-2 bulanık sayılar)

olarak belirler. Daha sonra, bütün uzmanların görüşleri birleştirilerek kriter C_j'nin bulanık ağırlığı Eşitlik 11 kullanılarak hesaplanır:

$$\tilde{\tilde{w}}_j = \frac{1}{K}\sum_{k=1}^{K}\tilde{\tilde{w}}_j^k, \quad j = 1, 2, \dots, n \qquad (11)$$

Burada:

K: uzman sayısını, n: kriter sayısını, $\tilde{\tilde{w}}_j$: kirter C_j'nin başlangıç bulanık ağırlığını ifade etmektedir.

Adım 3: Referans kriterin belirlenmesi. Bu adımda, başlangıç bulanık ağırlıkları elde edildikten sonra, en yüksek öneme sahip kriter referans kriter olarak seçilir. Referans kriter Eşitlik 12 ve Eşitlik 12 kullanılarak hesaplanır:

$$C_{ref} = arg\ max_j SF\left(\tilde{\tilde{w}}_j\right) \qquad (12)$$

$$SF\left(\tilde{\tilde{w}}_j\right) = \frac{1}{2}\left[\frac{l_i^L + 2m_i^L + u_i^L}{4} + \frac{l_i^U + 2m_i^U + u_i^U}{4}\right] \qquad (13)$$

Burada:

$SF(.)$: Aralık Tip-2 bulanık sayıların skor fonksiyonunu ifade edip ayrıca Eşitlik 4, her bir kriterin aralık Tip-2 bulanık ağırlıkları için skor fonksiyonunu hesaplamaktadır. Burada i ilgili kriteri, l_i^L, m_i^L, u_i^Lalt dilimdeki düşük, orta ve yüksek değerleri, l_i^U, m_i^U, u_i^U ise üst dilimdeki düşük, orta ve yüksek değerleri ifade etmektedir. Burada SF değeri, kriterin göreli önemini sayısal olarak belirler ve bu sayede en yüksek skora sahip kriter referans kriter olarak seçilir.

C_{ref}: Referans kriteri ifade etmektedir.

Adım 4: Referans kritere göre normalizasyon. Bu adımda, her kriterin değerlendirme puanlarını referans kriterin (ideal kriter) değerlerine göre normalize edilir ve bu normalizasyon işlemi Eşitlik 14 kullanılarak hesaplanır.

$$\tilde{\tilde{N}}_j = \frac{\tilde{\tilde{j}}_i}{\tilde{\tilde{w}}_j} \qquad (14)$$

Burada;

$\tilde{\tilde{j}}_i$: alternatif i için kriter j değerini,

$\tilde{\tilde{w}}_j$: referans kriter olan j ağırlığını ifade etmektedir.

Adım 5: Skor fonksiyonu ile kriter ağırlıklarının hesaplanması. Bu adımda, normalize edilen değerler üzerinden kriterlerin göreli ağırlıkları hesaplanır. Aralık Tip-2 bulanık skor fonksiyonu Eşitlik 15 kullanılarak hesaplanır.

$$SF\left(\tilde{\tilde{N}}_j\right) = \frac{1}{2}\left[\frac{l_i^L + 2m_i^L + u_i^L}{4} + \frac{l_i^U + 2m_i^U + u_i^U}{4}\right] \qquad (15)$$

Adım 6: Kriter ağırlıklarının normalize edilmesi ve nihai kriter ağılıklarının hesaplanması. Bu adımda, skor değerleri toplamı 1 olacak şekilde eşitlik 16 kullanılarak her kriterin değeri normalize edilir ve nihai kriter ağılığı hesaplanır:

$$w_j = \frac{SF\left(\tilde{\tilde{N}}_j\right)}{\sum_{k=1}^{n} SF\left(\tilde{\tilde{N}}_k\right)} \quad (16)$$

4.2.3. IT2-F SWARA yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesine ilişkin işlem adımları
IT2-F RANCOM yöntemi, kriterlerin önem derecelerinin uzman görüşlerindeki belirsizlik ve bulanıklığı modelleyerek, kriter ağırlıklarını daha doğru ve güvenilir bir şekilde hesaplamaya olanak tanıyan bir yöntemdir [14]. Aşağıda IT2-F SWARA yöntemi ile kriter ağırlıklarının hesaplanmasını sağlayan işlem adımları ve formüller adım adım verilmiştir [14, 23].
Adım 1: Kriterlerin sıralanması. Bu adımda uzmanlar, kriterleri önem derecelerine göre azalan biçimde sıralar. Bu sıralama $C_1, C_2, \dots, C_n$ şeklind eifade edilir.

Adım 2: Kriterlerin göreli önemlerinin belirlenmesi. Bu adımda, her bir kriter C_j için, bir önceki kritere göre göreli önem katsayısı s_j Eşitlik 17'deki gibi aralık Tip-2 bulanık sayılarla belirlenir:

$$s_j = \left[s_j^L, s_j^U\right], \quad j = 2, 3, \dots, n \quad (17)$$

Burada:

s_j^L: Alt üyelik değeri,

s_j^U: Üst üyelik değerini ifade etmektedir. Ayrıca burada ilk kriter C_1 için $s_1 = 0$ kabul edilir.

Adım 3: Kriterlerin katsayılarının (k) hesaplanması. Bu adımda, katsayılar k_j, göreli önem katsayıları s_j kullanılarak Eşitlik 18'deki gibi hesaplanır.

$$k_1 = 1, k_j = 1 + s_j \text{ ve } j = 2, 3, \dots, n \quad (18)$$

Burada k_j de Eşitlik 19'daki gibi aralık Tip-2 bulanık sayılar olarak ifade edilir:

$$k_j = \left[1 + s_j^L, 1 + s_j^U\right] \quad (19)$$

Adım 4: Ters katsayıların (q) hesaplanması. Bu adımda, her kriter için ters katsayı q_j Eşitlik 20 kullanılarak hesaplanır:

$$q_j = \frac{\mathbf{1}}{k_j} = \left[\frac{1}{k_j^U}, \frac{1}{k_j^L}\right], j = 1, 2, \dots, n \quad (20)$$

Bu adımda, aralık Tip-2 bulanık sayıların tersi, alt ve üst değerlerin yer değişimi ile hesaplanır.
Adım 5: Kriter ağırlıklarının normalize edilmesi. Bu adımda, tüm kriterlerin ağırlıkları Eşitlik 21 kullanılarak normalize edilir.

$$w_j = \frac{q_j}{\sum_{j=1}^{n} q_j} = \left[\frac{q_j^L}{\sum q_j^U}, \frac{q_j^U}{\sum q_j^L}\right], j = 1, 2, \dots, n \quad (21)$$

Burada:

w_j^L: kriterin alt ağırlık değerini,

w_j^U: kriterin üst ağırlık değerini ifade etmektedir.

Adım 6: Nihai kriter ağırlıklarının elde edilmesi. Bu adımda, önceki aşamada elde edilen aralık Tip-2 bulanık kriter ağırlıkları $w_j = [w_j^L, w_j^U]$, karar verme sürecinde kullanılmak üzere kesin (crisp) değerlere dönüştürülür. Bu amaçla, literatürde yaygın olarak kullanılan merkez (average) temelli durulaştırma yaklaşımı uygulanacaktır. Buna göre, j. kriterin kesin ağırlığı w_j^* Eşitlik 22 kullanılarak hesaplanır:

$$w_j^* = \frac{w_j^L + w_j^U}{2} \quad , \quad j = 1, 2, \dots, n \qquad (22)$$

Burada:

w_j^L: kriterin alt ağırlık değeri,

w_j^U: kriterin üst ağırlık değeri,

w_j^*: kriterin nihai kesin ağırlığını ifade etmektedir.

Bu işlem sonucunda elde edilen kesin kriter ağırlıkları, aralık tip-2 bulanık yapıdan kaynaklanan belirsizliği temsil eden alt ve üst sınırların ortalaması alınarak hesaplanmakta ve kriterlerin göreli önemlerini tek bir sayısal değerle ifade etmektedir.

5. KRİTER AĞIRLIKLARININ HESAPLANMASI VE KARŞILAŞTIRILMASI

Bu çalışmada, IT2-F BWM, IT2-F RANCOM ve IT2-F SWARA yöntemleri kullanılarak kriter ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla aynı uzman grubu tarafından yapılan değerlendirmeler kullanılmıştır. Ayrıca uzmanlardan alınan tüm değerlendirmeler, üçgen aralık Tip-2 bulanık dilsel terimler kullanılarak ifade edilmiştir.

5.1. IT2-F BWM yöntemi ile kriter ağırlıklarının hesaplanması

Adım 1: Kriterlerin belirlenmesi. Bu adımda, literatür taraması ve uzman görüşleri doğrultusunda 6 tane kriter belirlenmiştir (bakınız Tablo 3).

Adım 2: En iyi (best) ve en kötü (worst) kriterlerin seçilmesi. Bu adımda, uzmanlar tarafından yapılan değerlendirmeler sonucunda, “Karar Üzerindeki Etki Düzeyi (K1)” en iyi kriter, “Esneklik ve Duruma Duyarlılık (K6)” ise en kötü kriter olarak belirlenmiştir.

Adım 3: En iyi kriterin diğer kriterlere göre tercihlerinin belirlenmesi. Bu adımda, sekiz uzmanın K1 kriterinin diğer kriterlere göre göreli önemine ilişkin değerlendirmeleri, önceden tanımlanan üçgen aralık tip-2 bulanık dilsel ölçek kullanılarak toplanmıştır (bakınız Tablo 2). Uzman görüşleri, aritmetik ortalama operatörü yardımıyla birleştirilmiş ve IT2-F BWM yönteminde kullanılmak üzere tek bir nihai karşılaştırma vektörü elde edilmiştir ve bu değerler Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. En iyi kriter (K1)'in diğer kriterlere göre uzman değerlendirmesi ve Tip-2 bulanık karşılıkları (birleştirilmiş)

Kriterler	**Tip-2 Üçgen Bulanık Değerler**
K2	(0.70, 0.75, 0.80)(0.75, 0.80, 0.85)
K3	(0.80, 0.85, 0.90)(0.85, 0.90, 0.95)
K4	(0.90, 0.95, 1.00)(0.95, 1.00, 1.00)
K5	(0.50, 0.60, 0.70)(0.60, 0.70, 0.80)
K6	(0.30, 0.40, 0.50)(0.40, 0.50, 0.60)

Adım 4: Diğer kriterlerin en kötü kritere göre tercihlerinin belirlenmesi. Bu adımda, Bu adımda, uzmanlar diğer kriterlerin K6'ya (en kötü kriter) göre ne ölçüde daha önemli olduğunu değerlendirmiştir. Sekiz uzmanın değerlendirmeleri üçgen aralık Tip-2 bulanık dilsel ölçek kullanılarak toplanmış ve aritmetik ortalama ile birleştirilmiş ve birleştirilen bu değerler Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Diğer kriterlerin en kötü kriter (K6)'ya göre uzman değerlendirmesi ve Tip-2 bulanık karşılıkları (birleştirilmiş)

Kriterler	**Tip-2 Üçgen Bulanık Değerler**
K1	(0.90, 0.95, 1.00)(0.95, 1.00, 1.00)
K2	(0.80, 0.85, 0.90)(0.85, 0.90, 0.95)
K3	(0.90, 0.95, 1.00)(0.95, 1.00, 1.00)
K4	(0.50, 0.60, 0.70)(0.60, 0.70, 0.80)
K5	(0.30, 0.40, 0.50)(0.40, 0.50, 0.60)

Adım 5: Tip indirgeme ve aralık oranlarının türetilmesi. Bu adımda, her bir aralık Tip-2 üçgen bulanık sayı $\tilde{\tilde{A}} = (l^L, m^L, u^L)(l^U, m^U, u^U)$ için Eşitlik 3 kullanılarak centroid (ortalama) tip-indirgeme uygulanır. Ardından elde edilen TR'ler (tekil sayısal değer), kriterlerin göreceli önemini gösterecek aralık oranları (interval ratios) üretmek için Eşitlik 4 kullanılarak normalize edilmiş değerler hesaplanır. K1 (en iyi kriter) ve K6 (en kötü kriter) kriterlerine göre Eşitlik 3 ve Eşitlik 4 kullanılarak hesaplanmış ortalama değerler ve oranları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. C1 ve C6 kriterlerine göre hesaplanmış ortalama (TR) ve aralık oranları değerleri

	C1 (en iyi kriter) Kriterine Göre		**C6 (en kötü kriter) Kriterine Göre**		
Kriterler	**Tip İndirgeme Ortalama Değeri (TR)**	**Aralık Oranı (a_{Bj})**	**Kriterler**	**Tip İndirgeme Ortalama Değeri (TR)**	**Aralık Oranı (a_{jW})**
K2	0.775	0.209	K1	0.967	0.247
K3	0.875	0.235	K2	0.875	0.224
K4	0.967	0.260	K3	0.967	0.247
K5	0.650	0.175	K4	0.650	0.166
K6	0.450	0.121	K5	0.450	0.115

(Not: Burada en iyi kriter K1=1.00 ve en kötü kriter K6=1.00 olarak değerlendirilir.)

Adım 6: Optimizasyon modelinin kurulması. Bu adımın temel amacı, en büyük tutarsızlık değerini (ξ) minimize ederek bulanık ağırlıkların en uygun dağılımını elde etmektir. Tablo 6'da yer alan bilgilerden Eşitlik 5-9 kullanılarak hesaplanan kriter ağırlıkları Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. IT2 F-BWM sonucu hesaplanmış kriter ağırlıkları (w_j)

Kriterler	**Kriter Açıklaması**	**Kriter Ağırlıkları (w_j)**
K1	Karar Üzerindeki Etki Düzeyi	0.062
K2	Belirsizlik ve Öznellik Düzeyi	0.142
K3	Ölçülebilirlik ve Veri Erişilebilirliği	0.152
K4	Karar Sürecindeki Kritikliği	0.117
K5	Uzman Görüşüne Bağımlılık Düzeyi	0.095
K6	Esneklik ve Duruma Duyarlılık	0.433
	Toplam	1.000
	En büyük tutarsızlık değeri (optimum) ξ	0.045

5.2. IT2-F RANCOM yöntemi ile kriter ağırlıklarının hesaplanması

Adım 1: Uzman görüşlerinin toplanması. Bu adımda, her bir uzmandan kriterleri değerlendirmesi için görüş alınmıştır.

Adım 2: Başlangıç kriter ağırlıklarının hesaplanması. Bu adımda, her kriter için 6 uzmanın verdiği aralık Tip-2 bulanık sayılar ortalanarak birleşik aralık Tip-2 bulanık sayı değerleri hesaplanmış ve hesaplanmış bu değerler Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Grup karar verme süreci sonucunda elde edilen başlangıç kriter ağırlıkları ($\tilde{\tilde{w}}_j$)

Kriter Kodu	**Kriter Adı**	**Birleştirilmiş Başlangıç Kriter Ağırlıkları ($\tilde{\tilde{w}}_j$)**
K1	Karar Üzerindeki Etki Düzeyi	(0.85, 0.90, 0.95)(0.90, 0.95, 1.00)
K2	Belirsizlik ve Öznellik Düzeyi	(0.70, 0.75, 0.80)(0.75, 0.80, 0.85)
K3	Ölçülebilirlik ve Veri Erişilebilirliği	(0.80, 0.85, 0.90)(0.85, 0.90, 0.95)
K4	Karar Sürecindeki Kritikliği	(0.90, 0.95, 1.00)(0.95, 1.00, 1.00)
K5	Uzman Görüşüne Bağımlılık Düzeyi	(0.60, 0.65, 0.70)(0.65, 0.70, 0.75)
K6	Esneklik ve Duruma Duyarlılık	(0.50, 0.55, 0.60)(0.55, 0.60, 0.65)

Adım 3: Referans kriterin belirlenmesi. Bu adımda, referans kriterini belirlemek için öncelikler Tablo 8'de yer alan başlangıç kriter ağırlıkları üzerinde Eşitlik 13 kullanılarak her kriter için bir skor değeri (SF) elde eldilir. Burada en yüksek SF değerine sahip kriter refernas kriter olarak seçilir. Tablo 8'de yer alan veriler üzerinde Eşitlik 13 kullanılarak her kriter için hesaplanan SF değerleri Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. Her kriter için hesaplanan skor fonksiyonu değerleri ve birleştirilmiş başlangıç kriter ağırlıkları ($SF(\widetilde{\widetilde{w}}_j)$)

Kriter Kodu	**Kriter Adı**	**Birleştirilmiş Başlangıç Kriter Ağırlıkları ($\widetilde{\widetilde{w}}_j$)**	**$SF(\widetilde{\widetilde{w}}_j)$ Değerleri**
K1	Karar Üzerindeki Etki Düzeyi	(0.85, 0.90, 0.95)(0.90, 0.95, 1.00)	0.925
K2	Belirsizlik ve Öznellik Düzeyi	(0.70, 0.75, 0.80)(0.75, 0.80, 0.85)	0.775
K3	Ölçülebilirlik ve Veri Erişilebilirliği	(0.80, 0.85, 0.90)(0.85, 0.90, 0.95)	0.875
K4	Karar Sürecindeki Kritikliği	(0.90, 0.95, 1.00)(0.95, 1.00, 1.00)	0.969
K5	Uzman Görüşüne Bağımlılık Düzeyi	(0.60, 0.65, 0.70)(0.65, 0.70, 0.75)	0.675
K6	Esneklik ve Duruma Duyarlılık	(0.50, 0.55, 0.60)(0.55, 0.60, 0.65)	0.575

Tablo 9'a göre en yüksek SF değeri "Maliyet / İşlem Ücretleri (K4)" kriteri 0.969 değeri ile referans kriter olarak seçilir.

Adım 4: Referans kritere göre normalizasyon. Bu adımda, her kriterin değerlendirme puanlarını referans kriterin (ideal kriter) değerlerine göre normalize edilir ve bu normalizasyon işlemi Eşitlik 14 kullanılarak yapılır. Yapılan işlemler sonucu her kriter için hesaplanan normalize değerler Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Referans kritere göre nomalize edilmiş kriter değerleri ($\widetilde{\widetilde{N}}_j$)

Kriter Kodu	**Kriter Adı**	**Birleştirilmiş Başlangıç Kriter Ağırlıkları ($\widetilde{\widetilde{w}}_j$)**
K1	Karar Üzerindeki Etki Düzeyi	(0.944, 0.947, 0.950)(0.947, 0.950, 1.000)
K2	Belirsizlik ve Öznellik Düzeyi	(0.778, 0.789, 0.800)(0.789, 0.800, 0.850)
K3	Ölçülebilirlik ve Veri Erişilebilirliği	(0.889, 0.895, 0.900)(0.895, 0.900, 0.950)
K4	Karar Sürecindeki Kritikliği	(1.000, 1.000, 1.000)(1.000, 1.000, 1.000)
K5	Uzman Görüşüne Bağımlılık Düzeyi	0.667, 0.684, 0.700)(0.684, 0.700, 0.750)
K6	Esneklik ve Duruma Duyarlılık	(0.556, 0.579, 0.600)(0.579, 0.600, 0.650)

Adım 5: Skor fonksiyonu ile kriter ağırlıklarının hesaplanması. Bu adımda, normalize edilen değerler üzerinden (bakınız Tablo 10) kriterlerin göreli ağırlıkları Eşitlik 15 kullanılarak hesaplanmış ve hesaplanan bu değerler Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. Skor fonksiyonu ile hesaplanan kriterlerin göreli ağırlıkları ($SF(\tilde{\tilde{N}}_j)$)

Kriter Kodu	**Kriter Adı**	**Kriter Ağırlıkları ($SF(\tilde{\tilde{N}}_j)$)**
K1	Karar Üzerindeki Etki Düzeyi	0.955
K2	Belirsizlik ve Öznellik Düzeyi	0.800
K3	Ölçülebilirlik ve Veri Erişilebilirliği	0.903
K4	Karar Sürecindeki Kritikliği	1.000
K5	Uzman Görüşüne Bağımlılık Düzeyi	0.697
K6	Esneklik ve Duruma Duyarlılık	0.593

Adım 6: Kriter ağırlıklarının normalize edilmesi. Bu adımda, kriterlerin skor değerleri toplamı 1 olacak şekilde normalize edilir. Bu adımda, Tablo 11'de yer alan veriler üzerinden Eşitlik 16 kullanılarak her kriterin ağırlığı normalize edilmiş ve her kriter için normalize edilmiş değerler Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12. Bütünleştirilmiş analiz sonucunda elde edilen nihai kriter ağırlıkları (w_j)

Kriter Kodu	**Kriter Adı**	**Nihai Kriter Ağırlıkları ((w_j))**
K1	Karar Üzerindeki Etki Düzeyi	0.193
K2	Belirsizlik ve Öznellik Düzeyi	0.162
K3	Ölçülebilirlik ve Veri Erişilebilirliği	0.183
K4	Karar Sürecindeki Kritikliği	0.202
K5	Uzman Görüşüne Bağımlılık Düzeyi	0.141
K6	Esneklik ve Duruma Duyarlılık	0.120

5.3. IT2-F SWARA yöntemi ile kriter ağırlıklarının hesaplanması

Adım 1: Kriterlerin sıralanması. Bu adımda kriterler, uzmanların ortak değerlendirmeleri esas alınarak önem derecelerine göre azalan biçimde sıralanır. Sıralama yapılırken, kriterlerin karar problemine olan etki düzeyi, kritikliği ve karar sonucunu yönlendirme gücü dikkate alınmıştır. Çalışma kapsamında ele alınan kriterler için yapılan grup değerlendirmesi sonucunda elde edilen sıralama $K4 > K1 > K3 > K2 > K5 > K6$ şeklindedir.

Adım 2: Kriterlerin göreli önemlerinin belirlenmesi. Bu adımda, Adım 1'de elde edilen sıralama esas alınarak her bir kriterin, kendisinden bir önce gelen kritere göre göreli önemi belirlenir. Bu göreli önemler, uzman değerlendirmelerindeki belirsizliği yansıtacak biçimde aralık Tip-2 bulanık sayılar kullanılarak ifade edilir. SWARA yöntemine göre ilk kriter için: $s_1 = 0$ olarak kabul edilir. Adım 1'de elde edilen sıralama: $K4 > K1 > K3 > K2 > K5 > K6$ olarak belirlenmişti. Uzmanların ortak değerlendirmeleri sonucunda belirlenen göreli önem katsayıları (s_j) Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13. Kriterlerin göreli önem değerleri (s_j)

Sıra	Kriter Kodu	Göreli Önem Değerleri (s_j)
1	K4	$s_1 = 0$
2	K1	(0.05, 0.10)
3	K3	(0.08, 0.12)
4	K2	(0.10, 0.15)
5	K5	(0.12, 0.18)
6	K6	(0.15, 0.22)

Adım 3: Kriter katsayılarının hesaplanması (k_j). Bu adımda, Adım 2'de belirlenen göreli önem katsayıları $s_1 = [s_j^L, s_j^U]$ kullanılarak her kriter için katsayılar hesaplanır. Katsayılar, bir önceki kritere göre önem farkını temsil eder. Eşitlik 18 ve Eşitlik 19 kullanılarak hesaplanır. Eşitlik 18 ve Eşitlik 19 kullanılarak kriter katsayıalrı hesaplanmış ve hesaplana bu değerler Tablo 14'te verilmiştir.

Tablo 14. Kriter katsayıları (k_j)

Sıra	Kriter Kodu	Göreli Önem Değerleri (s_j)	Kriter Katsayıları (k_j)
1	K4	$s_1 = 0$	1
2	K1	(0.05, 0.10)	(1.05, 1.10)
3	K3	(0.08, 0.12)	(1.08, 1.12)
4	K2	(0.10, 0.15)	(1.10, 1.15)
5	K5	(0.12, 0.18)	(1.12, 1.18)
6	K6	(0.15, 0.22)	(1.15, 1.22)

Adım 4: Ters katsayıların (q_j) hesaplanması. Bu adımda, her kriter için ters katsayı (q_j) Eşitlik 20 kullanıalrak hesaplanmış ve hesaplana değerler Tablo 15'te verilmiştir.

Tablo 15. Her kriter için hesaplanmış ters katsayıları (q_j)

Sıra	Kriter Kodu	Kriter Katsayıları (k_j)	Ters Katsayıları (q_j)
1	K4	1	(1.00, 1.00)
2	K1	(1.05, 1.10)	(0.909, 0.952)
3	K3	(1.08, 1.12)	(0.893, 0.926)
4	K2	(1.10, 1.15)	(0.870, 0.909)
5	K5	(1.12, 1.18)	(0.847, 0.893)
6	K6	(1.15, 1.22)	(0.820, 0.870)

Adım 5: Kriter ağırlıklarının normalize edilmesi. Bu adımda, Eşitlik 21 kullanılarak Her kriterin ters katsayıları $q_j)$ toplamı alınarak, her kriterin ağırlığı normalize edilir. Normalize edilmiş kriter ağırlıkları Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16. Normalize edilmiş kriter ağırlıkları (w_j)

Sıra	Kriter Kodu	Ters Katsayıları (q_j)	Normalize Edilmiş Kriter Ağırlıkları (w_j)
1	K4	(1.00, 1.00)	(0.187, 0.194)
2	K1	(0.909, 0.952)	(0.170, 0.185)
3	K3	(0.893, 0.926)	(0.167, 0.180)
4	K2	(0.870, 0.909)	(0.163, 0.176)
5	K5	(0.847, 0.893)	(0.158, 0.174)
6	K6	(0.820, 0.870)	(0.153, 0.169)

Adım 6: Nihai kriter ağırlıklarının hesaplanması. Bu aıdmda, normalize edilmiş aralık Tip-2 bulanık ağırlıklar (w_j^L, w_j^U) ortalaması alınarak kesin (crisp) ağırlıklar w_j^* elde edilir. Eşitlik 22 kullanıalrak hesaplanmış nihai kriter ağırlıkları Tablo 17'de verilmiştir.

Tablo 17. Nihai kriter ağırlıkları (w_j)

Kriter Kodu	Kriter Adı	Nihai Kriter Ağırlığı (w_j^*)
K4	Karar Sürecindeki Kritikliği	0.190
K1	Karar Üzerindeki Etki Düzeyi	0.178
K3	Ölçülebilirlik ve Veri Erişilebilirliği	0.174
K2	Belirsizlik ve Öznellik Düzeyi	0.170
K5	Uzman Görüşüne Bağımlılık Düzeyi	0.166
K6	Esneklik ve Duruma Duyarlılık	0.161

6. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Bu bölümde, çalışmada kullanılan üç farklı ÇKKV yöntemi (IT2-F BWM, IT2-F RANCOM ve IT2-F SWARA) ile elde edilen kriter ağırlıkları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak değerlendirilmesi yapılmıştır. Amaç, her bir yöntemin kriter sıralamasındaki tutarlılığı ve diğer yöntemlerle uyum düzeyini ortaya koymak, böylece hangi yöntemin karar verme sürecinde daha güvenilir ve başarılı sonuçlar ürettiğini belirlemektir. İstatistiksel analizler, kriter ağırlıklarının sıralamaları üzerinden gerçekleştirilmiş olup, Spearman sıra korelasyonu ve sıra farkı hesaplama (Rank Difference Analysis) yöntemleri kullanılmıştır. Spearman sıra korelasyonu, yöntemler arasındaki sıralama tutarlılığını nicel olarak ölçerken, sıra farkı hesaplamaları yöntemler arasındaki mutlak sıralama farklılıklarını ortaya koymaktadır. Bu sayede, yöntemlerin göreli performansları karşılaştırılmış ve karar vericilere hangi yöntemin daha güvenilir sonuçlar sağladığına dair bilgi sunulmuştur. Çalışma kapsamında, üç farklı yöntemle belirlenen kriter ağırlıkları ve bu kriterlerin önem sıralamaları Tablo 18'de verilmiştir.

Tablo 18. Kriter Ağırlıkları ve Sıralamalar

Kriter Kodu	Kriter Ağırlığı (IT2-F BWM)	Sıra (IT2-F BWM)	Kriter Ağırlığı (IT2-F RANCOM)	Sıra (IT2-F RANCOM)	Kriter Ağırlığı (IT2-F SWARA)	Sıra (IT2-F SWARA)
K1	0.062	6	0.193	2	0.178	2
K2	0.142	3	0.162	4	0.170	4
K3	0.152	2	0.183	3	0.174	3
K4	0.117	4	0.202	1	0.190	1
K5	0.095	5	0.141	5	0.166	5
K6	0.433	1	0.120	6	0.161	6

(Not: Sıralama 1 = en yüksek ağırlığı, 6 = en düşük ağırlığı ifade etmektedir.)

6.1. Sıra farkı hesaplama analizi

Bu analizde amaç, yöntemler arasında kriter sıralamalarının ne ölçüde farklılaştığını ortaya koymaktır. İki yöntem arasındaki sıra farkı, her bir kriter için mutlak fark Eşitlik 23 kullanılarak hesaplanır.

$$Sıra\ Farkı = |Sıra_A - Sıra_B| \quad (23)$$

Tablo 18'de yer alan sıralama değerleri esas alınarak, Eşitlik 23 yardımıyla kriter ağırlıklandırmasında kullanılan yöntemler için sıra farkları ve toplam farklar hesaplanmıştır. Elde edilen analiz sonuçları Tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 19. Yöntemler Arası Sıra Farkları ve Toplam Farklar Analizi

Kriter Kodu	BWM	RANCOM	SWARA	|BWM – RANCOM|	|BWM – SWARA|	|RANCOM – SWARA|
K1	6	2	2	4	4	0
K2	3	4	4	1	1	0
K3	2	3	3	1	1	0
K4	4	1	1	3	3	0
K5	5	5	5	0	0	0
K6	1	6	6	5	5	0
Toplam Sıra Farkı				14	14	0

Tablo 19'daki sıra farkı hesaplama analizi sonuçları, IT2-F RANCOM ve IT2-F SWARA yöntemlerinin kriter sıralamaları açısından tamamen tutarlı sonuçlar ürettiğini, buna karşılık IT2-F BWM yönteminin diğer iki yöntemden belirgin biçimde ayrıştığını ortaya koymuştur.

6.2. Spearman sıra korelasyonu analizi

Bu çalışmada, Aralık Tip-2 Bulanık BWM, RANCOM ve SWARA yöntemleri kullanılarak elde edilen kriter ağırlıklarının ve buna bağlı kriter sıralamalarının yöntemler arasında ne ölçüde tutarlı olduğunu incelemek amacıyla istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir. Farklı çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri, sahip oldukları teorik altyapı ve hesaplama yaklaşımlarındaki farklılıklar nedeniyle kriter ağırlıkları ve sıralamaları üzerinde değişken sonuçlar üretebilmektedir. Bu nedenle, yöntemler arası benzerlik ve ayrışmaların nicel olarak değerlendirilmesi, elde edilen bulguların güvenilirliğinin ve yorumlanabilirliğinin artırılması açısından önem taşımaktadır. Bu kapsamda çalışmada, kriter sıralamaları arasındaki ilişkiyi ölçmek amacıyla Spearman sıra korelasyon analizi uygulanmıştır. Spearman sıra korelasyonu, parametrik olmayan bir yöntem olup, farklı yöntemler tarafından elde edilen sıralamalar arasındaki yönlü ve dereceli ilişkinin gücünü ortaya koymak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Spearman sıra korelasyonu analizi Eşitlik 24 kullanılarak yapılır.

$$\rho = 1 - \frac{6\sum d_i^2}{n(n^2-1)} \quad (24)$$

Burada:

d_i: Aynı kriter için iki yöntemdeki sıra farkını,

ρ: Spearman sıra korelasyon katsayısını ifade etmektedir.

Tablo 18'de yer alan sıralama değerleri esas alınarak, Eşitlik 24 yardımıyla kriter ağırlıklandırmasında kullanılan yöntemler için spearman sıra korelasyonu analizi yapılmıştır. Elde edilen analiz sonuçları Tablo 20'de verilmiştir.

Tablo 20. Yöntemler Arası Spearman Sıra Korelasyonu Analizi

	IT2-F BWM	IT2-F RANCOM	IT2-F SWARA
IT2-F BWM	1.000		
IT2-F RANCOM	-0.486	1.000	
IT2-F SWARA	-0.486	1.000	1.000

Tablo 20'de yer alan Spearman sıra korelasyonu sonuçları, IT2-F BWM, IT2-F RANCOM ve IT2-F SWARA yöntemleriyle elde edilen kriter sıralamalarının birbiriyle olan uyum düzeyini açık biçimde ortaya koymaktadır. Öncelikle, IT2-F RANCOM ile IT2-F SWARA yöntemleri arasında hesaplanan korelasyon katsayısının 1.000 olması, bu iki yöntemin kriterleri tamamen aynı sırayla değerlendirdiğini göstermektedir. Başka bir ifadeyle, RANCOM ve SWARA yöntemleri kriterlerin göreli önem sıralaması açısından tam bir uyum sergilemiş ve karar vericilere tutarlı sonuçlar sunmuştur. Bu durum, her iki yöntemin de uzman değerlendirmelerini bütüncül biçimde ele alması ve normalizasyon/puanlama mantıklarının birbirine yakın olmasından kaynaklanabilir.

Buna karşılık, IT2-F BWM ile IT2-F RANCOM ve IT2-F BWM ile IT2-F SWARA yöntemleri arasındaki Spearman korelasyon katsayısının −0.486 olması, bu yöntemler arasında orta düzeyde ve ters yönlü bir ilişki bulunduğunu göstermektedir. Negatif korelasyon değeri, IT2-F BWM yönteminde üst sıralarda yer alan kriterlerin, diğer iki yöntemde daha alt sıralarda yer alma eğiliminde olduğunu; benzer şekilde, BWM'de düşük öneme sahip kriterlerin RANCOM ve SWARA'da daha yüksek sıralara çıkabildiğini ortaya koymuştur. Bu bulgu, IT2-F BWM yönteminin yapısal olarak farklı bir değerlendirme mantığına sahip olduğunu göstermektedir. BWM'de en iyi ve en kötü kriterlerin referans alınması ve optimizasyon temelli bir çözümün kullanılması, kriterler arasındaki göreli farkları daha keskin biçimde yansıtmakta; buna karşılık RANCOM ve SWARA yöntemleri, kriterler arasındaki kademeli önem değişimlerini daha dengeli bir şekilde modellemektedir. Bu nedenle, BWM yöntemi özellikle uç kriterlerin (en iyi–en kötü) belirlenmesinde daha ayırt edici sonuçlar üretmektiği söylenebilir. Genel olarak değerlendirildiğinde, Spearman sıra korelasyonu analizi sonuçları; RANCOM ve SWARA yöntemlerinin birbirleriyle yüksek düzeyde tutarlı, BWM yönteminin ise diğer iki yöntemden belirgin biçimde ayrışan bir sıralama yapısı sunduğunu göstermektedir. Bu durum, çalışmada kullanılan üç yöntemin farklı bakış açılarını temsil ettiğini ve kriter ağırlıklandırma sürecinde çok yöntemli bir yaklaşım benimsenmesinin karar vericilere daha zengin ve kapsamlı bir değerlendirme imkânı sunduğunu ortaya koymaktadır.

7. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, ÇKKV süreçlerinde kriter ağırlıklandırma probleminin belirsizlik ve uzman öznelliği altında daha gerçekçi biçimde ele alınabilmesi amacıyla IT2-F BWM, IT2-F RANCOM ve IT2-F SWARA yöntemleri bütünleşik bir yapı içerisinde karşılaştırmalı olarak uygulanmıştır. Tüm yöntemlerde aynı kriter seti ve aynı uzman grubu kullanılarak elde edilen sonuçlar, yöntemler arası karşılaştırmayı metodolojik açıdan anlamlı ve tutarlı hâle getirmiştir. Elde edilen bulgular incelendiğinde, IT2-F RANCOM ve IT2-F SWARA yöntemleri ile hesaplanan kriter ağırlıklarının hem büyüklük hem de sıralama açısından oldukça benzer olduğu görülmüştür. Bu durum, yapılan Spearman sıra korelasyonu analizi ile de istatistiksel olarak doğrulanmış ve iki yöntem arasında tam pozitif korelasyon ($\rho = 1.000$) elde edilmiştir.

Literatürde, RANCOM ve SWARA yöntemlerinin her ikisinin de kriterler arasındaki kademeli önem farklılıklarını dikkate alan yapılar sunması, bu tür yüksek uyumlu sonuçların elde edilmesini açıklamaktadır [24, 25]. Buna karşılık, IT2-F BWM yöntemi ile elde edilen kriter sıralamasının, diğer iki yöntemden belirgin biçimde ayrıştığı tespit edilmiştir. Spearman korelasyon katsayısının −0.486 olarak hesaplanması, BWM yönteminin kriter önemlerini ters yönlü bir öncelik yapısıyla değerlendirdiğini ortaya koymuştur. Bu ayrışmanın temel nedeni, BWM yönteminin doğası gereği "en iyi" ve "en kötü" kriterleri referans alarak optimizasyon

temelli bir çözüm üretmesi ve bu süreçte kriterler arasındaki farkları daha keskin biçimde yansıtmasıdır. Benzer bulgular, literatürde BWM'nin özellikle uç kriterleri vurgulayan yapısına dikkat çeken çalışmalarda da ifade edilmiştir [18]. Özellikle bu çalışmada, IT2-F BWM yönteminin "Esneklik ve Duruma Duyarlılık (K6)" kriterine yüksek ağırlık ataması, BWM'nin uzmanlar tarafından belirlenen en iyi–en kötü kriterler arasındaki oranlara duyarlı olduğunu göstermiştir. Buna karşın, RANCOM ve SWARA yöntemlerinde "Karar Sürecindeki Kritiklik (K4)" kriterinin en üst sırada yer alması, bu yöntemlerin karar kalitesine doğrudan etki eden kriterleri daha dengeli biçimde ön plana çıkardığını ortaya koymuştur. Bu durum, farklı ÇKKV yöntemlerinin karar vericilere farklı bakış açıları sunduğunu ve tek bir yönteme bağlı kalınmasının karar sürecini sınırlandırabileceğini göstermiştir. Sıra farkı analizi sonuçları da bu yorumu desteklemekte; IT2-F BWM ile elde edilen sıralamanın, RANCOM ve SWARA sonuçlarına kıyasla daha yüksek ayrışma gösterdiği görülmüştür.

Genel olarak değerlendirildiğinde, bu çalışmanın alanyazına katkıları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Aralık Tip-2 bulanık ortamda üç farklı kriter ağırlıklandırma yönteminin aynı problem üzerinde sistematik biçimde karşılaştırılması,
- Yöntemler arası benzerlik ve ayrışmaların istatistiksel analizlerle desteklenmesi,
- Karar vericilere, farklı yöntemlerin hangi koşullarda daha uygun sonuçlar üretebileceğine dair yöntemsel bir yol haritası sunmasıdır.

Sonuç olarak bu çalışmada, RANCOM ve SWARA yöntemleri tutarlı ve dengeli kriter sıralamaları üretirken, BWM yöntemi karar sürecinde kritik eşiklere ve uç kriterlere daha duyarlı sonuçlar sunmuştur. Bu nedenle, uygulamalı karar problemlerinde, özellikle yüksek belirsizlik içeren durumlarda, çok yöntemli ve karşılaştırmalı bir yaklaşımın benimsenmesi, karar kalitesini artıracak önemli bir strateji olarak değerlendirilebilir.

Bu çalışmada, kriter ağırlıklarının belirlenmesinde IT2-F BWM, IT2-F RANCOM ve IT2-F SWARA yöntemleri kullanılarak karşılaştırmalı bir analiz gerçekleştirilmiştir. Ancak çalışma bazı kısıtlar içermektedir. Öncelikle, kriter ağırlıkları sınırlı sayıda uzman görüşüne dayalı olarak belirlenmiş olup, uzman sayısının artırılması veya farklı disiplinlerden uzmanların sürece dâhil edilmesi sonuçların genellenebilirliğini artırabilir. Ayrıca, kullanılan yöntemler yalnızca kriter ağırlıklandırma aşamasına odaklanmış, alternatif değerlendirme ve nihai karar verme aşamaları bu çalışma kapsamında ele alınmamıştır. Bunun yanı sıra, kriterler arasındaki olası bağımlılık ilişkileri göz ardı edilmiş ve tüm kriterlerin birbirinden bağımsız olduğu varsayılmıştır.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda, önerilen karşılaştırmalı çerçeve daha fazla kriter ve uzman katılımı ile genişletilebilir. Ayrıca, kriterler arası etkileşimleri dikkate alan DEMATEL veya ANP gibi yöntemler ile aralık Tip-2 bulanık yapının bütünleştirilmesi, elde edilen ağırlıkların karar problemlerine etkisini daha kapsamlı biçimde ortaya koyabilir. Bununla birlikte, farklı bulanık ortamlar (örneğin sezgisel, küresel veya pisagor bulanık kümeler) altında benzer karşılaştırmaların yapılması, yöntemlerin sıralama performanslarının belirsizlik düzeylerine göre nasıl değiştiğini analiz etme imkânı sağlayacaktır. Bu tür çalışmalar, çok kriterli karar verme literatürüne metodolojik ve uygulamalı açıdan önemli katkılar sunabilir.

Etik beyan

"Bu çalışmada insan veya hayvan denekleri üzerinde herhangi bir deneysel uygulama gerçekleştirilmemiştir. Çalışma kapsamında kullanılan veriler, akademisyenler ve ilgili sektörde görev yapan uzmanlardan gönüllülük esasına dayalı olarak, anonim ve kişisel veri içermeyecek şekilde elde edilmiştir. Bu nedenle çalışma için etik kurul onayı veya etik beyan gerekmemektedir. Bununla birlikte, araştırma süreci bilimsel araştırma ve yayın etiği ilkelerine uygun olarak yürütülmüştür."

KAYNAKLAR

[1]. Li, H., Wu, P., Zhou, L., & Chen, H. (2021). A new approach for multicriteria group decision making under interval type-2 fuzzy environment. *Measurement*, *172*, 108818. https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108818

[2]. Dutta, B., García-Zamora, D., Figueira, J. R., & Martínez, L. (2025). Building Interval Type-2 Fuzzy Membership Function: A Deck of Cards based Co-constructive Approach. *arXiv preprint arXiv:2503.01413*.

[3]. Demir, G., & Bircan, H. (2020). Kriter ağirliklandirma yöntemlerinden bwm ve fucom yöntemlerinin karşilaştirilmasi ve bir uygulama. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, *21*(2), 170-185. https://doi.org/10.37880/cumuiibf.616766

[4]. Goldani, N., Kazemi, M., Naji-Azimi, Z., & Alidadi, H. (2023). An interval type-2 fuzzy best-worst method and likelihood-based multi-criteria method in group decision-making. *Applied Soft Computing*, *148*, 110856. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2023.110856

[5]. Kanmaz, A. K., & Ertuğrul, İ. (2025). Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile ERP Yazılım Programı Seçimi. *Alanya Akademik Bakış*, *9*(2), 357-373. https://doi.org/10.29023/alanyaakademik.1474663

[6]. Chen, L., Liu, W., & Zhang, J. (2025). An interval type-2 fuzzy multi-criteria decision-making approach for patient bed allocation. *Scientific Reports*, *15*(1), 21019. https://doi.org/10.1038/s41598-025-09199-1

[7]. Więckowski, J., Kizielewicz, B., & Sałabun, W. (2025). Fuzzy RANCOM: a novel approach for modeling uncertainty in decision-making processes. *Information Sciences*, *694*, 121716. https://doi.org/10.1016/j.ins.2024.121716

[8]. Işık, M., Yüksel, F. Ş., & Kalan, O. (2025). A Fuzzy MCDM Approach for the Evaluation of Sustainable Aviation Fuel Alternatives Under Uncertainty. *Sustainability*, *17*(19), 8684. https://doi.org/10.3390/su17198684

[9]. Ratandhara, H. M., & Kumar, M. (2024). An α-cut intervals based Fuzzy Best–Worst Method for Multi-Criteria Decision-Making. *Applied Soft Computing*, *159*, 111625. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2024.111625

[10]. Peker, B. N., & Görener, A. (2023). Geliştirilmiş bulanık SWARA ve bulanık CODAS yöntemleriyle tesis yeri seçimi: İmalat sektöründe bir uygulama. *Journal of Turkish Operations Management*, *7*(1), 1493-1512. https://doi.org/10.56554/jtom.1215975

[11]. Öztürk, M., Torğul, B., & Paksoy, T. (2022). Interval Type-2 Fuzzy Rule-Based Bwm Approach for Sustainable Supplier Selection. *Konya Journal of Engineering Sciences*, *10*(2), 312-336. https://doi.org/10.36306/konjes.991295

[12]. Hoseini, S. A., Hashemkhani Zolfani, S., Skačkauskas, P., Fallahpour, A., & Saberi, S. (2021). A combined interval type-2 fuzzy MCDM framework for the resilient supplier selection problem. *Mathematics*, *10*(1), 44. https://doi.org/10.3390/math10010044

[13]. Norouzi, A., & Hajiagha, H. R. (2021). An interval type-2 hesitant fuzzy best-worst method. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, *40*(6), 11625-11652. https://doi.org/10.3233/JIFS-202801

[14]. Keshavarz-Ghorabaee, M., Amiri, M., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Antucheviciene, J. (2018). An extended step-wise weight assessment ratio analysis with symmetric interval type-2 fuzzy sets for determining the subjective weights of criteria in multi-criteria decision-making problems. *Symmetry*, *10*(4), 91. https://doi.org/10.3390/sym10040091

[15]. Kahraman, C., Öztayşi, B., Sarı, İ. U., & Turanoğlu, E. (2014). Fuzzy analytic hierarchy process with interval type-2 fuzzy sets. *Knowledge-based systems*, *59*, 48-57. https://doi.org/10.1016/j.knosys.2014.02.001

[16]. Celik, E., Gul, M., Aydin, N., Gumus, A. T., & Guneri, A. F. (2015). A comprehensive review of multi criteria decision making approaches based on interval type-2 fuzzy sets. *Knowledge-Based Systems*, *85*, 329-341. https://doi.org/10.1016/j.knosys.2015.06.004

[17]. Mendel, J. M., & John, R. B. (2002). Type-2 fuzzy sets made simple. *IEEE Transactions on fuzzy systems*, *10*(2), 117-127.
[18]. Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, *53*, 49-57. https://doi.org/10.1016/j.omega.2014.11.009
[19]. Tan, W. W., & Chua, T. W. (2007). Uncertain rule-based fuzzy logic systems: introduction and new directions (Mendel, JM; 2001)[book review]. *IEEE Computational intelligence magazine*, *2*(1), 72-73.
[20]. Mendel, J., & Wu, D. (2010). *Perceptual computing: aiding people in making subjective judgments*. John Wiley & Sons.
[21]. Ozdemir, Y. S., & Uskudar, A. (2020). Strategy selection by using interval type-2 fuzzy mcdm and an application. *Journal of Engineering Research*, *8*(3), 172-189. https://doi.org/10.1016/S2307-1877(25)00776-X
[22]. Więckowski, J., Kizielewicz, B., Shekhovtsov, A., & Sałabun, W. (2023). RANCOM: A novel approach to identifying criteria relevance based on inaccuracy expert judgments. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, *122*, 106114. https://doi.org/10.1016/j.engappai.2023.106114
[23]. Ünal, E. A. (2025). Kasko Üretimi Yapan Sigorta Şirketlerin Performansının Hibrit ÇKKV Modeli ile Değerlendirilmesi. *Verimlilik Dergisi*, *59*(1), 77-100. https://doi.org/10.51551/verimlilik.1530339
[24]. Więckowski, J., Kizielewicz, B., & Sałabun, W. (2025, July). A New Approach to Large-Scale Multi-criteria Group Decision-Making Based on the RANCOM Method. In *International Conference on Computational Science* (pp. 250-264). Cham: Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-97567-7_20
[25]. Keršuliene, V., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA). *Journal of business economics and management*, *11*(2), 243-258.

DÜŞÜNCE VE MADDE ARASINDAKİ ONTOLOJİK UÇURUM: RORTY'NİN RADİKALİZMİ EKSENİNDE ZİHİN-NESNE DÜALİZMİNİN ELEŞTİRİSİ

Melek Edanur YAROĞLU
Cumhuriyet Üniversitesi,Sosyal Bilimler Enstitüsü,Felsefe Bilim Dalı,58070 Merkez/Sivas
ORCID: 0009-0003-5911-132X
Assoc.Prof.Dr. Ferdi Selim
Cumhuriyet Üniversitesi,Sosyal Bilimler Enstitüsü,Felsefe Bilim Dalı,58070 Merkez/Sivas
ORCID: 0000-0003-2576-4499

ÖZET
Zihin felsefesi literatüründe, evrenin işleyişini neden-sonuç ilişkisi içerisinde açıklayan maddenin deterministik yasaları ile bu yasaların mekanik yapısına indirgenemeyen zihnin öznel doğası arasındaki gerilim, modern düşüncenin en karmaşık düğümlerinden birini oluşturmaktadır. Özellikle nörobilimsel verilerin fenomenal bilinci açıklamadaki yetersizliği ile derinleşen ve fizikselciliğin tüm çabalarına rağmen kapatılamayan bu ontolojik gedik, zihin-madde düalizminin güncel tartışmalarda hala aşılması güç bir problem olarak varlığını sürdürmesine neden olmaktadır. Bu çalışmanın temel amacı, çağdaş zihin felsefesinin merkezinde yer alan ve fiziksel süreçlerin nasıl öznel deneyime (qualia/nitelce) dönüştüğünü sorgulayan "Zor Sorun"un, ontolojik bir gizem değil, dilsel bir alışkanlık ve tarihsel bir tortu olduğunu Richard Rorty'nin neopragmatist perspektifiyle göstermektir. 17. yüzyıl Descartesçı düalizmden miras kalan zihin-beden ayrımı, modern tartışmalarda Thomas Nagel ve David Chalmers gibi düşünürler tarafından "açıklayıcı gedik" ve "fenomenal bilinç" kavramları üzerinden yeniden üretilmektedir. Bu çalışma, söz konusu tıkanıklığın kaynağının, zihnin dış dünyayı yansıtan bir "ayna" (temsil) olarak kurgulanması olduğunu ve bu metaforun felsefeyi yanlış sorular sormaya yönelttiğini savunmaktadır. Çalışmada yöntem olarak literatür taraması, kavramsal analiz ve Rorty'nin "Antipodlar" düşünce deneyi üzerinden yürütülen pragmatik soruşturma kullanılmıştır. Rorty'nin kurguladığı "Antipodlar" toplumu, zihinsel kavramları olmayan ancak nörolojik süreçleri raporlayabilen bir medeniyetin, "zihin" kavramına ihtiyaç duymadan da acı, haz ve inanç gibi durumları yaşayabildiğini göstermektedir. Bu düşünce deneyi, zihinselliğin "yanılmazlık" (incorrigibility) atfına dayalı sosyo-linguistik bir pratik olduğunu, ontolojik bir zorunluluk olmadığını ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgular, zihin-beden probleminin nörobilimsel veya metafiziksel bir "keşif" ile çözülmeyeceğini; aksine Wittgensteinci bir "terapi" ile bu problemin bir dil oyunu olduğunun ifşa edilmesi gerektiğini göstermektedir. Sonuç olarak, Rortyci yaklaşım, felsefeyi "Zihin nedir?" şeklindeki epistemolojik kesinlik arayışından uzaklaştırıp, "Hangi kelime dağarcığı insan dayanışmasına daha çok hizmet eder?" şeklindeki kültürel politika sorusuna yöneltmektedir.
Anahtar Kelimeler: Richard Rorty, Zihin-Beden Problemi, Antipodlar, Anti-temsilcilik, Nitelceler (Qualia), Neopragmatizm.

THE ONTOLOGICAL CHASM BETWEEN THOUGHT AND MATTER: A CRITIQUE OF MIND-OBJECT DUALISM CENTERED ON RORTY'S RADICALISM

ABSTRACT
In the literature of philosophy of mind, the tension between the deterministic laws of matter, which explain the functioning of the universe in terms of cause-and-effect relationships, and the subjective nature of the mind, which cannot be reduced to the mechanical structure of these laws, constitutes one of the most complex knots of modern thought. This ontological gap, deepened by the inadequacy of neuroscientific data in explaining phenomenal consciousness and which remains unclosed despite all the efforts of physicalism, causes the mind-matter dualism to persist as a difficult problem in current discussions. The main aim of this study is to

show, from Richard Rorty's neopragmatist perspective, that the “Hard Problem” at the center of contemporary philosophy of mind, which questions how physical processes are transformed into subjective experience (qualia), is not an ontological mystery but a linguistic habit and historical residue. The mind-body distinction, inherited from 17th-century Cartesian dualism, is reproduced in modern debates by thinkers such as Thomas Nagel and David Chalmers through the concepts of the “explanatory gap” and “phenomenal consciousness.” This study argues that the source of this impasse lies in the conception of the mind as a “mirror” (representation) reflecting the external world, and that this metaphor has led philosophy to ask the wrong questions. The study employs a literature review, conceptual analysis, and a pragmatic inquiry based on Rorty's “Antipodes” thought experiment as its methodology. Rorty's fictional “Antipodes” society demonstrates that a civilization without mental concepts but capable of reporting neurological processes can experience states such as pain, pleasure, and belief without needing the concept of “mind.” This thought experiment reveals that mentalism is a socio-linguistic practice based on the attribution of “incorrigibility,” not an ontological necessity. The findings show that the mind-body problem cannot be solved by a neuroscientific or metaphysical “discovery”; rather, Wittgensteinian “therapy” is needed to reveal that this problem is a language game. Consequently, the Rortyan approach diverts philosophy from the epistemological quest for certainty in the form of “What is the mind?” and directs it towards the cultural policy question of “Which vocabulary serves human solidarity better?”
Keywords: Richard Rorty, Mind-Body Problem, Antipodes, Anti-representationalism, Qualia, Neopragmatism.

GİRİŞ

Zihin felsefesi, yüzyıllardır insan düşüncesinin en karmaşık ve çözümsüz görünen bilmecelerinden biri olan zihin-beden problemi ile boğuşmaktadır. Bu problem, en temel haliyle, fiziksel süreçlerin (beyin, nöronlar, sinapslar ve nörotransmitterler) nasıl olup da öznel, fenomenal ve birinci şahıs perspektifinden deneyimlenen bir bilince (kırmızıyı görme, acıyı hissetme, müzikten zevk alma) yol açtığını açıklama çabasıdır. 21. yüzyılda nörobilim ve bilişsel bilimlerdeki devasa ilerlemelere rağmen, bu "açıklama" hala eksik görünmektedir. David Chalmers, 1995 yılında literatüre kazandırdığı ünlü ayrımıyla bu durumu "Kolay Sorunlar" ve "Zor Sorun" (Hard Problem) olarak kategorize etmiştir. Beynin bilgiyi nasıl işlediği, hafızayı nasıl depoladığı veya dikkati nasıl odakladığı "kolay" sorunlardır (çözümleri zordur ama prensipte fiziksel mekanizmalarla açıklanabilirler). Ancak "Neden bu fiziksel işlemlere bir 'içsel deneyim' eşlik ediyor?" sorusu, yani "Zor Sorun", materyalist açıklamaların sınırlarını zorlamaktadır.

Geleneksel felsefe, bu sorunu çözmek adına genellikle iki ana kampa ayrılmış ve yüzyıllardır süren bir siper savaşına girişmiştir: Düalizm (İkicilik) ve Materyalizm (Maddecilik). Düalistler, zihnin fiziksel dünyaya indirgenemez, kendine özgü yasaları olan ontolojik bir gerçekliği olduğunu savunurken; materyalistler zihnin beynin işlevlerinden ibaret olduğunu ve bilimin ilerlemesiyle tamamen fiziksel terimlerle açıklanacağını iddia ederler. Ancak her iki yaklaşım da, Richard Rorty’nin "Temsilcilik" (Representationalism) olarak adlandırdığı ortak ve sorgulanmamış bir zemini paylaşır: Her iki taraf da zihnin, dış dünyayı yansıtan bir "ayna" olduğunu ve felsefenin görevinin bu aynadaki görüntülerin (temsillerin) doğruluğunu denetlemek olduğunu varsayar.

Bu makalenin temel tezi, zihin felsefesindeki mevcut tıkanıklığın ve "açıklayıcı gediğin" (Explanatory Gap), doğanın yapısından kaynaklanan ontolojik bir eksiklikten değil, felsefenin kullandığı metaforlardan kaynaklanan dilsel bir yanılsamadan ibaret olduğudur. Richard Rorty’nin neopragmatizmi, zihinsel durumları doğuştan gelen ontolojik bir kategori olarak değil, tarihsel süreçte oluşmuş kültürel ve dilsel bir pratik olarak yeniden tanımlayarak bu düğümü çözmeyi (veya Rorty'nin deyimiyle "çözündürmeyi/tedavi etmeyi") hedefler. Rorty,

zihnin "doğanın aynası" olduğu metaforunu reddederek, zihin-beden probleminin çözülmesi gereken bilimsel bir bulmaca değil, terk edilmesi gereken, miadı dolmuş bir dilsel alışkanlık olduğunu savunur.

Bu çalışmada, Rorty'nin başyapıtı *Felsefe ve Doğanın Aynası* (Philosophy and the Mirror of Nature) eserindeki argümanlar merkeze alınarak, özellikle "Antipodlar" düşünce deneyi ve "yanılmazlık" kriteri üzerinden zihin felsefesindeki "Zor Sorun"un nasıl bir "sözde sorun" (pseudo-problem) olduğu tartışılacaktır. Çalışma, zihin felsefesinin epistemolojik bir soruşturmadan (Zihin tözü nedir?), kültürel-politik bir soruşturmaya (Hangi kavramlar hayatımızı daha iyi kılar?) evrilmesi gerektiğini savunan Rortyci bir hat izleyecektir.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu bölümde, problemin tarihsel kökleri, çağdaş tartışmalardaki yeri ve Rorty'nin geliştirdiği pragmatist stratejiler, analitik felsefenin teknik detayları ve Rorty'nin bu detaylara getirdiği eleştiriler ışığında dört ana başlık altında incelenecektir.

1. Kartezyen Miras: Makinedeki Hayalet ve Zihnin İcadı

Zihin-beden probleminin modern felsefedeki kurucusu ve bu ayrıma "kategorik" bir statü kazandıran isim René Descartes'tır. Descartes, *Meditasyonlar* eserinde, her şeyden şüphe edebileceğini ancak şüphe eden kendisinden (zihninden) şüphe edemeyeceğini belirterek zihni (res cogitans) maddeden (res extensa) ontolojik olarak ayırmıştır. Descartes'a göre madde; yer kaplayan, bölünebilen ve mekanik yasalara tabi olan bir yapıdır. Zihin ise; yer kaplamayan, bölünemeyen, özgür ve en önemlisi "doğrudan bilinen" bir tözdür. Bu ayrım, zihni doğadan koparark onu ayrıcalıklı, "içsel" ve mahrem bir alana hapsetmiştir. Descartes'ın bu hamlesi, bedeni mekanik bir makineye, zihni ise bu makineyi yöneten gizemli bir pilota dönüştürmüştür.

20 yüzyılın ortalarında Gilbert Ryle, *The Concept of Mind* (1949) eserinde bu görüşü sert bir dille eleştirmiş ve Descartesçı zihin tasarımını "Makinedeki Hayalet" (Ghost in the Machine) olarak adlandırmıştır. Ryle'a göre Descartes, bir "kategori hatası" yapmıştır. Zihin, bedenden ayrı bir nesne veya töz değil, bedenin davranışsal yatkınlıklarının ve kapasitelerinin bir ismidir. Ryle, zihinsel terimlerin (zeka, irade, acı) aslında gözlemlenebilir davranışlara veya davranış eğilimlerine atıf yaptığını savunarak mantıksal davranışçılığın temelini atmıştır.

Ancak Ryle'ın davranışçılığı, özellikle "qualia" (nitelce) adı verilen öznel deneyimlerin varlığını açıklamakta yetersiz kalmıştır. Bir insan, dışarıdan hiçbir acı davranışı göstermeden de (örneğin usta bir aktör gibi acısını gizleyerek veya felçli bir durumda) yoğun bir acı hissedebilir. Bu "içsel his", davranışa indirgenemez görünmektedir. Bu yetersizlik, tartışmanın Thomas Nagel ve David Chalmers gibi "Yeni İkiciler" (Neo-dualists) tarafından devralınmasına neden olmuştur. Nagel, "Yarasa Olmak Neye Benzer?" (1974) makalesinde, fizikselciliğin asla öznel bakış açısını yakalayamayacağını savunur. Bir nörobilimci yarasanın sonar sistemini en ince detayına kadar bilse bile, yarasa olmanın "nasıl bir his" olduğunu bilemez. Bu argümanlar, zihnin fiziksel dünyaya indirgenemez bir "artık" (residue) içerdiği inancını modern felsefede tekrar hakim kılmıştır.

2. Rorty ve Ayna Metaforunun Kırılması: Epistemolojinin Sonu

Richard Rorty, zihin felsefesindeki bu çıkmazı, sorunun kendisine değil, soruyu soran geleneğe saldırarak aşmayı dener. Rorty'ye göre, hem düalistlerin hem de materyalistlerin hatası, zihni üzerine konuşulacak bir "töz" veya "varlık" olarak ele almalarıdır. Oysa "zihinsel" dediğimiz şey, bir varlık türü değil, belirli bir konuşma biçimidir. Rorty, Batı felsefesinin Platon'dan bu yana, zihni (veya aklı) "Doğanın Aynası" olarak kurguladığını belirtir.

Bu "ayna" metaforuna göre; dışarıda bir gerçeklik vardır ve zihnimizde bu gerçekliğin "temsilleri" (representations/ideas) bulunur. Bilgi, zihindeki bu temsillerin dış dünyadaki nesnelere ne kadar "doğru" (accurate) tekabül ettiğinin araştırılmasıdır. Epistemoloji (bilgi kuramı) ise bu aynayı parlatma, yani temsillerin doğruluğunu garanti altına alma girişimidir. Rorty bu görsel metaforu kökten reddeder. Ona göre bilgi, gerçeğin doğru bir kopyası veya temsili değil; organizmanın çevresiyle "başa çıkma" (coping), sorun çözme ve hayatta kalma

aracıdır. Darwinci bir perspektiften bakıldığında, zihnin amacı evrenin hakikatini yansıtmak değil, organizmanın ihtiyaçlarını gidermektir. Eğer zihin bir ayna değilse, "Aynadaki görüntü (qualia/bilinç) fiziksel midir yoksa ruhsal mıdır?" sorusu da anlamını yitirir ve felsefi bir safsata haline gelir.

Rorty'nin analizinde, zihinselliği tanımlayan kritik kavram "yanılmazlık"tır (incorrigibility). Descartesçı geleneğe göre zihinselliğin en belirgin işareti, kişinin kendi zihinsel durumları hakkında yanılmaz olması ve "doğrudan erişime" (privileged access) sahip olmasıdır. Bir kişi "Şu an acım var" dediğinde, dünyanın en iyi doktoru bile ona "Hayır, yanılıyorsun, aslında acın yok" diyemez. Ancak bir kişi "Şu masada bir elma var" dediğinde, "Hayır, o bir hologram" diyerek düzeltilebilir. Rorty, bu "yanılmazlık" özelliğinin ontolojik bir gerçeklik değil, dilsel bir uzlaşı olduğunu savunur. Toplum, bireyin birinci şahıs raporlarını (first-person reports) sorgulamamayı, ona kendi hisleri üzerinde bir otorite alanı tanımayı seçmiştir. Yani zihinsellik, doğuştan gelen metafizik bir öz değil, bize dil topluluğu tarafından atfedilen bir statüdür.

3. Antipodlar Düşünce Deneyi: Zihinsiz Bir Toplum Mümkün Mü?

Rorty, zihin-beden ayrımının zorunlu olmadığını ve sadece kültürel bir inşa olduğunu kanıtlamak için *Felsefe ve Doğanın Aynası* eserinin ikinci bölümünde "Antipodlar" (Antipodeans) adını verdiği kurgusal bir ırk tasarlar. Bu düşünce deneyi, Rorty'nin argümanının kalbini oluşturur. Samanyolu'nun öbür ucunda yaşayan bu varlıklar, biyolojik ve fizyolojik olarak insanlara tıpatıp benzerler. Tek farkları dilleridir: Antipodluların dilinde ve kültüründe "zihin", "bilinç", "ruh", "akıl", "acı", "haz" gibi zihinsel kavramlar (mental vocabulary) hiç gelişmemiştir. Tarihsel gelişimlerinde hiç "ruhban sınıfı" veya "kartezyen filozoflar" olmamıştır.

Bunun yerine, binlerce yıldır süren nörolojik ve biyolojik araştırmalar sonucunda son derece gelişmiş bir "materyalist" dile sahiptirler. Bir Antipodlu parmağını kestiğinde veya sıcak bir sobaya dokunduğunda "Canım acıyor" demez; çünkü "acı" kelimesini bilmez ve bu kelimenin işaret ettiği "zihinsel" kategoriden habersizdir. Bunun yerine "C-liflerim şu an 300 frekansında ateşleniyor" veya "Hipotalamusumda uyarılma var" der.

Buradaki kritik felsefi soru şudur: Antipodlular acı çekmekte midir? Gözlemlediğimizde, tıpkı bizim gibi davranırlar; sıcak sudan ellerini çekerler, yaralandıklarında kıvranırlar. Rorty'ye göre, Antipodlular da bizim gibi "hissederler" (raw feels), ancak bu deneyimi raporlarken "zihinsel" bir kelimeye ihtiyaç duymazlar, doğrudan "fiziksel/nörolojik" durumu rapor ederler. Onlar için "nöronların ateşlenmesi" ile "acı çekmek" aynı şeydir; daha doğrusu "acı çekmek" diye ayrı bir fenomen yoktur, sadece nöron ateşlenmesi vardır.

Bu düşünce deneyi şu sarsıcı sonucu doğurur:

- Antipodluların "zihinleri" var mıdır? Geleneksel felsefeye göre "hayır", çünkü zihinsel kavramları ve öznel iç dünyayı ifade eden bir dilleri yoktur.
- Peki, insanlardan eksik olan nedir? Hiçbir şey. Onlar da sever, korkar, plan yapar, bilim üretir ve şiir yazarlar; sadece bunları açıklarken "ruh" veya "bilinç" gibi bulanık kavramları kullanmazlar.
- Bu durum, "zihin" kavramının deneyimi açıklamak için zorunlu olmadığını, sadece Batı kültürüne özgü tarihsel bir dil oyunu olduğunu gösterir. "Zihin", tıpkı antik çağlardaki hastalıkları açıklamak için kullanılan "kötü ruhlar" veya "cadılar" gibi, belirli fenomenleri açıklamak için uydurulmuş ama nörobilim çağında artık işlevini yitirmekte olan bir kavramdır.

4. Eleyicilik, Pragmatizm ve "Nitelceler"in (Qualia) Akıbeti

Rorty'nin bu yaklaşımı, Paul ve Patricia Churchland'in savunduğu "Eleyici Maddecilik" (Eliminative Materialism) ile yüzeysel bir benzerlik gösterse de, Rorty felsefi duruş olarak onlardan ayrılır. Churchlandler, halk psikolojisinin (inanç, arzu, korku) "yanlış" bir teori olduğunu ve nörobilimin "gerçeği" söylediğini iddia eden "Bilimsel Realist" bir tutum takınırlar. Onlara göre "acı" yoktur, sadece "nöron aktivitesi" vardır ve bu bilimsel bir gerçektir.

Rorty ise pragmatisttir ve "Gerçek/Doğru" kavramına şüpheyle yaklaşır. O, kelimeleri gerçeğin aynası olarak değil, alet çantasındaki araçlar olarak görür. Rorty'ye göre nörobilimsel dil, gerçeğin "daha doğru" bir resmi olduğu için değil, bazı amaçlar için (örneğin akıl hastalıklarını tedavi etmek, acıyı dindirmek, insan davranışını öngörmek) "daha faydalı" olabileceği için tercih edilebilir. "Nöronlarım ateşleniyor" demek, bir doktorun tedavi uygulaması için "Canım yanıyor" demekten daha işlevsel olabilir.

Ancak Rorty, indirgemeci değildir. Şiir yazarken, aşık olurken, ahlaki bir karar verirken veya bir dostla sohbet ederken "halk psikolojisi"nin dili (zihinsel dil: üzüntü, sevinç, vicdan) hala daha işlevsel ve vazgeçilmez olabilir. Rorty, tek bir "Hakikat Dili" arayışını reddeder; farklı amaçlar için farklı söz dağarcıklarının bir arada var olabileceğini savunur. Dolayısıyla "qualia" veya "nitelce" dediğimiz o tarif edilemez öznel hisler, Rorty'ye göre "dile getirilemeyen ham veriler" değildir. Bir hissin "niteliksel" olması, sadece onun hakkında henüz yeterince detaylı bir nörolojik raporlama diline sahip olmadığımız anlamına gelir. Antipodlar için "kırmızıyı görmek" bir gizem değildir; o sadece görsel korteksteki belirli bir spektral tepkidir ve bu onlara bizim "kırmızılık hissi" dediğimiz tatmini verir. Sorun, hissin kendisinde değil, hissi "fiziksel olandan ayrı bir şey" olarak etiketleyen dilimizdedir.

SONUÇ

Richard Rorty'nin zihin felsefesine getirdiği yaklaşım, problemi çözmekten ziyade onu "tedavi etmeyi" (terapötik yaklaşım) amaçlar. Rorty, Ludwig Wittgenstein ve John Dewey'in izinden giderek, felsefi problemlerin çoğunun dilin yanlış kullanımından kaynaklandığını gösterir. Yapılan inceleme göstermiştir ki, "Zor Sorun" ve "Qualia" tartışmaları, zihnin doğayı temsil eden bir ayna olarak kurgulanmasından kaynaklanan yapay sorunlardır. Bu sorunlar, filozofların dili tatile çıkarması sonucu oluşmuş kafa karışıklıklarıdır.

Bu çalışmanın bulguları ışığında şu temel sonuçlara varılmıştır:

1. **Ontolojik Değil Dilsel:** Zihin-beden problemi, dünyanın yapısına dair (madde ve ruh) bir keşif sorunu değil, kendimizi ve deneyimlerimizi anlatırken hangi kelime dağarcığını kullanacağımıza dair bir tercih sorunudur.
2. **Temsilciliğin Sonu:** Zihnin bir ayna olduğu fikrinden vazgeçildiğinde, "içsel deneyim" ile "dışsal gerçeklik" arasındaki uçurum kapanır. Zihin, dünyayı yansıtan bir tiyatro sahnesi değil, dünyayla etkileşime giren bir yetenekler bütünüdür.
3. **Kültürel Politika Olarak Felsefe:** Felsefenin görevi, "Zihin nedir?" veya "Bilinç fiziksel midir?" gibi özcü sorular sormak değildir. Asıl soru, "Kendimizi nasıl tanımlarsak daha özgür, daha az acı çeken ve daha dayanışmacı bir toplum oluruz?" sorusudur.

Eğer gelecekte nörobilimsel dil (Antipodların dili) gündelik hayatımıza egemen olursa, "bilinç" problemi çözülmüş olmayacak, sadece buharlaşacaktır. İnsanlar, "Ruhum daraldı" yerine "Serotonin seviyem düştü" demeye başladığında ve bu ifade biçimi kültürel olarak yerleştiğinde, ortada çözülecek bir zihin-beden problemi kalmayacaktır. Rorty'nin mirası, bizi metafizik gölgelerle ve hayaletlerle savaşmaktan kurtarıp, dilsel yaratıcılığımızı kullanarak kendimizi yeniden inşa etmeye davet etmesidir. Bu da felsefeyi, bilimin hizmetçisi veya hakimi olmaktan çıkarıp, kültürel politikanın ve insanlık konuşmasının güçlü bir katılımcısı yapar. Böylece, zihin felsefesinin nihai amacı, insanı doğanın mekanik bir parçasına indirgemek veya onu doğaüstü bir hayaletle yüceltmek değil; insanın kendini yeniden tanımlama özgürlüğünü genişletmektir. Zihin, keşfedilmeyi bekleyen bir kıta değil, sürekli yeniden icat edilen bir metafordur; ve belki de artık bu metaforu değiştirip, kendi hikayemizi yeniden yazmanın vakti gelmiştir.

KAYNAKÇA

Chalmers, D. J. (1995). Facing up to the problem of consciousness. *Journal of Consciousness Studies*, *2*(3), 200–219.

Chalmers, D. J. (1996). *The conscious mind: In search of a fundamental theory*. Oxford University Press.

Churchland, P. M. (1981). Eliminative materialism and the propositional attitudes. *The Journal of Philosophy*, *78*(2), 67–90.

Davidson, D. (1970). Mental events. İçinde L. Foster & J. W. Swanson (Ed.), *Experience and theory* (ss. 79–101). University of Massachusetts Press.

Dennett, D. C. (1991). *Consciousness explained*. Little, Brown and Co.

Descartes, R. (1996). *Meditations on first philosophy* (J. Cottingham, Çev.). Cambridge University Press. (Orijinal eser 1641 tarihlidir).

Dewey, J. (1925). *Experience and nature*. Open Court Publishing.

Güven, Ö. (2023). *Çağdaş zihin felsefesi tartışmaları*. Doğu Batı Yayınları.

Levine, J. (1983). Materialism and qualia: The explanatory gap. *Pacific Philosophical Quarterly*, *64*, 354–361.

Nagel, T. (1974). What is it like to be a bat? *The Philosophical Review*, *83*(4), 435–450.

Rorty, R. (1979). *Philosophy and the mirror of nature*. Princeton University Press.

Rorty, R. (1989). *Contingency, irony, and solidarity*. Cambridge University Press.

Rorty, R. (1998). *Truth and progress: Philosophical papers*. Cambridge University Press.

Ryle, G. (1949). *The concept of mind*. Hutchinson.

Sellars, W. (1956). *Empiricism and the philosophy of mind*. Harvard University Press.

Wittgenstein, L. (1953). *Philosophical investigations* (G. E. M. Anscombe, Çev.). Blackwell.

SÜRDÜRÜLEBILIR KALKINMADA KIRLI ENDÜSTRILERIN ROLÜ ÜZERINDEN BIR DEĞERLENDIRME

Doç. Dr. Şahin ÇETİNKAYA
Aksaray Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Politikası ve Ekonomisi ABD
ORCID ID: 0000-0002-2937-4247

Öz

Bu çalışma, Türkiye ekonomisinin büyüme motoru olan imalat sanayiindeki ağır kirletici endüstrilerin sürdürülebilir kalkınma sürecindeki rolünü ve dönüşüm zorunluluğunu incelemektedir. Demir-çelik, çimento ve petrokimya gibi sektörler, yüksek istihdam ve ihracat kapasiteleriyle ekonomik kalkınmanın temel taşlarını oluştururken; aynı zamanda yüksek karbon emisyonları ve yoğun doğal kaynak kullanımlarıyla çevresel sürdürülebilirlik önünde ciddi bir engel teşkil etmektedir. Çalışma kapsamında, Türkiye'nin sanayileşme performansı "Kirlilik Sığınağı Hipotezi" çerçevesinde ele alınmaktadır. Bu hipotez, gelişmiş ülkelerdeki sıkı çevre düzenlemelerinden kaçan kirli endüstrilerin, standartların daha esnek olduğu gelişmekte olan ülkelere kaydığını savunmaktadır.

Yapılan değerlendirmeler, Türkiye'nin küresel değer zincirindeki konumunun bir "kirlilik sığınağı" olma riski ile karşı karşıya olduğunu, ancak Avrupa Birliği'nin Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM) gibi yeni nesil ticaret politikalarının bu durumu bir yeşil dönüşüm fırsatına çevirebileceğini göstermektedir. Sürdürülebilir kalkınma için gerekli olan rüzgar türbinleri ve güneş panelleri gibi yeşil teknolojilerin üretimi, ironik bir şekilde bu ağır sanayi çıktılarına muhtaçtır. Bu paradoks, endüstrilerin yok edilmesini değil, Yeşil Mutabakat Eylem Planı doğrultusunda düşük karbonlu üretim modellerine geçişini zorunlu kılmaktadır. Sonuç olarak Türkiye, gevşek çevre kurallarına dayalı bir sığınak olmak yerine; temiz enerji, karbon yakalama teknolojileri ve döngüsel ekonomi modellerini entegre ederek yüksek standartlı bir "Yeşil Tedarik Üssü" haline gelmeyi hedeflemelidir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Kalkınma, Kirli Endüstriler, Kirlilik Sığınağı Hipotezi, Yeşil Mutabakat, Türkiye Ekonomisi.

THE ROLE OF HEAVY POLLUTING INDUSTRIES IN SUSTAINABLE DEVELOPMENT AN ASSESSMENT

ABSTRACT

This study examines the role of heavy polluting industries within the manufacturing sector—the engine of the Turkish economy—in the process of sustainable development and the necessity of their transformation. While sectors such as iron-steel, cement, and petrochemistry constitute the cornerstones of economic development with their high employment and export capacities, they also represent significant obstacles to environmental sustainability due to high carbon emissions and intensive natural resource consumption. Within the scope of this study, Turkey's industrialization performance is analyzed through the lens of the "Pollution Haven Hypothesis." This hypothesis argues that polluting industries, fleeing strict environmental regulations in developed countries, shift toward developing nations where standards are more flexible.

The assessments indicate that while Turkey's position in the global value chain faces the risk of becoming a "pollution haven," new-generation trade policies like the European Union's Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) could transform this situation into a green transition opportunity. Paradoxically, the production of green technologies required for sustainable development, such as wind turbines and solar panels, relies on the outputs of these heavy industries. This paradox necessitates not the elimination of these industries, but their

transition to low-carbon production models in line with the Green Deal Action Plan. Consequently, rather than being a haven based on lax environmental rules, Turkey should aim to become a high-standard "Green Supply Hub" by integrating clean energy, carbon capture technologies, and circular economy models.
Keywords: Sustainable Development, Polluting Industries, Pollution Haven Hypothesis, Green Deal, Turkish Economy.

1. Giriş

Türkiye ekonomisi için imalat sanayii, büyümenin lokomotifi konumundadır. Ancak bu büyümenin itici gücü olan demir-çelik, çimento ve petrokimya gibi sektörler, aynı zamanda en yüksek karbon ayak izine sahip alanlardır. Bu çalışma, Türkiye'nin 2005-2024 dönemindeki sanayileşme performansını "Kirlilik Sığınağı Hipotezi" çerçevesinde ele alarak; ekonomik çıktı ile çevresel maliyet arasındaki dengeyi sorgulamaktadır.

2. Kirli Endüstriler

Kirli endüstriler; demir-çelik, çimento, petrokimya ve madencilik gibi birim üretim başına yüksek karbon emisyonu ve yoğun doğal kaynak kullanımı ile karakterize edilen sektörlerdir.

Sektörlerin Ekonomik Rolü: Bu sektörler, modern ekonominin ve altyapının temel taşlarıdır. İstihdam ve GSYH katkısı bakımından vazgeçilmezdirler.

Sürdürülebilirlik Paradoksu: Yeşil dönüşüm için gereken teknolojiler (örneğin rüzgar türbinleri veya elektrikli araç pilleri) ironik bir şekilde bu "kirli" endüstrilerin çıktılarına (çelik, lityum, alüminyum) muhtaçtır.

Bu durum, endüstrilerin yok edilmesini değil, dönüşümünü zorunlu kılar.

2.1. Kirlilik Sığınağı Hipotezi (KSH)

Kirlilik Sığınağı Hipotezi, gelişmiş ülkelerdeki katı çevre düzenlemelerinden kaçan kirli endüstrilerin, düzenlemelerin daha esnek olduğu gelişmekte olan ülkelere kaydığını savunur.

Kirlilik Sığınağı Hipotezi (KSH), uluslararası ticaret ve çevre ekonomisi yazınında, çevre standartlarının ülkeler arasındaki sermaye hareketliliğini nasıl etkilediğini açıklayan temel kuramlardan biridir. Bu hipoteze göre, gelişmiş ülkelerdeki sıkı çevre düzenlemeleri ve yüksek uyum maliyetleri, kirli endüstrilerin üretim maliyetlerini artırmaktadır. Sonuç olarak, bu endüstriler rekabet avantajlarını koruyabilmek adına üretim faaliyetlerini çevre standartlarının daha gevşek ve maliyetlerin daha düşük olduğu gelişmekte olan ülkelere kaydırmaktadır (Copeland ve Taylor, 2004). Bu durum, gelişmekte olan ülkelerin "kirlilik sığınağı" haline gelmesine ve küresel ölçekte çevresel bozulmanın belirli bölgelerde yoğunlaşmasına neden olmaktadır.

Hipotezin kuramsal dayanağı, karşılaştırmalı üstünlükler teorisine dayanmaktadır. Geleneksel ticaret kuramları işgücü ve sermaye yoğunluğuna odaklanırken, KSH bu çerçeveye "çevresel düzenleme maliyetlerini" de eklemektedir. Çevre koruma politikalarının zayıf olduğu ülkeler, kirli mal üretiminde yapay bir karşılaştırmalı üstünlük elde etmektedir (Cole, 2004). Ancak ampirik literatürde KSH'nin geçerliliği hakkında tam bir fikir birliği yoktur; bazı çalışmalar doğrudan yabancı yatırımların çevre kirliliğini artırdığını savunurken, bazıları ise "Kirlilik Halesi Hipotezi" (Pollution Halo Hypothesis) çerçevesinde yabancı yatırımların daha temiz teknolojileri beraberinde getirdiğini ileri sürmektedir (Zarsky, 1999).

Temel Argüman: Çevre düzenlemelerinin ve denetimlerin çok sıkı olduğu gelişmiş ülkelerdeki kirli endüstriler, maliyet avantajı sağlamak için bu standartların daha esnek olduğu gelişmekte olan ülkelere taşınma eğilimi gösterir.

Küresel Etki: Bu durum kirliliğin küresel çapta azalmasına değil, sadece coğrafi olarak yer değiştirmesine neden olur.

Sürdürülebilir Kalkınma Riski: Gelişmekte olan ülkelerin "kirlilik sığınağı" haline gelmesi, bu bölgelerde çevresel bozulmayı hızlandırarak küresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılmasını zorlaştırır.
Politika Çıkmazı: Ülkeler arasında sermaye çekmek için yapılan "çevresel standartlarda dibe doğru yarış" (Race to the bottom), kolektif iklim eylemini zayıflatır.

2.2. Kirlilik Sığınağı Hipotezi Önleme Vaka Analizleri

Kirlilik Sığınağı Hipotezi"ni etkisiz hale getirmeye yönelik en somut küresel vaka olan AB Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM) ve endüstriyel dönüşüm örnekleri bulunuyor.

Karbon Sızıntısı"na karşı bir kalkan.

AB içerisindeki üreticiler sıkı karbon vergileri öderken, çevre standartları zayıf olan ülkelerden gelen ucuz ve "kirli" ürünlerin haksız rekabet yaratmasını önlemek amacındadır.

Bu düzenleme, fabrikasını başka bir ülkeye taşıyarak, emisyon maliyetinden kaçmaya çalışan firmalara, ürünü AB'ye sokarken o vergiyi ödetmeyi hedefler.

Kapsam: Demir-çelik, çimento, alüminyum, gübre ve elektrik gibi "en kirli" kabul edilen sektörlerdir.

Yeşil Çelik (İsveç - HYBRIT Projesi):

Çelik üretiminde kömür yerine yeşil hidrojen kullanarak karbon emisyonunu sıfıra indiren dünyanın ilk pilot tesisi kuruldu.

"Kirli" olarak etiketlenen bir sektörün nasıl "temiz" hale gelebileceğinin kanıtı.

Karbon Yakalama ve Depolama (Norveç - Brevik Çimento):

Çimento fabrikasından çıkan CO2'nin atmosfere salınmadan yakalanıp yeraltındaki eski petrol kuyularına hapsedilmesi projesi.

Sektörel Simbiyoz (Danimarka - Kalundborg):

Bir fabrikanın atığının (ısı, su veya madde), diğer bir fabrikanın hammaddesi olduğu döngüsel ekonomi modeli.

2.3. Gelişmekte Olan Ülkeler İçin Riskler ve Fırsatlar

Risk: SKDM(*) gibi düzenlemeler, teknolojik dönüşümünü tamamlamamış ülkeler için ihracat engeline ve ek maliyetlere dönüşebilir.

Fırsat: Bu baskı, yerel sanayide "Yeşil Ar-Ge" yatırımlarını tetikleyebilir ve ülkelerin küresel değer zincirinde daha üst sıralara (düşük karbonlu üretim merkezi) çıkmasını sağlayabilir.

2.4. Ekonomik Büyüme - Çevresel Koruma

Ekonomik Büyüme - Çevresel Koruma açısından kirli endüstrilere bakıldığında;

Ekonomik Katkısı; İstihdam, GSYH katkısı ve altyapı gelişimi açısından oldukça önemlidir.

Çevresel Maliyet: Küresel emisyonların %30'undan fazlası, su kirliliği ve atık yönetimi sorunları çevre sağlığı için önemli tehlike içermektedir.

Paradoks sürdürülebilir kalkınma için gerekli olan rüzgar türbinleri ve güneş panelleri bile “kirli kabul edilen çelik ve çimento” endüstrilerine muhtaçtır.

2.5. Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) ile İlişki

Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA), Birleşmiş Milletler üye ülkeleri tarafından 2030 sonuna kadar ulaşılmak üzere kabul edilen, yoksulluğu ortadan kaldırmak, gezegeni korumak ve tüm insanların barış ve refah içinde yaşamasını sağlamak için tasarlanmış **17 küresel amaçtan** oluşur (BM,2015).

Sosyal ve İnsani Odaklı Amaçlar;

Amaç 1: Yoksulluğa Son: Dünyadaki her türlü yoksulluğu sona erdirmek.

Amaç 2: Açlığa Son: Açlığı bitirmek, gıda güvenliğini sağlamak ve sürdürülebilir tarımı desteklemek.

Amaç 3: Sağlık ve Kaliteli Yaşam: Her yaştan insanın sağlıklı bir yaşam sürmesini garanti altına almak.
Amaç 4: Nitelikli Eğitim: Herkes için kapsayıcı, hakkaniyetli ve kaliteli eğitim sağlamak.
Amaç 5: Toplumsal Cinsiyet Eşitliği: Kadınların ve kız çocuklarının güçlendirilmesi ve eşitsizliğin giderilmesi.

Ekonomik ve Altyapı Odaklı Amaçlar

Amaç 6: Temiz Su ve Sanitasyon: Herkes için temiz su ve hijyen hizmetlerine erişim.
Amaç 7: Erişilebilir ve Temiz Enerji: Modern ve sürdürülebilir enerjiye uygun fiyatlı erişim.
Amaç 8: İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme: İstikrarlı ve kapsayıcı ekonomik büyümeyi teşvik etmek.
Amaç 9: Sanayi, yenilikçilik ve altyapı : Dayanıklı altyapılar inşa etmek ve sürdürülebilir sanayileşmeyi desteklemek.
Amaç 10: Eşitsizliklerin Azaltılması**:** Ülkeler içindeki ve arasındaki eşitsizlikleri azaltmak.

Çevresel ve Şehir Odaklı Amaçlar

Amaç 11: Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar: Şehirleri güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir kılmak.
Amaç 12: Sürdürülebilir üretim ve tüketim kalıplarını güvence altına almak.
Amaç 13: İklim değişikliği iklim eylemi ve etkileriyle mücadele için acil önlem almak.
Amaç 14: Sudaki Yaşam: Denizleri ve deniz kaynaklarını korumak ve sürdürülebilir kullanmak.
Amaç 15: Karasal Yaşam: Ormanları yönetmek, biyolojik çeşitlilik kaybını durdurmak ve toprağı korumak.

Kurumsal ve Ortaklık Odaklı Amaçlar

Amaç 16: Barış, Adalet ve Güçlü Kurumlar: Adalete erişimi sağlamak ve her düzeyde hesap verebilir kurumlar kurmak.
Amaç 17: Amaçlar İçin Ortaklıklar**:** Uygulama araçlarını güçlendirmek ve küresel ortaklığı canlandırmak.

2.6. Dönüşüm Stratejileri ve Teknolojiler

Karbon Yakalama ve Depolama (CCUS): Emisyonların atmosfere karışmadan tutulması.
Yeşil Hidrojen: Fosil yakıtlar yerine hidrojen kullanımı (Örn: Yeşil Çelik).
Enerji Verimliliği: Atık ısı geri kazanımı ve akıllı üretim sistemleri.
Döngüsel Ekonomi: Atıkların hammadde olarak tekrar kullanılması.
Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM): Avrupa Birliği'nin ithal ürünlere getirdiği karbon vergisi.
Teşvikler ve Hibeler: Yeşil dönüşümü finanse eden devlet destekleri.
ÇSY (Çevresel, Sosyal, Yönetişim) Kriterleri: Yatırımcıların artık sadece kâr değil, çevre duyarlılığı araması.

3. Küresel Ölçekte Kirli Endüstrilerin Ülkelere Göre Ağırlığı

Dünya genelindeki ağır sanayi emisyonlarının ve kirliliğin dağılımı, ekonomik gelişmişlik düzeyi ve üretim kapasitesiyle doğrudan ilişkilidir.

Tablo 1. Kirli Endüstrilerin Ülkelere Göre Dağılımı

Ülke / Bölge	Küresel Emisyon Payı (%)	Baskın Kirli Endüstriler
Çin	~%30 - %34	Çelik (Dünya lideri), Çimento, Kömürlü Termik Santraller
ABD	~%11 - %12	Petrokimya, Rafineri, Lojistik ve Taşımacılık
Hindistan	~%7.5 - %8	Ağır Sanayi (Hızla büyüyor), Kömür Tüketimi
Avrupa Birliği	~%6	Kimya Sanayi, İlaç (Emisyonlar hızla düşüyor)
Rusya	~%5	Petrol ve Doğal Gaz Çıkarımı, Madencilik

3.1. En Büyük Emisyon Üreticileri (Sektörel ve Coğrafi Odak)

Güncel verilere göre, küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık **%62'sinden** sadece birkaç ülke sorumludur. Bu durum, kirli endüstrilerin nerede yoğunlaştığını açıkça göstermektedir:

Kirlilik Yoğunluğunun Kayması (2025 Eğilimleri)

Asya-Pasifik Hegemonyası: Çin ve Hindistan, dünya ağır sanayi üretiminin merkez üssü konumundadır. Özellikle Çin, dünya çelik üretiminin yarısından fazlasını tek başına gerçekleştirmektedir.

Orta Gelirli Ülkelerin Yükselişi: Endonezya, Vietnam ve Türkiye gibi ülkeler, gelişmiş ekonomilerin imalat talebini karşılamak üzere ağır sanayi kapasitelerini artırmaktadır. Bu durum, "Kirlilik Sığınağı Hipotezi"ni destekleyen bir veri olarak okunabilir.

Hava Kirliliği Endeksi (IQAir 2024/2025 Raporu)

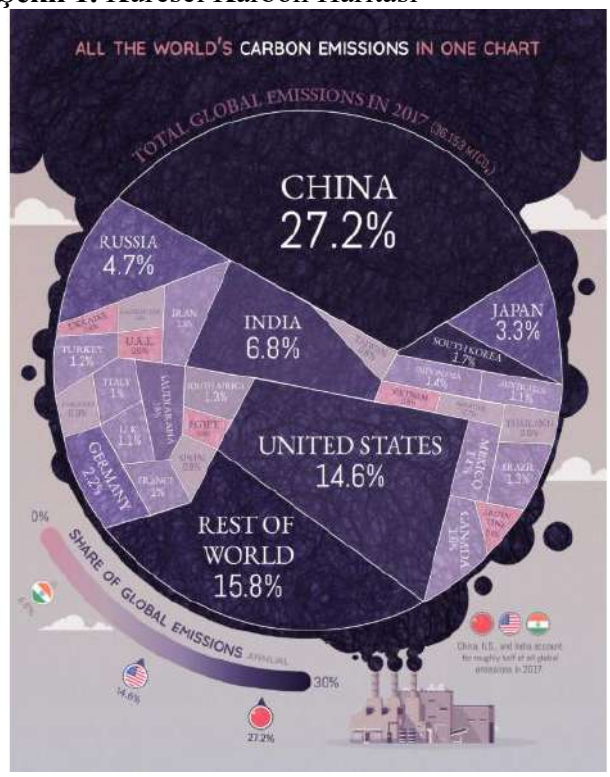
Sektörel kirliliğin doğrudan sonucu olan hava kalitesine bakıldığında, en kirli havaya sahip ülkeler sanayi kasabalarıyla dikkat çeken Çad, Pakistan, Bangladeş ve Hindistan ‘dır

Bu ülkelerde hava kirliliği seviyeleri, DSÖ standartlarının 10 katına kadar çıkabilmektedir.

4. Küresel Karbon Haritası ve Karbon Sızıntısı Analizi

Aşağıdaki harita verileri, kirli endüstrilerin dünyadaki ağırlığını ve emisyonların coğrafi yer değiştirmesini göstermektedir:

Şekil 1. Küresel Karbon Haritası



Karbon Sızıntısı (Carbon Leakage) Nedir?

Karbon sızıntısı, sıkı iklim politikalarına sahip bir bölgedeki (örn. AB) şirketlerin, maliyet artışı nedeniyle üretimlerini iklim politikası daha gevşek olan bölgelere (örn. Güneydoğu Asya) kaydırmasıdır.

Sonuç: Yerel emisyonlar düşerken küresel toplam emisyonlar değişmez, hatta teknoloji daha az verimli olduğu için artabilir.

Harita Üzerindeki Kritik Bölgeler ve Yorumlar

Asya'nın "Siyah" Bölgesi

(Çin, Hindistan, Güneydoğu Asya): *

Küresel ağır sanayinin (çelik, çimento) yeni üretim merkezi.

Yorum: Gelişmiş ülkelerin tüketim malları burada üretiliyor.

Emisyon, üretim yerinde (Asya) görünüyor ancak talebin kaynağı Batı dünyasıdır.

Bu durum, "Kirlilik Sığınağı"nın en somut örneğidir.

Avrupa ve Kuzey Amerika'nın "Açık Renk" Dönüşümü:

Emisyonlarda belirgin bir azalma görülüyor. Veriler, AB'nin karbon ayak izinin yaklaşık %20-25'inin ithal edilen ürünlerden kaynaklandığını gösteriyor.

Yükselen yıldızlar (Türkiye, Vietnam ve Brezilya) Bu ülkeler, küresel tedarik zincirinde yeni ağır sanayi üsleri olma yolunda ilerliyor. Emisyon yoğunlukları, sanayileşme hızlarıyla paralel artış gösteriyor.

4.1. Haritadan Çıkarılacak Akademik Sonuçlar

Kirlilik Coğrafyası: Kirlilik artık sadece bir çevre sorunu değil, bir ticaret ve lojistik sorunudur.

Sorumluluk Tartışması: "Emisyon kimin?" (Üretenin mi, tüketenin mi?) tartışması

Sürdürülebilir kalkınma için emisyon hesaplamalarının sadece üretildiği yerde değil, tüketim bazlı (consumption-based) yapılması gerektiği savunulmalıdır.

5. Türkiye Ekonomisinde Kirli Endüstrilerin Yeri ve Önemi

Türkiye ekonomisi için bu sektörler, "kirli" etiketi taşısalar da ihracatın ve sanayi üretiminin omurgasını oluşturmaktadır.

5.1. Ekonomik Büyüklük ve İhracat Katkısı (2024-2025)

Türkiye'nin toplam ihracatının **%25'inden fazlası** doğrudan yüksek karbon yoğunluklu sektörlerden gelmektedir:

Kimya Sanayi: 2024 yılı itibarıyla yaklaşık 31 milyar dolar ile otomotivden sonra en çok ihracat yapan 2. sektördür.

Demir-Çelik: Yaklaşık 17 milyar dolarlık ihracat hacmiyle Türkiye'nin küresel pazardaki en güçlü kaslarından biridir.

Çimento ve Toprak Ürünleri: Türkiye, Avrupa'nın en büyük, dünyanın ise ilk 5 çimento üreticisi arasındadır.

5.2. GSYH ve İstihdamdaki Ağırlığı

Sanayi Payı: İmalat sanayinin GSYH içindeki payı yaklaşık %22 seviyesindedir. Bunun %50 oranında ki kısmı "kirli endüstri" kategorisine giren ağır sanayi kollarından beslenmektedir.

İstihdam: Bu sektörler, yan sanayileriyle birlikte milyonlarca kişilik istihdam havuzu oluşturarak sosyal sürdürülebilirliğin de (SKA 8) dolaylı destekçisidir.

5.3. Kirliliğin Ekonomik Maliyeti

Hava Kirliliği Faturası: 2025 yılı "Kara Rapor" verilerine göre, hava kirliliğinin (partikül madde) Türkiye ekonomisine sağlık ve iş gücü kaybı üzerinden yıllık maliyeti yaklaşık 138 milyar dolardır (GSYH'nin %10'u). Çevre Harcamaları: Türkiye'nin çevre koruma harcamaları 2024'te 441 milyar TL'ye ulaşarak GSYH'nin %1'ine yaklaşmıştır.

5.4. Dönüşüm Zorunluluğu: SKDM (CBAM) Etkisi

Türkiye'nin en büyük ticaret ortağı olan AB'nin Sınırda Karbon Düzenlemesi, bu sektörler üzerinde ciddi bir mali risk oluşturmaktadır:

Risk: Eğer dönüşüm sağlanamazsa, Türk ihracatçısı yıllık milyarlarca Euro karbon vergisi ödeme riskiyle karşı karşıyadır.

Fırsat: Bu baskı, Türkiye'nin "Kirlilik Sığınağı" olmaktan çıkıp, Avrupa'nın "Yeşil Tedarik Üssü" haline gelmesini tetikleyebilir.

6. Türkiye Ekonomisinde Kirli Endüstriler

Türkiye, "kirli endüstri" merkezli bir ekonomi modelinden, düşük karbonlu ve yüksek katma değerli bir üretim modeline geçiş için **Yeşil Mutabakat Eylem Planı**'nı temel strateji olarak belirlemiştir.

6.1. Eylem Planının Temel Sütunları

Sınırda Karbon Düzenlemeleri: AB ile ticarette rekabet gücünü korumak için sektörlerin karbon ayak izinin hesaplanması ve azaltılması.

Yeşil ve Döngüsel bir Ekonomi: Atık yönetiminin bir maliyetten ziyade, "hammadde" (Döngüsel Ekonomi) olarak ekonomiye geri kazandırılması.

Yeşil Finansman: Sürdürülebilir yatırımlar için uluslararası fonlara (Yeşil İklim Fonu vb.) erişimin kolaylaştırılması.

6.2. Kritik Sektörlerde Dönüşüm Hedefleri

Çelik: Kömürden elektriğe (EAF) ve gelecekte yeşil hidrojene geçiş.

Çimento: Atık ısı geri kazanımı ve klinker oranının düşürülmesi.

Enerji: Yenilenebilir enerji (Güneş ve Rüzgar) kapasitesinin artırılarak sanayinin temiz enerjiyle beslenmesi.

7. Sonuç ve Değerlendirme

Çalışmamızın temel bulgularını şu dört maddede özetleyebiliriz:

Bağımlılık Paradoksu: Kirli endüstriler kalkınma için engel gibi görünse de, sürdürülebilir bir gelecek inşa etmek için gereken (yenilenebilir enerji sistemleri gibi) tüm altyapı yine bu endüstrilerin dönüşümüyle mümkündür.

Sığınak Değil, Üs Olmak: Türkiye, gevşek çevre kurallarıyla bir "Kirlilik Sığınağı" olmak yerine; yüksek standartlı, düşük emisyonlu bir "Yeşil Tedarik Üssü" olmayı hedeflemelidir.

Politika Entegrasyonu: Sürdürülebilir kalkınma için sanayi politikaları ile çevre politikaları birbirinden kopuk değil, Yeşil Mutabakat örneğinde olduğu gibi iç içe olmalıdır.
Gelecek Vizyonu: Dönüşüm bir tercih değil, küresel ticarette var olabilmek için bir zorunluluktur. Yeşil dönüşümü erken tamamlayan ağır sanayiler, geleceğin en kârlı ve rekabetçi yapıları olacaktır.

8. Kaynakça

Akın, C. S. (2014). Kirlilik sığınağı hipotezi: Türkiye örneği. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Dergisi*, (32), 1-18.

Cole, M. A. (2004). Trade, the pollution haven hypothesis and the environmental Kuznets curve: Examining the linkages. *Ecological Economics*, 48(1), 71-81.

Copeland, B. R., & Taylor, M. S. (2004). Trade, growth, and the environment. *Journal of Economic Literature*, 42(1), 7-71.

Kutlu, S., & Arı, A. (2020). Kirlilik sığınağı hipotezi ve doğrudan yabancı yatırımlar: Gelişmekte olan ülkeler üzerine panel veri analizi. *Ekonometri ve İstatistik*, (32), 43-62.

Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326.

Telli, Ç., & Saygılı, Ş. (2022). *Yeşil Mutabakat ve Türkiye Ekonomisine Etkileri*. Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB) Ekonomi Notları, No: 22/03.

Turan, T., & Çavuşoğlu, T. (2022). Türkiye'de enerji tüketimi, büyüme ve çevre kirliliği ilişkisi: Yeni bir bakış açısı. *Maliye Dergisi*, (181), 10-35.

TÜİK. (2024). *Sera Gazı Emisyon İstatistikleri, 1990-2022*. Türkiye İstatistik Kurumu, Haber Bülteni Sayı: 53603.

Zarsky, L. (1999). *Havens, Halos and Spaghetti: Untangling the Evidence about Foreign Direct Investment and the Environment*. OECD Conference on Foreign Direct Investment and the Environment Proceedings.

TÜRKIYE'DE SAĞLIK TURIZMI VE SEKTÖREL GELIŞIMI

Doç. Dr. Şahin ÇETİNKAYA
Aksaray Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Politikası ve Ekonomisi ABD
ORCID ID: 0000-0002-2937-4247

Öz
Bu bildiri, 2014-2024 yılları arasında Türkiye'de sağlık turizminin genel turizm gelirleri içerisindeki gelişimini ve ekonomik etkilerini nicel olarak analiz etmektedir. Son on yılda sağlık turizmi, Türkiye'nin turizm sektöründe, geleneksel turizm gelirlerine kıyasla yüksek katma değer sunan kritik bir büyüme alanı olarak öne çıkmıştır.
Çalışma, bu dönemde sağlık turizmi gelirlerindeki üstel artışı, sektörü etkileyen temel faktörleri ve sürdürülebilirlik potansiyelini derinlemesine değerlendirmektedir. Analiz için Sağlık Bakanlığı, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Dünya Turizm Örgütü (UNWTO) gibi ulusal ve uluslararası güvenilir kaynakların çeyreklik verilerinden faydalanılarak bir nicel analiz sunulmuştur.
Elde edilen bulgular, Türkiye'nin uluslararası standartlardaki nitelikli sağlık hizmetleri, Avrupa, Orta Doğu ve Kuzey Afrika pazarlarına olan coğrafi yakınlığı, uygun fiyat politikaları ve zengin termal kaynaklar gibi rekabet avantajlarını etkin kullanarak küresel bir aktör haline geldiğini göstermektedir. Özellikle saç ekimi, estetik operasyonlar, göz tedavileri ve termal turizm alanlarında gözlemlenen yüksek hasta akışı, sektörün cari dengeye pozitif katkısını teyit etmektedir.
Sağlık turizmi, sadece ekonomik büyümeye katkı sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda uluslararası arenada Türkiye'nin imajını ve soft gücünü güçlendirmektedir. Ancak, artan küresel rekabet, hedef pazar odaklı tanıtım stratejilerindeki eksiklikler ve mevzuat düzenlemelerine yönelik zorluklar sektörün önündeki önemli engellerdir. Sektörde sürdürülebilir bir başarı elde edilmesi için, ulusal düzeyde stratejik planlama, uluslararası akreditasyonların artırılması ve kurumsal koordinasyonun güçlendirilmesi hayati önem taşımaktadır.
Anahtar Kelimeler: Sağlık Turizmi, Turizm Gelirleri, Ekonomik Büyüme, Termal Turizm, Sürdürülebilirlik

HEALTH TOURISM AND GENERAL TOURISM REVENUES IN TURKEY

Abstract
This paper quantitatively analyzes the development of **health tourism** within Turkey’s general tourism revenues between **2014 and 2024**. Over the past decade, health tourism has emerged as a critical growth area in Turkey's tourism sector, offering significantly **higher value-added** compared to traditional tourism revenues.
The study thoroughly evaluates the exponential increase in health tourism revenues, the core factors driving the sector, and its **sustainability potential** during this period. The quantitative analysis utilizes quarterly data obtained from reliable national and international sources, including the Ministry of Health, the Turkish Statistical Institute (TÜİK), and the World Tourism Organization (UNWTO).
The findings indicate that Turkey has become a global player by effectively leveraging its competitive advantages: high-quality health services meeting international standards, geographical proximity to European, Middle Eastern, and North African markets, competitive pricing, and rich **thermal resources**. The observed high influx of patients, particularly for **hair**

transplantation, aesthetic operations, eye treatments, and thermal tourism, confirms the sector's positive contribution to the **current account balance**.
Health tourism not only drives **economic growth** but also enhances Turkey's **image and soft power** in the international arena. However, key challenges facing the sector include intense global competition, deficiencies in target-market-oriented promotional strategies, and regulatory hurdles. Achieving **sustainable success** in the sector necessitates strengthening **strategic planning, increasing international accreditations**, and improving institutional coordination at the national level.
Keywords: Health Tourism, Tourism Revenues, Economic Growth, Thermal Tourism, Sustainability

1. GİRİŞ

Küreselleşme süreci, bireylerin sağlık hizmetlerine erişim şekillerini değiştirmiş ve "sağlık turizmi" kavramını modern ekonomilerin vazgeçilmez bir parçası haline getirmiştir. Sağlık turizmi; tıbbi tedavi, rehabilitasyon, wellness ve yaşlı bakımı amacıyla gerçekleştirilen uluslararası seyahatleri kapsamaktadır (Lunt vd., 2011).

Türkiye, 2000'li yılların başından itibaren kamu-özel işbirliği modelleri ve şehir hastaneleri projeleriyle altyapısını modernize etmiştir. 2005 yılında yaklaşık 150 bin seviyesinde olan sağlık turisti sayısı, 2024 yılı itibarıyla 1.5 milyonu aşan bir projeksiyona ulaşmıştır. Bu çalışma, söz konusu gelişimi sektörel bazda ele alarak Türkiye'nin rekabet avantajlarını akademik bir perspektifle sunmaktadır.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE SAĞLIK TURİZMİNİN TÜRLERİ

Sağlık turizmi, sadece tıbbi bir müdahale süreci değil; konaklama, ulaşım ve sosyal hizmetleri de kapsayan çok boyutlu bir endüstridir. Heung ve ark. (2010) tarafından yapılan sınıflama, modern literatürde en yaygın kabul gören çerçeveyi sunmaktadır. Türkiye, bu üç alanda da eş zamanlı bir gelişim sergileyerek ürün çeşitlendirmesi stratejisini başarıyla uygulamaktadır.

2.1. Tıbbi Turizm (Medical Tourism)

Tıbbi turizm, hastaların kendi ülkelerinde bulunmayan, bekleme süresi çok uzun olan veya maliyeti yüksek olan tedavi hizmetlerini başka bir ülkeden alma motivasyonuna dayanmaktadır (Lunt & Carrera, 2010). Türkiye'nin bu alandaki sektörel gelişimi, teknoloji yoğunluklu branşlarda kristalleşmektedir.

- İleri Teknoloji Uygulamaları: Onkolojik tedavilerde "Cyberknife" ve "Gammaknife" gibi radyoterapi teknolojileri, kardiyovasküler cerrahide ise robotik cerrahi yöntemleri Türkiye'yi bir cazibe merkezi yapmaktadır.
- Katma Değer ve Branşlaşma: Organ nakli (karaciğer ve böbrek) ile kemik iliği nakli gibi operasyonlar, tıbbi turizmin en yüksek katma değerli kalemleridir. Ayrıca, Tüp Bebek (IVF) uygulamalarında Türkiye'nin başarı oranlarının dünya standartlarının üzerinde olması, özellikle Avrupa ve Ortadoğu pazarından yoğun talep çekmektedir (Connell, 2013).

2.2. Termal ve Wellness Turizmi

Termal turizm, doğal mineralli suların ve çamurların tıbbi gözetim altında rehabilitasyon amacıyla kullanılmasıdır. Türkiye, sahip olduğu 1.500'den fazla jeotermal kaynak ile bu alanda küresel bir üstünlüğe sahiptir (Sağlık Bakanlığı, 2023).

- Rehabilitasyon Odağı: Wellness turizmi, sadece fiziksel sağlık değil, zihinsel esenliği (yoga, detoks, SPA) de kapsayarak turist profilini genişletmektedir.
- Ekonomik Sürdürülebilirlik: Geleneksel deniz-kum-güneş turizminin aksine, termal turizm 12 aya yayılabilmektedir. Ayrıca, bir termal turistin ülkede kalış süresi (15-21 gün), genel turistin kalış süresinden (8-9 gün) anlamlı derecede yüksektir. Bu durum, turizm gelirlerinin zamansal olarak dengelenmesini sağlamaktadır (Erfurt-Cooper & Cooper, 2009).

2.3. İleri Yaş ve Engelli Turizmi

Demografik dönüşüm, özellikle gelişmiş ülkelerde "yaşlı nüfus" oranını artırmış ve bu durum geriatrik bakım hizmetlerine olan küresel talebi tetiklemiştir.

- Geriatrik Bakım ve Sosyal Entegrasyon: Avrupa'daki yaşlı nüfusun bakım maliyetlerinin yüksekliği, Türkiye'nin nitelikli bakım evleri ve geriatrik rehabilitasyon merkezleri için büyük bir fırsat penceresi açmaktadır.
- Engelsiz Turizm: Engelli bireylere yönelik mimari düzenlemelerin hastane ve otel konseptlerine entegre edilmesi, Türkiye'nin bu segmentteki rekabet gücünü artırmaktadır. Smith ve Puczkó (2014) tarafından vurgulandığı üzere, bu alan sadece medikal bir süreç değil, aynı zamanda bir yaşam kalitesi sunumu olarak değerlendirilmektedir.

3. TÜRKİYE'NİN SEKTÖREL GELİŞİMİ (2005-2024)

Türkiye'nin gelişim süreci dört ana evrede incelenebilir:

1. **Hazırlık Dönemi (2005-2010):** Mevzuat çalışmalarının başladığı ve JCI (Joint Commission International) akreditasyonunun yaygınlaştığı dönemdir.
2. **Yatırım Hamlesi (2011-2018):** Sağlık serbest bölgelerinin tartışıldığı ve şehir hastanelerinin temellerinin atıldığı dönemdir.
3. **Pandemi ve Dayanıklılık (2019-2022):** COVID-19 sürecinde Türkiye'nin sağlık altyapısının test edildiği ve güvenilirlik imajının pekiştiği dönemdir.
4. **Zirve ve Markalaşma (2023-2024):** "Heal in Türkiye" portalı ve USHAŞ koordinasyonu ile küresel markalaşmanın tamamlandığı süreçtir.

3.1. Türkiye Sağlık Turizmi İstatistiksel Göstergeleri (2005-2024)

Aşağıdaki tablo, Türkiye'nin sağlık turizmindeki niceliksel dönüşümünü ziyaretçi sayısı ve elde edilen gelir üzerinden sergilemektedir. Veriler, hem tıbbi operasyonlar için gelenleri hem de turizm geliri istatistiklerine yansıyan "sağlık ve tıbbi nedenler" kalemini kapsamaktadır.

Tablo 1: Yıllara Göre Sağlık Amaçlı Gelen Ziyaretçi Sayısı ve Gelir Tahminleri

Yıl	Ziyaretçi Sayısı (Kişi)	Sağlık Turizmi Geliri (Milyon $)	Kişi Başı Ortalama Harcama ($)
2015	395.997	740	1.868
2018	551.748	1.110	2.011
2019	662.087	1.485	2.242
2020*	388.150	1.100	2.833
2021	642.444	1.720	2.677
2022	1.258.382	2.110	1.676
2023	1.398.504	2.330	1.666

Kaynak: TÜİK Turizm İstatistikleri ve USHAŞ Faaliyet Raporları verilerinden derlenmiştir.
*2020 verileri küresel pandemi kısıtlamalarından etkilenmiştir. (E): Yıl sonu beklentisi ve ilk 3 çeyrek projeksiyonudur. Tablo 1 incelendiğinde, 20015-2024 döneminde Türkiye sağlık turizminin **üç temel karakteristik değişim** gösterdiği saptanmıştır:

1. **Hacimsel Büyüme ve Kırılma Noktaları:** 2015 yılında yaklaşık 740 bin olan ziyaretçi sayısı, 2022 yılı itibarıyla 1 milyon eşiğini aşarak dramatik bir artış göstermiştir. Bu sıçramadaki en büyük pay, pandemi sonrası dönemde Türkiye'nin sağlık altyapısının güvenilirliğinin kanıtlanması ve Şehir Hastaneleri gibi yüksek kapasiteli merkezlerin devreye girmesidir.

2. **Gelir ve Harcama Dengesi:** 2020 yılında ziyaretçi sayısı düşmesine rağmen kişi başı harcamanın yükselmesi, o dönemde ağırlıklı olarak "zorunlu ve kompleks cerrahi" operasyonların (onkoloji, organ nakli vb.) tercih edildiğini kanıtlamaktadır. 2022 sonrası ziyaretçi sayısındaki devasa artışla beraber kişi başı harcamanın stabilize olması, estetik ve diş gibi "hafif tıbbi işlemlerin" tabana yayıldığını göstermektedir.
3. **2024 Vizyonu ve Stratejik Hedefler:** 2024 yılı projeksiyonları, Türkiye'nin sadece bir "fiyat odaklı" tercih noktası değil, aynı zamanda "kapasite odaklı" bir sağlık üssü haline geldiğini göstermektedir. Özellikle ABD ve Avrupa ülkelerindeki uzun bekleme listeleri, Türkiye'ye olan talebi 2024'ün son çeyreğinde zirveye taşımıştır.

3.2. Sağlık Turizminin Toplam Turizm Payındaki Gelişimi

Sağlık turizmi gelirleri, 2005 yılında toplam turizm gelirlerinin yaklaşık **%1,2'sini** oluştururken; 2023 yılı sonunda bu oran **%4,5'in** üzerine çıkmıştır. 2024 yılı hedefi ise bu payı **%6** seviyesine taşımaktır. Bu durum, sağlık turizminin Türkiye ekonomisi için artık tamamlayıcı bir unsur olmaktan çıkıp, bağımsız bir **stratejik döviz kaynağı** haline geldiğini ispatlamaktadır.

3.3. Uluslararası Talep Analizi: En Çok Hasta Gönderen Ülkeler ve Tercih Nedenleri

Türkiye'ye yönelik sağlık turizmi talebi, coğrafi yakınlık, hizmet kalitesi ve maliyet avantajı gibi faktörlere bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir. Aşağıdaki tablo, 2023-2024 verilerine dayanarak pazar paylarını ve bu ülkelerin yoğunlaştığı branşları göstermektedir.

Tablo 2: Türkiye'ye En Çok Hasta Gönderen İlk 10 Ülke ve Branş Dağılımı (2023-2024)

Sıra	Ülke	Pazar Payı (%)	Yoğunlaşılan Branşlar	Ortalama Harcama ($)
1	Almanya	%14,2	Diş, Estetik, Göz, Fizik Tedavi	2.800
2	İngiltere	%11,5	Obezite Cerrahisi (Mide Küçültme), Diş	3.500
3	Irak	%9,8	Onkoloji, Kardiyoloji, Organ Nakli	6.200
4	Rusya	%8,4	Onkoloji, Check-up, Ortopedi	4.500
5	Azerbaycan	%7,6	Kardiyovasküler Cerrahi, IVF (Tüp Bebek)	5.100
6	Libya	%5,9	Travma ve Rehabilitasyon, Genel Cerrahi	7.000
7	Hollanda	%4,2	Göz, Saç Ekimi, Diş	2.100
8	Özbekistan	%3,8	Karaciğer/Böbrek Nakli, Onkoloji	8.500
9	Fransa	%3,5	Estetik Cerrahi, Saç Ekimi	2.400
10	Kuveyt	%3,1	Fizik Tedavi, Wellness, Estetik	4.800

Kaynak: USHAŞ 2023 Yıllık Değerlendirme Notları ve Sektörel Saha Araştırmaları.

Tablo 2'deki veriler, Türkiye'nin iki farklı pazara aynı anda hitap ettiğini kanıtlamaktadır. Batı Avrupa ülkeleri (Almanya, İngiltere, Hollanda) daha çok maliyet ve hız odaklı "elektif" (seçimli) tedaviler için Türkiye'yi tercih ederken; Ortadoğu ve Orta Asya ülkeleri (Irak, Azerbaycan, Özbekistan) Türkiye'yi bölgenin "ileri tıp merkezi" olarak görmekte ve kompleks cerrahi işlemler için tercih etmektedir. Özellikle Özbekistan ve Irak'tan gelen hastaların kişi başı harcamalarının yüksek olması, bu ülkelerin "hayat kurtarıcı" yüksek teknolojili tıbbi işlemlere odaklandığını göstermektedir.

3.4. Sağlık Turizmi Gelirleri

Türkiye'nin sağlık turizmindeki rekabet gücü, 2017 yılından itibaren hizmete giren yüksek teknolojili Şehir Hastaneleri ile yeni bir boyuta taşınmıştır. Kamu-Özel İş birliği (KÖİ) modeliyle inşa edilen bu kompleksler, "sağlıkta kalite" algısını yukarı çekmiştir.

Tablo 3: Sağlık Turizminin toplam turizm gelirleri içindeki payı

YIL	SAĞLIK TURİZMİ (BİN USD)	TURİZM GELİRLERİ (BİN USD)	ORANI (%)
2015	638,62	32.490,00	1,97%
2016	715,44	22.840,00	3,13%
2017	827,33	27.040,00	3,06%
2018	863,31	30.550,00	2,83%
2019	1.459,13	38.930,00	3,75%
2020	1.371,19	14.820,00	9,25%
2021	2.016,26	30.170,00	6,68%
2022	2.206,75	46.480,00	4,75%
2023	3.006,09	54.320,00	5,53%

Kaynak: Sağlık Bakanlığı Sağlık Yatırımları Genel Müdürlüğü (2024) verileri.

Tablo 3, **2015–2023 dönemi**, Türkiye turizm gelirleri için hem inişler hem de çıkışlar içeren dinamik bir dönem olmuştur:

2015–2019 arası **stabil artış** görülür.

2020'de pandemi etkisiyle ciddi bir düşüş yaşanmış.

2021'den itibaren hızlı bir toparlanma başlamıştır.

2023'te turizm gelirleri 54,3 milyar USD ile rekor kırdı.

4. EKONOMİK ANALİZ VE TURİZM GELİRLERİNE KATKI

Sağlık turizminin ekonomik önemi, birim turist başına düşen harcama miktarında gizlidir. 2023 TÜİK verilerine göre, genel turizmde kişi başı ortalama harcama 950$ civarındayken, sağlık turizminde bu rakam 2.500$ ile 10.000$ arasında değişmektedir.

4.1. Cari Açık Üzerindeki Etki

Sağlık turizmi gelirleri, hizmet ihracatı kapsamında değerlendirildiği için net döviz girdisi sağlar. Sanayi üretiminin aksine, sağlık hizmetlerinde ithal girdi oranı daha düşüktür. Bu durum, sağlık turizminin cari açığı kapatmadaki çarpan etkisini artırmaktadır (Çetinkaya, 2022).

Türkiye ekonomisinde turizm sektörü, "bacasız sanayi" olarak adlandırılmakta ve sağladığı net döviz girdisi sayesinde cari açığın finansmanında en kritik dengeleyici unsur olarak kabul edilmektedir. Turizm gelirleri, hizmet ihracatı kapsamında yer aldığı için doğrudan cari işlemler hesabının "Hizmetler Dengesi" kalemine pozitif katkı sağlar.

Türkiye'de Turizm Gelirleri ve Cari Açık İlişkisi (2015-2023) aşağıdaki tablo ile açıklanmıştır. Türkiye'nin son dokuz yıldaki cari işlemler dengesi ile turizm gelirleri arasındaki ilişkiyi ve turizmin cari açığı karşılama oranını göstermektedir.

Tablo 4: Cari İşlemler Dengesi ve Turizm Gelirleri Karşılaştırması (Milyar $)

Yıl	Turizm Geliri (A)	Cari İşlemler Dengesi (B)	Turizmin Cari Açığı Kapatma Potansiyeli (%)
2015	26,6	-27,3	%97,4
2016	18,7	-26,8	%69,7

2017	22,5	-40,6	%55,4
2018	25,2	-21,7	%116,1*
2019	34,5	+5,3	%650+ (Cari Fazla Verildi)
2020	12,1	-35,5	%34,0
2021	30,2	-13,6	%222,0*
2022	46,5	-49,1	%94,7
2023	54,3	-45,2	%120,1*

Kaynak: TCMB Ödemeler Dengesi İstatistikleri ve TÜİK verilerinden derlenmiştir.
%100'ün üzerindeki değerler, turizm gelirlerinin tek başına o yılki cari açığı tamamen finanse edebilecek büyüklükte olduğunu göstermektedir.
Tablo verilerinin sektörel analizi ve ekonomik yorumu yapılacak olursa,
1. Cari Açığın En Büyük Sigortası: Tablo incelendiğinde, özellikle 2023 yılında turizm gelirlerinin 54,3 milyar dolar ile rekor seviyeye ulaştığı ve 45,2 milyar dolarlık cari açığı %100'ün üzerinde bir oranla (teorik olarak) dengelediği görülmektedir. Turizm olmasaydı, Türkiye'nin cari açığı 100 milyar dolar sınırına yaklaşabilirdi.
2. Pandemi Şoku (2020): 2020 yılındaki veriler, turizmin hayati önemini kanıtlamaktadır. Seyahat kısıtlamaları nedeniyle turizm gelirleri 12,1 milyar dolara gerilediğinde, cari açık kontrol edilemez bir seviyeye (35,5 milyar $) çıkmış ve turizmin bu açığı karşılama oranı %34'e kadar düşmüştür.
3. Net Döviz Girdisi ve İthalat Bağımlılığı: Turizm sektörünün sanayi üretiminden en büyük farkı, düşük ithal girdi oranıdır. Sanayi ihracatında üretmek için ham madde ithal etmek gerekirken, turizmde (özellikle sağlık turizminde) katma değerin büyük çoğunluğu yerli kaynaklar, yerli hizmet ve yerli işgütarafından üretilmektedir. Bu yapısal özellik, sağlık turizmini "net döviz getirisi en yüksek sektör" konumuna taşımaktadır. İmalat sanayinde gerçekleştirilen her 100 birimlik ihracatın önemli bir kısmı (bazı sektörlerde %40 ile %60 arası) ithal ara malı ve hammadde maliyetlerine giderken, sağlık turizminde bu oran %10-15 seviyelerine kadar gerilemektedir.
Dolayısıyla, sağlık turizminden elde edilen döviz geliri, ülke sınırları içerisinde daha yüksek bir çarpan etkisi yaratarak doğrudan yerli sermaye birikimine ve istihdama katkı sağlamaktadır. Sağlık hizmeti sunumunda kullanılan temel bileşenler olan hekim uzmanlığı, yardımcı sağlık personeli emeği, hastane altyapısı ve konaklama hizmetleri tamamen yerli üretim faktörlerine dayalıdır. Bu durum, dış ticarete konu olan diğer sektörlerin aksine, sağlık turizminin cari işlemler dengesi üzerinde "net iyileştirici" etkisini maksimize etmektedir (Çetinkaya, 2022).

4.2. Küresel Turizm Ekonomisi İçinde Sağlık Turizminin Stratejik Ağırlığı

Küresel turizm sektörü, dijitalleşme ve ulaşım imkanlarının artmasıyla devasa bir büyüme kaydetmiştir. Ancak, bu büyüme içerisinde en dikkat çekici ivme sağlık turizmine aittir. Geleneksel tatil turizminde harcamalar konaklama ve eğlence odaklıyken, sağlık turizminde harcamalar tıbbi teknoloji, uzmanlık ve uzun süreli bakım süreçlerini kapsar. Bu durum, sağlık turizmini "yüksek değerli turizm" (high-value tourism) kategorisine taşımaktadır.
Küresel Verilerle Karşılaştırma: Dünya Turizm Örgütü (UNWTO) ve küresel pazar araştırma raporlarına göre, bir sağlık turistinin ekonomik çarpan etkisi, ortalama bir turiste göre yaklaşık **3 ila 5 kat** daha fazladır. Aşağıdaki tablo, küresel ölçekte bu payın nasıl şekillendiğini ve Türkiye'nin bu pazardaki konumunu özetlemektedir.
Tablo 5: Küresel Turizm ve Sağlık Turizmi Gelirleri Karşılaştırması

Gösterge	Küresel Turizm	Küresel Sağlık Turizmi	Fark / Oran

Yıllık Ortalama Büyüme Hızı (CAGR)	%4 - %5	**%12 - %18**	Sağlık turizmi 3 kat daha hızlı büyüyor.
Turist Başına Ortalama Harcama	1.100 $	**4.500$ - 6.000 $**	Sağlık turisti en az 4 kat daha fazla harcıyor.
Küresel Pazar Büyüklüğü (2024 Tahmini)	1.9 Trilyon $	**115 Milyar $**	Toplam gelir içindeki pay yaklaşık %6.
Türkiye'nin Küresel Payı (%)	%2.5 - %3	**%4.5 - %5**	Türkiye sağlık turizminde dünya ortalamasının üzerinde pay alıyor.

Harcama Kompozisyonu: Sağlık turizminde gelirin sadece %20'si konaklama ve ulaşıma giderken, geri kalan %80'lik kısım doğrudan sağlık hizmetleri, ilaç, tıbbi malzeme ve uzmanlık ücretlerine gitmektedir. Bu, gelirin doğrudan **nitelikli iş gücüne** ve **yüksek teknoloji yatırımlarına** aktarılması anlamına gelir.

Mevsimsellikten Bağımsızlık: Geleneksel turizm gelirleri mevsimsel dalgalanmalara (yaz/kış) duyarlıyken, küresel sağlık turizmi gelirleri yılın tamamına homojen bir şekilde yayılmaktadır. Bu durum, ülkelerin döviz akışını yıl boyunca dengede tutmalarına olanak tanır.

Hizmet İhracatı Niteliği: Sağlık turizmi, "yerinde hizmet ihracatı" olarak tanımlanır. Ürünü yurt dışına göndermek yerine, tüketiciyi (hastayı) ülkeye getirerek sunulan bu hizmet, lojistik maliyetleri sıfırladığı gibi yerel ekonomideki çarpan etkisini maksimize eder.

Sektörel Karşılaştırma: İthalat Bağımlılığı ve Katma Değer Tablosu

Aşağıdaki tablo, sağlık turizminin sanayi kollarına göre neden daha avantajlı bir döviz kaynağı olduğunu verilerle ortaya koymaktadır.

Tablo 6: Seçilmiş Sektörlerde İthal Girdi Oranı ve Yerli Katma Değer Karşılaştırması

Sektör	**İthal Girdi Bağımlılığı (%)**	**Yerli Katma Değer Oranı (%)**	**Net Döviz Tutma Kapasitesi**
Sağlık Turizmi	**%10 - %15**	**%85 - %90**	**Çok Yüksek**
Genel Turizm	%15 - %20	%80 - %85	Yüksek
Otomotiv Sanayi	%50 - %65	%35 - %50	Orta
Kimya ve Petrokimya	%60 - %75	%25 - %40	Düşük
Tekstil ve Hazır Giyim	%30 - %45	%55 - %70	Orta / Yüksek

Analiz ve Yorum:

- **Net Katkı:** Tablo 5'ten anlaşılacağı üzere, sağlık turizmi %90'a varan yerli katma değer oranıyla ekonomik bağımsızlık açısından stratejik bir öneme sahiptir.
- **Stratejik Fark:** Sanayi sektöründe ihracat artışı çoğu zaman ithalat artışını da beraberinde getirirken (Dahilde İşleme Rejimi gibi), sağlık turizminde ihracat (hizmet sunumu) arttıkça ithalat tetiklenmemekte, aksine yerli tıbbi cihaz ve ilaç sanayisine olan iç talep artmaktadır.

5. METODOLOJİ

Bu çalışma, Türkiye'de sağlık turizminin gelişimini sağlık yönetimi disiplini çerçevesinde betimsel ve analitik bir yaklaşımla ele almaktadır. Araştırmada, sektörün 2005-2024 yılları arasındaki makroekonomik seyrini ve sektörel dönüşümünü analiz etmek amacıyla Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Uluslararası Sağlık Hizmetleri A.Ş. (USHAŞ) gibi kurumların

sunduğu ikincil veri setlerinden yararlanılmıştır (Sağlık Bakanlığı, 2023). Sağlık yönetimi perspektifiyle bu veriler, stratejik karar alma süreçlerinde kullanılan temel performans göstergeleri (KPI) olarak kabul edilmiş ve sektörün tarihsel evrimi, kamu politikaları ile özel sektör yatırımlarının kesişim kümesinde metodolojik bir zemine oturtulmuştur.

Analiz sürecinde, sağlık hizmetleri ihracatının ekonomik sürdürülebilirliğini ve uluslararası rekabet gücünü ölçmek amacıyla trend analizi yöntemi kullanılmıştır. Bu kapsamda, hasta başına düşen ortalama harcama miktarları, branş bazlı talep yoğunlukları ve yatak doluluk oranları gibi kritik yönetimsel metrikler, sağlık yönetimi ilkeleri doğrultusunda verimlilik ekseninde incelenmiştir (Lunt & Carrera, 2010). Özellikle Türkiye'nin maliyet liderliği stratejisinden, yüksek teknolojili hizmetler sunan "kalite odaklı bölgesel üs" modeline geçiş süreci, verilerin zamansal karşılaştırmalarıyla desteklenerek sunulmuştur. Bu metodolojik yaklaşım, sektörün sadece nicel büyümesini değil, aynı zamanda hizmet kalitesindeki niteliksel dönüşümü de görünür kılmaktadır (Heung vd., 2010).

Araştırmanın son aşamasında, elde edilen sayısal bulgular ve literatür taraması sonuçları SWOT (Güçlü Yönler, Zayıf Yönler, Fırsatlar, Tehditler) analizi tekniği ile sistematize edilmiştir. Bu analiz, sağlık yöneticileri ve politika yapıcılar için stratejik bir yol haritası sunmak amacıyla; Türkiye'nin coğrafi avantajları, sağlık altyapısı ve insan kaynağı kapasitesini küresel pazardaki risklerle karşılaştırmalı olarak değerlendirmektedir (Smith & Puczkó, 2014). Çalışmanın kapsamı, 2005-2024 dönemindeki ulusal verilerle sınırlandırılmış olup; metodolojik kısıtlar, ikincil verilerin raporlama standartlarındaki değişimler ve pandemi gibi olağanüstü dönemlerin yarattığı veri sapmaları göz önünde bulundurularak yorumlanmıştır.

6.LİTERATÜR TARAMASI

Çalışmalar sağlık turizminin ekonomik katkısını, ziyaretçi davranışını ve stratejik rekabetini farklı açılardan incelemektedir. Ekonomik büyümeye pozitif katkı ve davranışsal niyetleri artırıcı faktörler sıkça vurgulanmıştır.

- Literatürde, pazarlama, motivasyon ve harcama davranışı gibi uygulamalı konular ile makroekonomik etkiler de yer almaktadır.
- “Akademik çalışmalar sağlık turizminin yalnızca ekonomik bir sektör olmadığını;
- Aynı zamanda davranışsal, stratejik ve rekabetçi bir alan olarak değerlendirildiğini göstermektedir.
- Türkiye özelinde yapılan çalışmalar, sağlık turizminin ekonomik büyümeye katkısını ve rekabet avantajlarını açık bir şekilde ortaya koymaktadır.

Tablo 7. Sağlık Turizmi Akademik Literatürü – Hipotez ve Bulgular		
Yayın Başlığı / Kaynak	**Hipotez / Araştırma Amacı**	**Sonuç**
Türkiye'de Sağlık Turizmi Politikalarının Ekonomik ve Mali Etkilerinin Analizi (Solak & Gülşen, 2025)	Sağlık turizmi gelirlerinin Türkiye'de ekonomik büyümeye ve maliye üzerine etkisini incelemek.	Sağlık turizmi gelirleri ekonomik büyümeye pozitif ve anlamlı katkı sağlamaktadır; enflasyon ise olumsuz etkiler. (DergiPark)
Impact of Health Tourism Visitor Experiences on Behavioral Intention (JOCM, 2024)	Ziyaretçi deneyimlerinin medikal turizm niyetleri üzerindeki etkilerini ölçmek.	Tutum ve algılanan kontrol davranışsal niyeti pozitif etkiler; öznormların etkisi sınırlı. (ScienceDirect)
Competition in Medical Tourism and Consumer Spending (Sag et al., 2025)	Medikal turistlerin harcama davranışını demografik ve tedavi türü açısından analiz etmek.	Harcamalar tedavi türü, cinsiyet ve ülkeye göre farklılık gösterir; estetik tedaviler en yüksek harcama grubunda. (MDPI)
The Relations between Motivational Factors and Behavioral Intentions of Medical Health Tourists (Sancar, 2024)	Tıbbi sağlık turistlerinin motivasyonel faktörleri ile davranışsal niyet arasındaki ilişki.	Motivasyonel faktörlerin davranışsal niyeti yüksek düzeyde pozitif etkilediği ortaya konmuştur. (DergiPark)
International Health Tourism: A Strategic Comparison of Türkiye and Germany (Bulut, 2025)	Türkiye ve Almanya'nın sağlık turizmi rekabet avantajlarını karşılaştırmak.	Türkiye'nin maliyet avantajı ve ulaşılabilirlik çekicidir; Almanya ise yüksek kalite ve güvenlik ile öne çıkar. (IKU Digital Archive System)

Literatür Bulgularının Değerlendirilmesi

Literatürde yer alan güncel çalışmalar, Türkiye'nin sağlık turizmi performansının hem makroekonomik hem de mikroekonomik düzeyde stratejik bir ivme kazandığını göstermektedir. Solak ve Gülşen (2025) tarafından yapılan analiz, sağlık turizmi gelirlerinin Türkiye'nin ekonomik büyümesi üzerinde doğrudan ve anlamlı bir pozitif etki yarattığını kanıtlayarak, sektörün maliye politikaları içindeki "lokomotif" rolünü vurgulamaktadır. Bu makroekonomik katkı, Sag ve ark. (2025) tarafından yapılan harcama analizleri ile mikro düzeyde desteklenmekte; özellikle estetik cerrahi gibi yüksek katma değerli tedavi segmentlerinin, turist başına düşen döviz girdisini geleneksel turizm kalemlerinin çok üzerine çıkardığı anlaşılmaktadır. Bu durum, Türkiye'nin sadece hasta sayısı bazında değil, birim harcama kapasitesi yüksek "nitelikli turist" segmentinde de küresel bir rekabet avantajı elde ettiğini göstermektedir.

Öte yandan, sektörün sürdürülebilirliği açısından ziyaretçi deneyimi, motivasyonel faktörler ve uluslararası rekabet dinamikleri belirleyici bir rol oynamaktadır. Sancar (2024) ve JOCM

(2024) çalışmaları, medikal turistlerin Türkiye'yi tercih etme süreçlerinde bireysel tutumların ve motivasyonel unsurların davranışsal niyet üzerinde belirleyici olduğunu ortaya koyarak, hizmet kalitesinin psikolojik güvenle birleşmesi gerektiğini işaret etmektedir. Bulut (2025) tarafından gerçekleştirilen karşılaştırmalı analiz ise Türkiye'nin Almanya gibi yüksek güvenlik ve kalite algısına sahip rakipler karşısında "maliyet ve erişilebilirlik" açısından mutlak üstünlüğe sahip olduğunu, ancak küresel pazar payını korumak için yüksek standartlı akreditasyonlara ve güven odaklı markalaşmaya daha fazla yatırım yapması gerektiğini göstermektedir. Bu akademik bulgular, Türkiye'nin sağlık turizmi vizyonunun sadece ekonomik odaklı değil, aynı zamanda hasta deneyimi ve uluslararası güvenlik standartları ekseninde evrilmesi gerektiğini bilimsel bir temelde doğrulamaktadır.

7. TARTIŞMA VE SEKTÖREL SORUNLAR

Türkiye'nin sağlık turizmindeki nicel başarısı, beraberinde yönetilmesi gereken bir dizi yapısal ve etik sorunu da getirmiştir. 2015'ten 2023'e uzanan süreçte ziyaretçi sayısının 1.5 milyonu aşması, sektörün sadece büyüme odaklı değil, aynı zamanda nitelik ve denetim odaklı bir olgunluk evresine geçmesini zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, sektörün en büyük tehdidi olarak görülen "kayıt dışı" faaliyetler, Türkiye'nin küresel ölçekte inşa ettiği "güvenli liman" imajını zedeleme riski taşımaktadır. Özellikle yetki belgesi bulunmayan aracı kurumların ve "merdiven altı" olarak tabir edilen kliniklerin yürüttüğü faaliyetler, hasta güvenliğini tehlikeye atmakta ve uzun vadede markalaşma sürecine zarar vermektedir.

Sektörel gelişimin önündeki bir diğer önemli engel, insan kaynağı yönetimi ve dil bariyeridir. Sağlık turizminin çok boyutlu doğası, sadece tıbbi uzmanlık değil, aynı zamanda kültürel yetkinlik ve ileri düzeyde yabancı dil bilgisi gerektirmekte; ancak sektörde yabancı dil bilen yardımcı sağlık personeli ve ara eleman eksikliği halen hissedilmektedir. Ayrıca, yoğun hasta yükü altında çalışan sağlık personelinin motivasyonu ve etik standartların korunması, hizmet kalitesinin sürdürülebilirliği açısından tartışılması gereken temel başlıklardır. Smith ve Puczkó (2014) tarafından vurgulandığı üzere, sağlık turizminde "hizmet kalitesi" sadece tıbbi başarı ile değil, hastanın tüm süreç boyunca deneyimlediği konfor ve iletişim kalitesi ile ölçülmektedir.

Ekonomik perspektiften bakıldığında ise, Türkiye'nin maliyet avantajına dayalı rekabet stratejisinin, Hindistan ve Güney Kore gibi ülkelerin agresif fiyat politikaları karşısında ne kadar dirençli olacağı bir tartışma konusudur. Sadece "ucuz fiyat" üzerinden rekabet etmek, sektörün katma değerini sınırlayabileceğinden; Türkiye'nin onkoloji, organ nakli ve nöroşirürji gibi yüksek teknoloji gerektiren alanlarda "nitelikli uzmanlık" merkezli bir konumlama yapması elzemdir. Son olarak, "Heal in Türkiye" gibi dijital platformlar üzerinden yürütülen tanıtım faaliyetlerinin, etik pazarlama kuralları çerçevesinde kalması ve yanıltıcı vaatlerden kaçınılması, Türkiye'nin uluslararası hukuk karşısındaki sorumluluğu açısından da büyük önem taşımaktadır.

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, Türkiye'nin 2015-2024 yılları arasındaki sağlık turizmi serüvenini inceleyerek, sektörün sadece ekonomik bir gelir kapısı değil, aynı zamanda uluslararası bir "yumuşak güç" (soft power) unsuru haline geldiğini ortaya koymuştur. Gelinen noktada Türkiye, küresel pazarda sadece bir "fiyat destinasyonu" (low-cost destination) olmaktan çıkmış; gelişmiş teknolojik altyapısı, akredite hastaneleri ve uzman hekim kadrosuyla bir "kalite destinasyonu" (quality destination) kimliği kazanmıştır. Sektörel gelişim verileri, ziyaretçi sayısı ve elde edilen gelirlerin 2024 yılı itibarıyla tarihi zirvelere ulaştığını ve cari açığın finansmanında stratejik bir kaldıraç görevi gördüğünü kanıtlamaktadır.

Yapılan analizler sonucunda elde edilen temel bulgular ve bu bulgular ışığında geliştirilen politika önerileri aşağıda maddeler halinde sunulmuştur:

- **Sektörel Çeşitlendirme ve Niş Pazarlar:** Türkiye, estetik ve diş gibi popüler alanlardaki başarısını onkoloji, organ nakli, nöroşirürji ve pediatrik cerrahi gibi yüksek katma değerli

ve teknoloji yoğunluklu branşlara taşımalıdır. Bu alanlarda odaklanılacak "niş pazarlar", hasta başına düşen ortalama geliri artırarak ekonomik verimliliği maksimize edecektir.

- **Dijital Dönüşüm ve Tele-Tıp:** Gelecek vizyonu çerçevesinde, yapay zeka destekli tanı sistemleri, tele-tıp (uzaktan takip) uygulamaları ve dijital sağlık vizeleri gibi inovatif çözümler sürece entegre edilmelidir. Bu sayede, hastanın ülkesine döndükten sonraki takip süreci de Türkiye'deki sağlık sistemi içerisinde tutularak "sadık hasta" kitlesi oluşturulabilir.
- **Denetim ve Standartlaşma:** Sektörün en büyük riski olan kayıt dışı faaliyetlerin ve yetkisiz aracı kurumların engellenmesi için denetim mekanizmaları sıkılaştırılmalıdır. "Heal in Türkiye" portalı gibi merkezi yapılar üzerinden sadece yetki belgeli kuruluşların tanıtılması, uluslararası güven endeksimizi korumak adına vazgeçilmezdir.
- **İnsan Kaynağı ve Dil Eğitimi:** Sürdürülebilir büyüme için yabancı dil bilen yardımcı sağlık personeli ve sağlık turizmi yöneticisi ihtiyacı, akademik müfredatlara eklenecek spesifik sertifikasyon programları ile desteklenmelidir.

Sonuç olarak, Türkiye'nin 2030 vizyonu doğrultusunda yıllık 20 milyar dolarlık sağlık turizmi geliri hedefine ulaşması; kamu, özel sektör ve üniversitelerin koordineli bir şekilde hareket etmesine bağlıdır. Sağlık turizmi, doğru yönetildiği takdirde Türkiye ekonomisinin dışa bağımlılığını azaltan ve küresel sağlık ekosistemindeki merkezi konumunu pekiştiren en güçlü sektör olmaya devam edecektir.

8. KAYNAKÇA

Bulut, C. (2025). *International health tourism: A strategic comparison of Türkiye and Germany*. IKU Digital Archive System.

Connell, J. (2013). Contemporary medical tourism: Conceptualisation, culture and communities. *Tourism Management, 34*, 1–13. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2012.05.009

Çetin, Ş. (2022). *Sağlık politikası ve ekonomisi: Türkiye örneği*. Akademik Yayınlar.

Erfurt-Cooper, P., & Cooper, M. (2009). *Health and wellness tourism: Spas and hot springs*. Channel View Publications.

Heung, V. C., Kucukusta, D., & Song, H. (2010). Health tourism development in Hong Kong: An exploratory study of factors choices and concerns. *Tourism Management*, *31*(4), 495–505. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2009.06.002

Lunt, N., & Carrera, P. (2010). Medical tourism: Assessing the evidence on treatment abroad. *Maturitas, 66*(1), 27–32. https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2010.01.017

Lunt, N., Smith, R., Exworthy, M., Green, S. T., Horsfall, D., & Mannion, R. (2011). *Medical tourism: Treatments, markets and health system implications: A scoping review*. OECD.

Sag, R., et al. (2025). Competition in medical tourism and consumer spending. *Healthcare (MDPI)*.

Sağlık Bakanlığı. (2023). *Türkiye'de sağlık turizmi ve termal kaynaklar raporu*. Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü Yayınları.

Sancar, A. (2024). The relations between motivational factors and behavioral intentions of medical health tourists. *DergiPark*.

Smith, M. K., & Puczkó, L. (2014). *Health, tourism and hospitality: Spas, wellness and medical travel* (2. baskı). Routledge.

Solak, M., & Gülşen, H. (2025). Türkiye'de sağlık turizmi politikalarının ekonomik ve mali etkilerinin analizi. *DergiPark*.

TÜİK. (2024). *Turizm istatistikleri: II. çeyrek sonuçları*. Türkiye İstatistik Kurumu.

USHAŞ. (2023). *Türkiye sağlık turizmi değerlendirme raporu*. Uluslararası Sağlık Hizmetleri A.Ş.

THE EFFECT OF MISLEADING DISCOUNT CAMPAIGNS ON CONSUMERS' PERCEIVED DECEPTION AND BEHAVIORAL RESPONSES[9]

Yusuf BİLGİN
Bayburt University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Business, 69000, Bayburt
ORCID: 0000-0003-0656-2031
Ali ÇETİNKAYA
Duzce University, Faculty of Tourism, Department of Tourism Management, 81650, Düzce
ORCID: 0000-0002-9642-9447
Ayşenur DİNÇER
Bayburt University, Master Degree, 69000, Bayburt
ORCID: 0000-0002-8760-9323

ABSTRACT
This study examines the effects of misleading discount campaigns on consumers' perceived deception and behavioral responses. Additionally, it seeks to measure the impact of consumers' perceived deception on their behavioral responses. A quantitative methodology was employed in this study. The study population comprises consumers who prefer the ten most popular Turkish clothing brands according to Marketing Turkey 2021. The research data, collected using a purposive sampling technique, were obtained from 440 consumers through face-to-face surveys. The acquired data were analyzed using structural equation Modeling (AMOS). The analysis revealed that misleading discount campaigns have a significant effect on consumers' perceived deception. Furthermore, consumers' perceived deception negatively affects their behavioral reactions toward the business. However, misleading discount campaigns do not have a direct and significant effect on consumers' behavioral reactions toward the business. Based on these findings, recommendations have been proposed for practitioners and researchers.
Keywords: Misleading discount campaigns, perceived deception, behavioral responses

YANILTICI İNDİRİM KAMPANYALARININ TÜKETİCİLERİN ALDATILMA ALGILARINA VE DAVRANIŞSAL TEPKİLERİNE ETKİSİ

ÖZET
Bu araştırmanın amacı, yanıltıcı indirim kampanyalarının tüketicilerin aldatılma algılarına ve davranışsal tepkilerine etkisini incelemektir. Buna ek olarak, araştırmada tüketicilerin aldatılma algılarının davranışsal tepkilerinde etkisini ölçmek amaçlanmaktadır. Araştırmada nicel yöntem kullanılmıştır. Bu araştırmanın evreni, Marketing Turkey 2021 yılı verilerine göre en sevilen 10 Türk giyim markasını tercih eden tüketicilerden oluşmaktadır. Amaçlı örnekleme tekniğinin kullanıldığı araştırmanın verileri, 440 tüketiciden yüz yüze anket uygulaması yoluyla elde dilmiştir. Elde edilen veriler Yapısal Eşitlik Modellemesi (AMOS) kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sonucunda, yanıltıcı indirim kampanyalarının tüketicilerin aldatılma algıları üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Dahası, tüketicilerin aldatılma algıları işletmeye karşı davranışsal tepkilerini negatif etkilemektedir. Buna karşın yanıltıcı indirim kampanyalarının tüketicilerin işletmeye karşı davranışsal tepkileri üzerinde doğrudan anlamlı

[9] This study is derived from the master's thesis entitled "Behavioral responses to misleading discount campaigns: the role of perceived deception and dissatisfaction" completed by Ayşenur DİNÇER in the Department of Business Administration, Graduate Education Institute, Bayburt University.

bir etki oluşturmadığı tespit edilmiştir. Araştırmada elde edilen sonuçlar doğrultusunda uygulamacılar ve araştırmacılar için önerilerde bulunulmuştur.
Anahtar Kelimeler: Yanıltıcı indirim kampanyaları, algılanan aldatma, davranışsal tepkiler

1. INTRODUCTION

Increasing competition in current market conditions, diversification of products, similarity in product features, and fluctuations in product prices contribute to changes in consumer behavior. This rapid change and diversity causes consumers to experience difficulty in making purchasing decisions, resulting in products remaining unsold in stores for extended periods and decelerating cash flow in businesses (Gülçubuk, 2007). Consequently, companies must address the significant challenges in maintaining their existence and profitability in an increasingly intense and competitive environment (Bulut, 2004). In this context, practices that enhance sales enable companies to achieve specific goals and objectives, and ensure their sustainability under intense competitive conditions. Promotional activities that encourage consumer purchases and increase firm sales are paramount (Gürbüz & Yazar, 2007). Price promotions are of critical significance in terms of marketing, as they provide a competitive advantage to the firm and influence consumers' purchasing decisions. Firms employ price promotions, particularly when entering the market and during periods of intense competition (Zeren and Elhan, 2017). In a new economy characterized by rapid market globalization, it is challenging to establish a presence in the minds of consumers who are exposed to intense communication. Thus, the objective of this scenario is to influence consumers as quickly and effectively as possible (Karaca & Gülmez, 2012). In this context, companies generally utilize discount campaigns because of their short-term results (Simon, 2015) and efficacy in the consumer's purchasing decision process (Sezgin & Ünüsan, 2007).

Discount campaigns are an effective form of sales promotion frequently utilized by companies to achieve specific goals and objectives, such as increasing short-term sales, gaining a competitive advantage over rivals, or expanding market share (Clow & Baack, 2016). Discount campaigns involve reductions at certain rates relative to the regular price of a product (Laroche et al., 2001). These reductions can be applied in specific amounts from the list price of a product (Tekin, 2006) or in the form of percentages (10%) (Chen et al., 1998). In some instances, discounts can be implemented by increasing the quantity of the product without altering the price (three for a price of two). In quantity discounts, rather than reducing the final price of a product, the consumer is provided with a certain amount of free product based on the quantity purchased (Nakip et al., 2012). While discount campaigns offer advantageous opportunities for consumers, they can be deceptively designed by some businesses to manipulate consumer perceptions and disadvantages (Ayvaz & Elmastaş, 2020). These practices, which mislead consumers' perceptions and encourage purchasing behavior, introduce numerous ethical issues, thereby generating a perception of deception among consumers and fostering negative attitudes towards the business (Yıldırım & Mert, 2019).

Research findings on misleading discount campaigns in the literature are predominantly limited to consumer perceptions and evaluations (Choi et al., 2010; Gubiniova & Bartáková, 2017; Güzel, 2021; Schneider & Holm, 1982; Yemez, 2020). Consequently, research on the implications of misleading or unethical discount campaigns on consumers' behavioral responses remains relatively scarce. Yıldırım and Mert (2019) focused on elucidating consumers' thoughts and attitudes towards unethical pricing practices (e.g., shelf-case price mismatch, discount pricing, fractional pricing). Wilkins et al. (2016) examined how consumers' behavioral reactions to businesses are influenced following experiences of deception or dissatisfaction resulting from practices such as deceptive packaging and package shrinkage. Bozkurt and Gligor (2019) investigated how consumers' perceptions of deception regarding shelf-checkout price mismatches affected their behavioral responses.

The objective of this study is to investigate consumers' behavioral responses to misleading discount campaigns. Furthermore, this study examined the impact of misleading discount campaigns on consumers' perceptions of deception. Consequently, the conceptual framework of the investigation was constructed based on misleading discount campaigns, perceived deception, and consumers' behavioral responses. Subsequently, the hypothesized relationships among the study variables are discussed, and the research hypotheses are elucidated. The methodology section encompasses information regarding the study population and sample, data collection instruments, and data analysis procedures. The findings derived from the data analysis are presented in the results section. In the Discussion and Conclusion sections, the outcomes of the study are explained, and recommendations are proposed for practitioners and researchers.

2. THEORETICAL FRAMEWORK AND RESEARCH HYPOTHESES

2.1. Misleading Discount Campaigns

Sales promotions constitute a significant marketing tool for expediting consumers' purchasing decisions and stimulating purchases (Gülçubuk, 2007). Discount campaigns are frequently used by businesses because of their capacity to generate high revenues in the short term and their easily measurable and observable outcomes (Gendall et al., 2006). The most prevalent type of sales promotion that attracts consumer attention and yields the most practical results for businesses is currently the price discount applied to products (Nakarmi, 2018). As these practices encourage consumer purchases, purchasing behavior is positively influenced by discount campaigns. Shamsi & Khan (2017) determined that discounts and product promotions are more effective than other sales promotion efforts in the apparel industry. Price-based sales promotion activities such as discount campaigns, rebates, and coupons can attract consumers by providing economic benefits. Other activities that may attract consumers include hedonic benefits such as entertainment, rewarding, and exploration (Oyman, 2004). In this context, discount campaigns positively affect consumers because of their hedonic or functional benefits. Hedonic benefits include feelings of pleasure, entertainment, and rewarding experiences. Functional benefits are cognitive and objective advantages that offer economic benefits such as monetary savings and access to quality products.

Consumers generally evaluate products based on price when making purchasing decisions and inferring their benefits and value (Yaşar, 2008). Consequently, firms employ price discounts during specific periods to attract consumers to their establishments (Folkes and Wheat 1995). However, in certain instances, discount practices can yield negative outcomes that exceed expectations. If discount practices are implemented frequently, consumers may establish discounted prices as reference points in their cognitive framework, and when the product reverts to its original price, they may perceive this price as excessive and exhibit non-purchasing behavior. This phenomenon occurs because consumers establish the discounted price as the reference point and perceive prices above this reference as potential losses (Yapraklı & Can, 2010). Additionally, poorly timed and ineffective sales promotion activities can potentially damage the brand image (Uyar, 2018). Furthermore, promotional campaigns have the potential to negatively impact consumer perceptions of trust (Ong et al., 1997). Misleading discount campaigns designed to encourage consumer purchases may result in consumers experiencing feelings of deception and exploitation (Yıldırım and Mert 2019).

Misleading or deceptive discount campaigns can manifest themselves in various ways. Notably, fractional pricing, a psychological pricing strategy, is frequently employed in discount campaigns because of its potential for diverse consumer interpretations (Torlak and Tiltay, 2007). This phenomenon occurs because consumers tend to perceive products with fractional pricing at lower price points than their full price, leading them to believe that the company has maximized the price reduction (İslamoğlu, 2009). Another practice that may potentially mislead consumers is quantity discount. When firms are reluctant to increase product prices, they may

opt to reduce the size or weight of the product instead of altering its price (Imai & Watanabe, 2014). Although these practices are categorized as hidden markups, they often go unnoticed by certain consumer segments and can serve as a purchase incentive (Saini et al., 2018). An additional deceptive practice involves discounting a model or product that is available in limited quantities to promote the sale of non-discounted items. Through this discount strategy, firms aim to attract consumers to their establishments to sell other non-discounted products (Peter & Donelly, 2016). Consequently, misleading discount campaigns encompass businesses' efforts to misrepresent product quantity, price discounts, gift vouchers, coupons, and additional discounts to capture consumer attention and stimulate purchasing behavior.

2.2. Perceived Deception

Perceived deception is a phenomenon that occurs in consumers because of the marketing communication effects of businesses, and engenders a sense of deception (Held & Germelmann, 2019). The language or communication practices employed by businesses in discount campaigns may mislead consumers, leading to their perception as deceptive (Göle, 1983). Deception can be perpetrated intentionally by companies or can result from errors in the implementation of discount campaigns (Toros 2018). When consumers encounter promotions such as "buy one get one free," they may assume that there is no reduction in product quantity or increase in price. Alternatively, as promotional rates in campaigns increase, trust may decrease, potentially arousing suspicion about the previous and current quantity and price of the product. Furthermore, consumers may deem it unnecessary to purchase large quantities of a product if it is not required. Such campaigns may also undermine the trust perceptions of consumers who intend to purchase products (Ong et al. 1997). Canbaz and Geroğlu (2015) determined in their research that consumers perceive harm and deception from fractional price policies, damaging their trust in the business. Yıldırım and Mert (2019) concluded that consumers find discount practices such as shelf and cash register price mismatches, discount pricing, price advertisements, and fractional pricing unethical, and that they perceive deception, cheating, and even fraud in the face of these practices. In this context, the hypotheses formulated for testing in this study are as follows:

H1: Misleading discount campaigns affect consumers' perception of deception.

2.3. Behavioral Responses of Consumers

Consumers' behavioral responses to a business can be influenced by their direct purchasing experiences as well as by the opinions of acquaintances and online reviews, even in the absence of personal interaction with the business. Consequently, businesses implementing discount campaigns must ascertain how consumers perceive both ethical and unethical practices (Güzel, 2021). Pricing strategies that exploit consumers' lack of knowledge or awareness are considered unethical, and the literature frequently indicates that such practices engender fear and suspicion of deception among consumers (Selvi and Cavlak, 2022). While unethical sales promotion practices may have short-term detrimental effects on consumers, they can potentially cause significant long-term harm to firms (Ceylan 2017). This is attributed to the fact that consumers may feel deceived by firms' unethical practices, potentially leading to negative emotions and attitudes towards the company (Atılgan et al., 2017). The literature examining consumer perceptions and behavioral responses to unethical practices provides evidence that consumers share negative opinions about companies that they perceive as engaging in unethical pricing with their social networks (Ferguson et al., 2011). Additionally, consumers tend to develop negative attitudes towards marketing practices (Heath & Heath, 2010), particularly in relation to deceptive or dishonest campaigns. The hypotheses tested in this study are as follows:

H2: Deceptive discount campaigns affect consumers' behavioral responses.

Businesses implement discount campaigns and promotional strategies, such as "40% + 15%" discounts or "prices starting from 19.90," to stimulate consumer purchasing behavior and achieve predetermined objectives. Consumers aim to maximize their utility, respond to these

discounts, and make purchases accordingly (Ustaahmetoğlu 2014). Consequently, the fairness and ethical nature of firms' pricing strategies are crucial for maintaining the sustainability of the commercial relationship between the firm and consumer (Pinto-Garay et al., 2021). In the absence of such practices, consumers may perceive that they have been subjected to deception and fraudulent activities in response to unfair and unethical corporate practices (Yıldırım and Mert 2019). Consumers who believe they have been deceived may exhibit behavioral responses, such as discontinuing the patronage of firms, disseminating negative recommendations to others, and returning purchased products (Held & Germelmann, 2019).

Bozkurt and Gligor (2019) observed that consumers perceive deception or fraudulent practices in the presence of pricing discrepancies such as shelf-case mismatches. As a consequence of this perceived deception, researchers found that consumers develop negative attitudes towards the brand, exhibit decreased repurchase intentions, and engage in negative word-of-mouth (WOM) behaviors. Similarly, Wilkins et al. (2016) demonstrated in their study that consumers who perceived deception experienced negative effects on repurchase intentions, engaged in negative WOM, and exhibited behavioral responses, such as brand switching. Consequently, the hypotheses examined in this study are as follows:

H3: Perception of deception influences consumers' behavioral responses to a business.

3. METHODOLOGY

This study employed a quantitative method to examine the effect of misleading discount campaigns on consumers' perceptions of deception and behavioral responses. The research model illustrating the variables of the study and the hypotheses to be tested between the variables are presented in Figure 1. The population of the research comprises consumers aged 18 and over who patronized the 10 most popular ready-to-wear brands of Turkish origin according to Marketing Turkey data in 2021 and who reported encountering misleading discount campaigns in the stores of these brands. These brands are as follows: Sarar, Koton, DeFacto, LC Waikiki, Mavi, Colin's, Penti, Little Big, DERIMOD, and Tween. Despite the substantial size of the research population, purposive sampling was utilized in this study because of the specific nature of the research topic. Purposive sampling is a method in which subjects who are suitable for the researcher's problem and who possess certain characteristics pertinent to the nature of the research are selected (Şahin & Gürbüz, 2016, p.132).

Data were collected from consumers who patronized the brands comprising the study universe and who reported encountering misleading discount campaigns in these brands' stores, using the questionnaire technique. The research questionnaire comprises four sections. The first section contained four closed-ended statements regarding consumers' demographic characteristics. The second section included three statements concerning consumers' perceptions of misleading discount campaigns. The third section consisted of six statements regarding consumers' perceptions of deception.

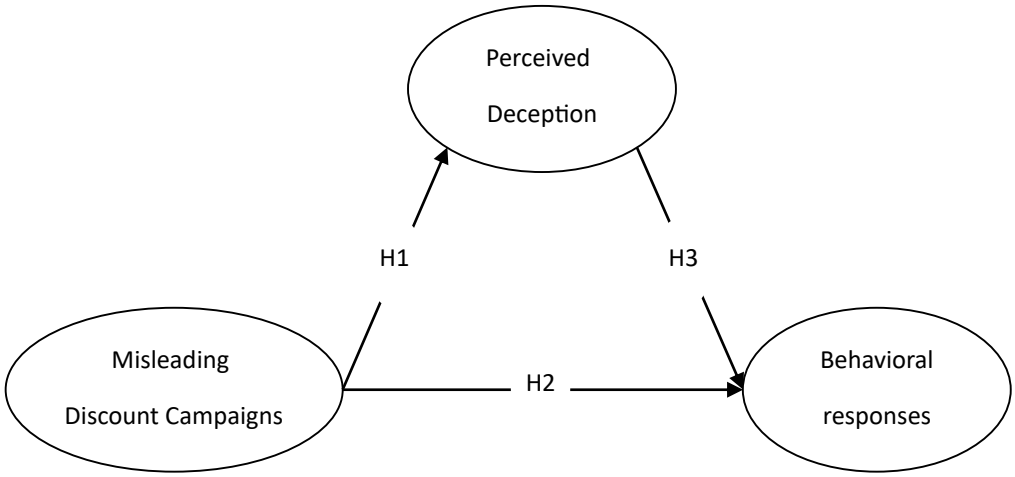


Figure 1. Research Model

Statements pertaining to consumers' perceptions of misleading discount campaigns and deception were adapted from Bozkurt and Gligor (2019). The final section of the questionnaire contained three statements adapted from Um and Lau (2018) to measure consumers' behavioral responses to businesses. Consumers' behavioral intentions were reverse-coded in the measurement model because of the negative nature of the content. Consumer opinions on discount campaigns, perceived deception, and behavioral reactions were measured using a 5-point Likert scale (1 = Strongly Disagree, 5 = Strongly Agree).

4. FINDINGS

4.1. Demographic Findings

Among the study participants, 46.8% were male and 53.2% were female. The age distribution revealed that 39.8% of the respondents were between 18-25 years old, while 35.2% were within the 26-35 age range. Regarding income levels, 57.0% of the participants reported earnings of 7500 TL or less. Furthermore, 55.7% of the respondents had an associate's degree or higher level of education. Table 1 presents the demographic characteristics of the participants.

Table 1. Demographic Characteristics of Participants

		Frequency	Percentage
Gender	Female	234	53,2
	Male	206	46,8
Age	18-25	175	39,8
	26-35	155	35,2
	36-45	73	16,6
	46-55	29	6,6
	55 and above	8	1,8
Education	Secondary school and below	32	7,3
	High school	163	37,0
	Associate degree and above	245	55,7
Income	7500 TL and below	251	57,0

7501 TL -12500 TL	102	23,2
12501TL-15000 TL	46	10,5
15000 TL and above	41	9,3

4.2. Measurement Model

The measurement model of consumers' perceptions of misleading discount campaigns, deception perceptions, and behavioral intentions comprises three latent and 12 observed variables. Exploratory Factor Analysis (EFA) was applied to the data obtained to assess the compatibility of the measurement model created in accordance with the research problem with the proposed structure. The data obtained in the EFA were analyzed using principal components with rotation varimax options. EFA results indicated that the data could be grouped into three factors, explaining 72.231% of the total variance. The factor loadings of the observed variables under these factors ranged from 0.748 to 0.886 and their eigenvalues exceeded 1.00. Confirmatory Factor Analysis (CFA) was applied to the obtained data to validate the structure derived from EFA. The indices proposed by Hair et al. (2019) were considered goodness-of-fit values in the CFA. These indices ($\chi 2/df = 1.68$, p =.000, CFI = 0.98, GFI = 0.96, AGFI = 0.95, NFI = 0.97, IFI = 0.98, and RMSEA = 0.040) suggest that the measurement model demonstrates a good fit. The reliability level for the constructs in the measurement model exceeded 0.70, and the standardized loadings of the observed variables were above 0.60. Furthermore, the AVE value for all the constructs was greater than 0.50, as recommended by Hair et al. These results substantiate the validity of our measurement model. Table 2 presents the CFA results.

Table 2. Confirmatory Factor Analysis Results

Latent/ Observed Variables		λ	*t*	CR	AVE
Misleading Discount Campaigns				0,868	0,68
YİK1	Discounts offered by this enterprise are typically restricted to a selected range of products.	0,812			
YİK2	This organization limits the quantity of discounted merchandise.	0,831	18,409		
YİK3	In this establishment, the cumulative discounts applied to price reductions (such as 50% + 40%) are overstated.	0,842	18,601		
Perceived Deception				0,905	0,61
AA6	This organization employs strategies to exploit the inexperience of consumers in order to promote product sales.	0,723			
AA5	The organization misrepresents the pricing and features of campaign products.	0,833	16,868		
AA4	The organization demonstrates a lack of integrity regarding price reductions.	0,811	16,436		
AA3	The organization's communication regarding price reductions lacks clarity.	0,773	15,649		
AA2	This organization utilizes deceptive strategies to persuade customers to purchase its products.	0,794	16,086		
AA1	This organization overstates the benefits and features of its products.	0,764	15,468		
Behavioral Response				0,824	0,61

DT3	I disseminate positive information regarding this business to individuals within my social network.	0,707	
DT2	Based on my experience, my overall assessment of this business is favorable.	0,927	13,925
DT1	I intend to patronize this establishment in the future.	0,695	13,508

Note: λ: Standardized factor loadings, CR: Combined reliability, AVE: Average explained variance

Furthermore, the construct validity of the measurement model was evaluated using discriminant analysis. In accordance with the Fornell-Larcker criterion, the correlation between each construct in the measurement model for discriminant validity was compared with the square root of the Average Variance Extracted (AVE) value of all constructs. Consequently, the construct validity of the measurement model was substantiated by the results of discriminant analysis. Table 3 presents the results of the discriminant validity assessment.

Table 3. Discriminant Validity Results

	Average	AVE	1	2	3
Misleading Discount Campaigns	3,64	0,686	0,828		
Perceived Deception	3,34	0,624	0,585***	0,790	
Behavioral Response	2,92	0,608	-0,291***	-0,179***	0,780

Note: *** p <0.001, ** p<0.05

4.3. Path Analysis

The AMOS 24.0, package program was used to elucidate the relationships between the proposed research hypotheses. Path analysis was used to examine the proposed hypotheses among the variables. In the path analysis, the ratio of the chi-square value to the degrees of freedom was 1.68. We applied the criteria proposed by Hair et al. to evaluate the fit of the path model. (2019). The model fit indices (CFI= 0.98, GFI= 0.96, AGFI= 0.95, NFI= 0.97, IFI= 0.98, and RMSEA= 0.040) exceeded the recommended values, indicating satisfactory model fit. Table 4 presents the results of testing the hypotheses in the path analysis.

Table 4. Path Analysis Results

Hypothesis		β	SE	*t-value*	Results
H1: Misleading Discount Campaigns	→ Perceived Deception	0,58	0,054	10,557***	Accepted
H2: Misleading Discount Campaigns	→ Behavioral Response	-0,01	0,073	-1,187ns	Rejected
H3: Perceived Deception	→ Behavioral Response	-0,28	0,077	-4,050***	Accepted

Note: ***: p < 0.001, ns: not significant (p > 0.05), β: standardized path coefficients, SE: standard error

Path analysis results indicate that misleading discount campaigns positively affect consumers' perceptions of deception (β= 0.58, p<0.001). Furthermore, consumers' perceptions of deception exhibited a negative effect on their behavioral responses to the business (β= -0.28, p<0.001). Conversely, the results demonstrate that misleading discount campaigns do not have a significant effect (p>0.05) on consumers' behavioral responses to the business. Consequently, hypotheses H1 and H3 are supported, while hypothesis H2 is not.

CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

The apparel industry is characterized by intensifying competition, wherein brands implement novel and functional marketing strategies to establish competitive advantage. Ready-to-wear brands exert considerable effort to attract consumer attention and maintain preferences in an

increasingly competitive environment. In this context, discount campaigns, particularly price reductions, are frequently employed by apparel brands to capture consumer attention and stimulate purchasing behavior to accelerate cash flow, reduce inventory, and foster consumer familiarity. Discount campaigns encompass practices in which businesses offer consumers attractive purchasing opportunities, such as price reductions, multibuy promotions, complimentary items, and sweepstakes. These practices are generally perceived by consumers as advantageous in terms of quantity or price, and appeal to consumers seeking to maximize their benefits. However, discount campaigns can be deceptively utilized by some businesses to attract consumers and entice them to visit retail locations. Businesses that employ misleading discount campaigns may limit these discounts to a few selected products, impose purchase limits on discounted items, or apply discounts to artificially inflated prices. Although specific content may vary, the fundamental purpose of misleading discount campaigns is to influence consumer perceptions and increase sales by creating an illusion of financial gain through shopping. While misleading discount campaigns present an inherent ethical issue, they may engender a perception of deception among consumers in the long term and negatively impact consumers' behavioral responses toward the business despite potentially yielding profitable outcomes for businesses in the short term.

This study examined the effect of misleading discount campaigns in the apparel industry on consumers' perceptions of deception and their behavioral responses to businesses. The results obtained in this study indicate that misleading discount campaigns for apparel brands significantly influence consumers' perception of deception. Specifically, consumers exposed to misleading discount campaigns experience a sense of deception. This finding aligns with those of Yıldırım and Mert (2019). Furthermore, the results demonstrate that consumers' perceptions of being deceived negatively affect their behavioral responses toward the business. Consequently, consumers who perceive themselves as deceived exhibit negative attitudes towards the business, including a reduced likelihood of repurchase, reluctance to recommend, and negative attitudes towards the business overall. This result corroborates with the findings of Bozkurt and Gligor (2019). An additional finding of this study is that misleading discount campaigns conducted by apparel brands do not have a direct significant effect on consumers' behavioral reactions towards the business. This outcome may be attributed to the nature of the brands in the research population. According to Marketing Turkey 2021 data, brands in the research universe are Turkish apparel brands with the highest score in terms of consumer preference. Consequently, the value that consumers attribute to these brands may supersede the perception of the deception they encounter in misleading discount campaigns. In this context, consumers may be disinclined to develop negative behavioral reactions against these brands, even if they perceive that they have been deceived.

Based on the research findings, business managers should exercise caution regarding messages and practices that may be perceived as deceptive by consumers during the implementation of discount campaigns. The impact of perceived deception on consumer behavioral responses suggests that short-term profits obtained through misleading discount campaigns are likely to adversely affect the long-term profitability of businesses. Future research could explore how the brand equity of businesses BE influences consumer behavior in response to perceived deception or misleading discount campaigns. Furthermore, for brands offering durable or nondurable products, consumer behavioral responses can be examined in relation to product usage periods.

The findings of this investigation were derived from a limited sample of consumers who reported encountering potentially deceptive discount campaigns among the 10 most prominent Turkish clothing brands, as identified by the Marketing Turkey 2021 data. The perceived level of deception during a discount campaign may vary among consumers. Consequently, the research findings cannot be generalized to the broader apparel industry.

REFERENCES

Atılgan, K. Ö., İnce, T., & Yılmaz, S. (2017). Tüketicilerin Satın Alma Niyetleri Ve Boykota Yönelik Tutumlarının Tüketici Sinizmi, Fiyat Şeffaflığı Ve Fiyat Adaleti Bağlamında İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 26(3), 34–38. https://dergipark.org.tr/

Ayvaz, İ., & Elmastaş, D. (2020). Fiyat İndirimlerinin Tüketici Davranışları Üzerindeki Etkisinde Algılanan Kurumsal İtibarın Rolü. Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 7(1), 86–95. https://dergipark.org.tr/

Bozkurt, S., & Gligor, D. (2019). Customers' Behavioral Responses to Unfavorable Pricing Errors: The Role of Perceived Deception, Dissatisfaction and Price Consciousness. Journal of Consumer Marketing, 36(6), 760–771.

Bulut, Z. A. (2004). Küresel Rekabet. Mevzuat Dergisi.

Canbaz, S., & Geroğlu, G. D. (2015). İşletmelerin Uyguladıkları Küsuratlı Fiyatlandırma Politikasının Tüketiciler Tarafından Algılanmasına Yönelik Bir Araştırma. Journal of Economics and Administrative Sciences, 71–82. https://doi.org/10.5578/jeas.9709

Ceylan, L. (2017). Reklam Kurulunun `Çocuklara Yönelik Reklamlar`` Başlıklı Maddesine Aykırılıktan Ceza Almış Reklamların Tüketicide Yarattığı Etik Algısı Üzerine Bir Araştırma [Yüksek Lisans Bitirme Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü]. https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/605750

Chen, S.-F. S., Monroe, K. B., & Lou, Y.-C. (1998). The effects of framing price promotion messages on consumers' perceptions and purchase intentions. Journal of Retailing, 74(3), 353–372.

Choi, S., Ge, X., & Messinger, P. R. (2010). Consumer Perceptions of Ambiguous Price Promotions: Scratch and Save Promotions Versus Tensile Price Claims. Journal of Product and Brand Management, 19(7), 477–486.

Clow, E. K., & Baack, D. (2016). Bütünleşik Reklam, Tutundurma ve Pazarlama İletişimi. In G. Öztürk (Ed.), Nobel Yayınları (7th ed., Vol. 7). Nobel Akademik Yayıncılık.

Ferguson, J. L., Ellen, P. S., & Piscopo, G. H. (2011). Suspicion and Perceptions of Price Fairness in Times of Crisis. Journal of Business Ethics, 98(2), 331–349. https://doi.org/10.1007/S10551-010-0552-8/METRICS

Folkes, V., & Wheat, R. D. (1995). Consumers' Price Perceptions Of Promoted Products. Journal of Retailing, 71(3), 317–328. https://doi.org/10.1016/0022-4359(95)90028-4

Gendall, P., Hoek, J., Pope, T., & Young, K. (2006). Message Framing Effects On Price Discounting. Journal of Product and Brand Management, 15(7), 458–465. https://doi.org/10.1108/10610420610712847/FULL/XML

Göle, C. (1983). Ticaret Hukuku Açısından Aldatıcı Reklamlara Karşı Tüketicinin Korunması. In Seçkin Yayınları (1st ed.). Seçkin Yayınları.

Gubiniova, K., & Bartáková, G. P. (2017). Deceptive Practices Used in Contemporary Marketing Communication and their Evaluation from Customer Perspective in Slovak Republic. International Review of Management and Marketing, 7(2), 300. https://dergipark.org.tr/

Gülçubuk, A. (2007). Tüketicilere Yönelik Satış Geliştirmenin Artan Onemi, Uygulanabilirliği ve İzlenecek Stratejilerin İşletmeler Açısından Degerlendirilmesi. Ege Akademic Review, 7(1), 57–77.

Gürbüz, A., & Yazar, E. E. (2007). Satış Çabalarının İşletme İçin Önemi. Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 6(22), 116–134.

Güzel, Y. (2021). İşletmelerin Etik Dışı Davranışlarının Tüketiciler Tarafından Değerlendirilmesine Yönelik Bir Alan Araştırması. Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi, 17(35), 2084–2101.

Hair, Joe F., Marko Sarstedt, Lucas Hopkins, and Volker G. Kuppelwieser. 2014. “Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM): An Emerging Tool in Business Research.” European Business Review 26(2):106–21. doi: 10.1108/EBR-10-2013-0128.
Hair, Joseph F., Jeffrey J. Risher, Marko Sarstedt, and Christian M. Ringle. 2019. “When to Use and How to Report the Results of PLS-SEM.” European Business Review 31(1):2–24. doi: 10.1108/EBR-11-2018-0203.
Heath, T. P. M., & Heath, M. (2010). (Mis)trust in Marketing: A Reflection on Consumers’ Attitudes and Perceptions. Journal of Marketing Management, 24(9–10), 1025–1039. https://doi.org/10.1362/026725708X382037
Held, J., & Germelmann, C. C. (2019). Deception in Consumer Behavior Research: A Literature Review on Objective and Perceived Deception. Projectics / Proyéctica / Projectique, 21(3), 119–145. https://doi.org/10.3917/PROJ.021.0119
İslamoğlu, H. (2009). Temel Pazarlama Bilgisi (3.baskı)- Hamdi İslamoğlu | Nadir Kitap (Vol. 3). Beta Yayınevi.
Imai, S., & Watanabe, T. (2014). Product Downsizing and Hidden Price Increases: Evidence from Japan’s Deflationary Period. Asian Economic Policy Review, 9(1), 69–89. https://doi.org/10.1111/AEPR.12047
Karaca, Ş., & Gülmez, M. (2012). Satış Geliştirme Çabalarının Öğretim Elemanlarının Satın Alma Davranışları Üzerindeki Etkilerini Ölçmeye Yönelik Bir Araştırma. Verimlilik Dergisi, 1, 69–87. https://dergipark.org.tr/
Laroche, M., Pons, F., Zgolli, N., & Kim, C. (2001). Consumers use of price promotions: a model and its potential moderators. Journal of Retailing and Consumer Services, 8(5), 251–260.
Nakarmi, A. (2018). Effect of Sales Promotion on Consumer Behavior [Bachelor Thesis]. In Seinajoki University of Applied Sciences.
Nakip, M., Varinli, İ., & Gülmez, M. (2012). Güncel Pazarlama Yönetimi (Vol. 1). Detay Yayıncılık.
Ong, B. soo, Ho, F. N., & Tripp, C. (1997). Consumer Perceptions of Bonus Packs: An Exploratory Analysis. Journal of Consumer Marketing, 14(2), 102–112.
Oyman, M. (2004). Tüketicilerin Satış Tutundurma Etkinliklerine Yönelik Tutumları ve Yarar Algılamaları. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 4(1), 55–75.
Peter, J. P., & Donelly, J. H. (2016). Pazarlama Yönetimine Giriş. Nobel Akademik Yayıncılık.
Pinto-Garay, J., Ferrero, I., & Scalzo, G. (2021). Pricing for a Common Good: beyond Ethical Minimalism in Commercial Practices. Philosophy of Management, 20(3), 271–291. https://doi.org/10.1007/S40926-020-00162-W
Saini, G., Sahay, A., & Kalyanaram, G. (2018). An Empirical Study of Latitude of Quantity Acceptance (LQA) in an Emerging Economy: India. Journal of Global Marketing, 31(2), 111–127. https://doi.org/10.1080/08911762.2017.1413215
Schneider, K. C., & Holm, C. K. (1982). Deceptive Practices in Marketing Research: The Consumer’s Viewpoint. California Management Review, 24(3), 89–96.
Selvi, M. S., & Cavlak, N. (2022). Tüketicilere Yönelik Etik Dışı Fiyatlama Uygulamaları. Doğuş Üniversitesi Dergisi, 23(2), 363–378.
Sezgin, M., & Ünüsan, Ç. (2007). Pazarlama İlkeleri. Literatürk Yayınları.
Shamsi, M., & Khan, M. (2017). Sales Promotion Techniques and Consumer Behavior: A Case Study of Readymade Garments. Uluslararası Araştırma Konferansı. https://www.researchgate.net/
Simon, H. (2015). Confessions of the Pricing Man: How Price Affects Everything. Springer.
Tekin, V. N. (2006). Pazarlama İlkeleri: Politikalar, Stratejiler, Taktikler. Seçkin Yayınları.
Torlak, Ö., & Tiltay, M. A. (2007). Pazarlama Ahlakı (6th ed.). Beta Yayınları.

Toros, S. (2018). Türkiye'de Aldatıcı Reklamların Denetlenmesi. Akdeniz Üniversitesi İletişim Fakültesi Dergisi, 29, 353–367.
Ustaahmetoğlu, E. (2014). Fiyat Promosyonlarının Algılanan Tasarrufa Etkisi Üzerine Deneysel Bir Araştırma. Tüketici ve Tüketim Araştırmaları Dergisi, 6(2), 1–23. https://app.trdizin.gov.tr/
Uyar, A. (2018). Satış Geliştirme Çabalarının Tüketiciler Açısından Değerlendirilmesi. Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 11, 22–35. https://dergipark.org.tr/
Wilkins, S., Beckenuyte, C., & Butt, M. M. (2016). Consumers' Behavioural İntentions After Experiencing Deception or Cognitive Dissonance Caused By Deceptive Packaging, Package Downsizing or Slack Filling. European Journal of Marketing, 50(1–2), 213–235.
Yapraklı, Ş., & Can, P. (2010). Pazarlama Faaliyetlerinin ve Ailenin Tüketici Temelli Marka Değeri Boyutlarina Etkisi. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 23(1), 265–290. https://dergipark.org.tr/
Yaşar, E. (2008). Tüketici Fiyat Algılamalarına Yönelik Bir Araştırma. Sosyal Ekonimik Araştırmalar Dergisi, 8(15), 281–300. https://dergipark.org.tr/
Yemez, İ. (2020). Kadın Tüketicilerin Black Friday Kampanyasına Yönelik Algılarının İncelenmesi. Yönetim, Liderlik ve Pazarlama (1st ed.). İKSAD Yayınevi.
Yıldırım, E., & Mert, K. (2019). Etik Dışı Fiyatlandırma Uygulamaları Karşısında Tüketicilerin Düşünce ve Davranışlarının İncelenmesine Yönelik Bir Uygulama. İşletme Araştırmaları Dergisi, 11(4), 2876–2892.
Zeren, D., & Elhan, M. (2017). Fiyat Promosyonlarına Yönelik Tüketici Tutumlarına Etki Eden Faktörler. Ç. Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 26(2), 143–158.

TÜKETİCİLERİN ÇEVRİMİÇİ PROMOSYONLARA KARŞI ANİ SATIN ALMA DAVRANIŞLARINDA FİYAT DUYARLILIĞININ ETKİSİ: PROMOSYONLARI TAKİBİN ARACILIK ROLÜ[10]

Yusuf BİLGİN
Bayburt University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Business, 69000, Bayburt
ORCID: 0000-0003-0656-2031
Ali ÇETİNKAYA
Duzce University, Faculty of Tourism, Department of Tourism Management, 81650, Düzce
ORCID: 0000-0002-9642-9447
Seda TEKMAN
Bayburt University, Master Degree, 69000, Bayburt
ORCID: 0000-0003-1368-1549

ÖZET
Çevrimiçi dijital platformlar son dönemde bilgi toplama, kıyaslama ve satın almada tüketiciler tarafından yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bununla uyumlu olarak, birçok işletme pazarlama faaliyetlerinde dijital mecralara yönelme eğilimindedir. Böylece dijital platformlar, çevrimiçi perakende firmaları dahil olmak üzere birçok kuruluşun ürün ve hizmetlerini doğrudan pazarladığı çevrimiçi promosyonlar, kampanyalar, kupon ve indirimler gibi cazip teklifler sunarak tüketicileri satın almaya teşvik ettiği işlevsel mecralara dönüşmektedir. Bu araştırmanın amacı, tüketicilerin çevrimiçi promosyonlara karşı ani satın alma davranışlarında fiyat duyarlılığının etkisini incelemektir. Ayrıca araştırmada, tüketicilerin ani satın alma davranışlarında promosyonları takip etmenin aracılık rolünün test edilmesi amaçlanmaktadır. Araştırmanın evrenini, Marketing Türkiye verilerine göre sosyal medya skoruna en yüksek çevrimiçi alışveriş sitelerini Facebook ve Instagram'da aktif olarak takip eden tüketiciler oluşturmaktadır. Araştırmada kolayda örnekleme tekniği kullanılmış ve araştırma verileri, çevrimiçi anketler yoluyla elde edilmiştir. Elde edilen veriler, Yapısal Eşitlik Modellemesi (AMOS 24) kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sonucunda, tüketicilerin fiyat duyarlılığının çevrimiçi promosyonları takip düzeylerini pozitif etkilediği belirlenmiştir. Buna ek olarak, tüketicilerin fiyat duyarlılığı çevrimiçi promosyonlara karşı ani satın alma davranışlarını pozitif etkilemektedir. Ayrıca araştırma sonucunda, çevrimiçi promosyonları takip düzeyinin tüketicilerin ani satın alma davranışlarını pozitif etkilediği tespit edilmiştir. Bu araştırmada ulaşılan sonuçlar, işletme yöneticileri için çevrimiçi pazarlama faaliyetlerinin önemini ve çevrimiçi promosyonların işlevselliğini göstermektedir.
Anahtar Kelimeler: Fiyat duyarlılığı, çevrimiçi promosyonlar, tüketici davranışı

THE INFLUENCE OF PRICE SENSITIVITY ON CONSUMER IMPULSE BUYING BEHAVIOR IN RESPONSE TO ONLINE PROMOTIONS: THE MEDIATING ROLE OF PROMOTION TRACKING

ABSTRACT
Online platforms have become increasingly popular among consumers for gathering information, making comparisons, and making purchases. In line with this, many businesses are increasingly shifting their marketing activities towards digital channels. Thus, digital

[10] Bu çalışma, Bayburt Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı'nda Seda TEKMAN tarafından tamamlanan "Tüketicilerin çevrimiçi promosyonlara karşi davranişlarinda takip düzeyinin etkisi ve memnuniyete yansimalari" adlı yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

platforms are transforming into functional channels where many organizations, including online retailers, directly market their products and services, offering attractive deals such as online promotions, campaigns, coupons, and discounts to encourage consumers to buy. This research aims to examine the effect of price sensitivity on consumers' impulsive purchasing behavior in response to online promotions. Furthermore, the study aims to test the mediating role of the following promotions in consumers' impulsive purchasing behavior. The research population consists of consumers who actively follow the online shopping sites with the highest social media scores on Facebook and Instagram, according to Marketing Türkiye data. A convenience sampling technique was employed in the research, and data were collected through online surveys. The obtained data were analyzed using Structural Equation Modeling (SEM) with AMOS 24. The analysis revealed that consumers' price sensitivity has a positive influence on their level of following online promotions. Additionally, consumers' price sensitivity has a positive impact on their impulsive buying behavior in response to online promotions. Furthermore, the research found that the level of monitoring online promotions has a positive effect on consumers' impulsive buying behavior. The results of this research demonstrate the importance of online marketing activities and the functionality of online promotions for business managers.
Keywords: Price sensitivity, online promotions, consumer behavior

1. INTRODUCTION

Dijitalleşmeyle birlikte tüketicilerin karar alma süreçleri köklü bir dönüşüm geçirmiştir. Önceki dönemlerin görece durağan ve mağaza içinde sınırlı zamanda gerçekleşen fiziksel temaslara dayalı yapısından çıkarak, yüksek uyarıcı yoğunluğuna, sürekli bilgi akışına ve algoritmik yönlendirmelere maruz kaldıkları çevrimiçi ortamlara taşınmıştır. Bu yeni bağlamda tüketiciler, aynı ürün için birden fazla platformu saniyeler içinde karşılaştırabilmekte, dinamik olarak değişen fiyatlara ve "sınırlı süreli" kampanyalara eşzamanlı olarak maruz kalmaktadır. Bu dönüşüm özellikle promosyon dönemlerinde belirginleşmektedir. Klasik çalışmalar, promosyonların kısa dönemli talep artışı yaratma gücünü ortaya koyarken (Bell ve diğ., 1999; Chandon ve diğ., 2000; Mela ve diğ., 1997) günümüz çevrimiçi ortamlarında promosyonlar, tüketicilerin alışveriş rutinlerinin ve impulsif satın alma davranışlarının ayrılmaz bir parçası hâline gelmiştir. Fiyat karşılaştırma araçları, kişiselleştirilmiş bildirimler ve canlı yayın temelli kampanyalar, promosyonları takip edilmesi gereken sürekli bir "fırsat akışı"na dönüştürmektedir (Baye ve diğ., 2004; Berends ve Gerpott, 2025; Brynjolfsson ve Smith, 2000).

Literatürde fiyatın kalite ve değer algısının temel belirleyicilerinden biri olduğu uzun süredir bilinmektedir (Gabor ve Granger, 1966; Lichtenstein ve diğ., 1993; Zeithaml, 1988). Ancak günümüz çevrimiçi perakende ortamında fiyat, yalnızca bir maliyet unsuru değil, aynı zamanda tüketici için "fırsat", "adalet" ve "risk" sinyallerini de içinde barındıran çok boyutlu anlamlar taşımaya başlamıştır. Diğer yandan ani satın alma, duygusal uyarılma ve düşük bilişsel kontrolle ilişkili, tarihsel olarak mağaza içi bağlamda çalışılmış bir olgu iken (Beatty ve Ferrell, 1998; Rook, 1987; Weinberg ve Gottwald, 1982), dijital dönemde sosyal medya, kısa video platformları, akış deneyimi ve zaman baskısı mekanizmalarıyla daha da güçlenen yeni bir yeni bir boyut kazanmıştır (Gong ve diğ., 2024; Li ve diğ., 2025; Parboteeah ve diğ., 2009; Verhagen ve van Dolen, 2011). Özellikle canlı yayın ticareti ve akış tabanlı platformlarda tüketicilerin hem fiyat sinyallerine hem de promosyon mesajlarına eşzamanlı maruz kalması, impulsif satın alma ihtimalini önemli ölçüde artırmaktadır (Ngo ve diğ., 2024; Zhang ve diğ., 2024).

Bu araştırmada, fiyat duyarlılığı ile ani satın alma davranışı arasındaki ilişki, çevrimiçi promosyonların takibi üzerinden ele alınmıştır. Böylece hem konuyla ilgili sınırlı literatüre teorik olarak destek verilmiş hem de yönetsel açıdan çevrimiçi platformların işlevselliğine

ilişkin bir çerçeve çizilmiştir. Bu araştırmada, tüketicilerin çevrimiçi promosyonlara karşı ani satın alma davranışlarında fiyat duyarlılığının etkisini incelemek amaçlanmaktadır. Ayrıca araştırmada, tüketicilerin ani satın alma davranışlarında promosyonları takip etmenin aracılık rolünün test edilmesi amaçlanmaktadır. Bu kapsamda, ilk olarak, fiyat duyarlılığı, çevrimiçi promosyonlar ve ani satın alma davranışı kavramları açıklanmıştır. Ardından bu değişkenler arasında olduğu varsayılan ilişkiler tanımlanmış ve araştırma hipotezleri temellendirilmiştir. Yöntem kısmında, araştırmanın evren ve örneklemi, veri toplama aracı, veri toplama ve analiz süreci açıklanmıştır. Bulgular kısmında, veri analizi sonucunda elde edilen buğular sunulmuştur. Son olarak, araştırmada ulaşılan sonuçlar açıklanmış, araştırmacılar ve uygulayıcılar için önerilerde bulunulmuştur.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Fiyat Duyarlılığı

Algılanan değer kavramıyla yakından ilişkili olan fiyat duyarlılığı, tüketicilerin fiyat değişimlerine ne ölçüde tepki verdiğini ifade etmektedir. Öncü çalışmalarda fiyat duyarlılığı, talep esnekliği ve seçici talep modelleri üzerinden nicel olarak ele alınmıştır (Tellis, 1988). Zeithaml (1988) araç-sonuç modeli ile tüketicilerin fiyatı yalnızca maliyet değil aynı zamanda kalite ve değer işareti olarak yorumladığını göstermiş; Lichtenstein ve diğerleri (1993) ise fiyat odağı ve değer bilincinin tüketici davranışlarını doğrudan etkilediğini ortaya koymuştur. Bu klasik çerçeve, dijital ortama taşındığında karmaşıklaşmış internetin "sorunsuz ticaret" (frictionless commerce) olarak adlandırılan yapısı, tüketicilerin aynı ürün için farklı fiyatlara kolayca erişmesine imkân tanımış; bu durum fiyat duyarlılığını hem bilişsel hem davranışsal düzeyde güçlendirmiştir (Brynjolfsson ve Smith, 2000). Baye ve diğerleri (2004) çevrimiçi fiyat karşılaştırma sitelerinin, beklendiği gibi fiyat farklılaşmasını tamamen ortadan kaldırmadığını; buna karşın tüketicilerde sistematik bir "fiyat izleme" davranışı oluşturduğunu göstermektedir.

Güncel araştırmalar, online alışveriş deneyiminin duyarlılığı artırdığını göstermektedir. Berends ve Gerpott (2025), çevrimiçi perakendede fiyat karşılaştırma sitelerini yoğun kullanan tüketicilerin, hem daha düşük fiyat toleransına sahip olduklarını hem de tekrar satın alma davranışlarında fiyat değişimlerine daha hızlı tepki verdiklerini göstermektedir. Biswas ve diğerleri (2025) ise çevrimiçi alışveriş deneyiminin, tüketicilerin çevrimdışı ortamdaki fiyat hassasiyetini bile değiştirebildiğini; çevrimiçi kanallarda sık alışveriş yapan bireylerin genel olarak daha "fiyat bilinçli" hâle geldiğini ileri sürmektedir. Öte yandan Zafar ve diğerleri (2025), modern perakendede fiyat duyarlılığının yalnızca rasyonel bir değerlendirme olmadığını, duygusal bir süreç olduğunu vurgulamaktadır. Ramirez ve Goldsmith (2009), tasarruf yönelimi ve riskten kaçınma gibi tutumların fiyat duyarlılığını artırdığını; Wakefield ve Inman (2003) ise durumsal faktörlerin fiyat tepkisini anlamlı biçimde değiştirdiğini belirtmiştir. Son olarak, algoritmik fiyatlama konusunda yapılan araştırmalar fiyat duyarlılığının yeni bir boyut kazandığını göstermektedir. Algoritmik fiyatlamanın güven, adalet algısı ve fiyat arama davranışı üzerindeki etkileri giderek daha fazla tartışılmaktadır (Spann ve diğ., 2025; Taylor, 2025; Vomberg ve diğ., 2024). Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde fiyat duyarlılığı, çevrimiçi ortamda statik bir eğilimden ziyade kullanıcı deneyimleri, platform tasarımları ve duygusal süreçlerle sürekli yeniden üretilen dinamik bir davranış biçimi hâline geldiği ifade edilebilir.

2.2. Çevrimiçi Promosyonlar

Satış promosyonları geleneksel pazarlamanın temel unsurları arasındandır. Promosyonların tüketicilerin satın alma davranışları üzerindeki etkileri uzun süredir bilinmektedir (Bell ve diğ., 1999; Chandon ve diğ., 2000; Mela ve diğ., 1997). Çevrimiçi bağlamda ise promosyonlar, düşük arama maliyetleri ve yüksek fiyat şeffaflığı nedeniyle daha rekabetçi ve stratejik bir niteliğe bürünmüştür. İnternetin fiyat karşılaştırmasını kolaylaştırması, promosyonların hem müşteri çekme hem de fiyat farklılaştırması için kritik rol oynamasına neden olmaktadır (Baye

ve diğ., 2004; Brynjolfsson ve Smith, 2000). Sosyal ticaret ve canlı yayın platformlarında promosyonlar, sosyal etkileşim ve akış deneyimi ile birleşerek impulsif satın alma davranışını daha da güçlendirmektedir (Ngo ve diğ., 2024; Obadă ve Țugulea, 2024; Zhang ve diğ., 2024). Kıtlık ve rekabet hissi, çevrimiçi promosyonların temel psikolojik mekanizmalarındandır. Kıtlık mesajlarının rekabet duygusunu artırarak algılanan değeri yükselttiği ve satın alma niyetini güçlendirdiği bilinmektedir (Aggarwal ve diğ., 2011).

Zhu ve diğerleri (2024), promosyon yoğunluğu ve fiyat trendlerinin satın alma penceresini belirlediğini göstermektedir. Satın alma öncesi arama davranışları ise tüketicilerin promosyon duyarlılığını ve bilgi arama kanallarını yansıtmaktadır (Honka, Seiler ve Ursu, 2024). Zamanlama ve kişiselleştirme boyutları çevrimiçi promosyonlarda öne çıkmaktadır. Dinamik ve algoritmik fiyatlama stratejileri ise promosyon kavramını sürekli güncellenen bir fırsat akışı hâline getirmiştir (Spann ve diğ., 2025; Taylor, 2025; Vomberg ve diğ., 2024). Çevrimiçi promosyonlarda önemli olan bir diğer yön ise adalet algısıdır. Xia ve diğerleri (2010) adaletsizlik hissinin tüketiciyi siteyi terk etmeye ve olumsuz ağızdan ağıza iletişime yöneltebildiğini göstermiştir. Bu nedenle çevrimiçi promosyonların takibi, tüketicinin yalnızca indirim görmesi değil, fırsat sinyallerini çözümlemesi, zamanlama stratejisi geliştirmesi, kazanç elde edeceğine inanması ve buna göre hızlı kararlar alması anlamına gelmektedir.

2.3. Ani Satın Alma Davranışı

Ani (impulsif) satın alma, planlanmamış, ani gelişen ve yüksek duygusal uyarılma ile düşük bilişsel kontrolün eşlik ettiği bir davranıştır (Rook, 1987; Weinberg ve Gottwald, 1982). Bu davranış normatif baskıların impulsif satın alma üzerindeki etkisiyle ortaya çıkmaktadır. Beatty ve diğerleri (1998), mağaza içi uyaranlar ve hedonik değer gibi faktörlerin impulsif satın alma üzerindeki karmaşık etkilerini modellemiştir. Rook ve Fisher, (1995) ise bireylerin toplumsal normlara uyum düzeyinin impulsif eğilimlerini azalttığını belirlemiştir. Dijitalleşme ile impulsif satın alma davranışı yeni uyaranlarla yeniden tanımlanmıştır. Parboteeah ve diğerleri (2009), web sitesi özelliklerinin (görsel çekicilik, bilgi kalitesi, kullanım kolaylığı) impulsif satın alma dürtüsünü artırdığını; Verhagen ve diğerleri (2011) ve Wells ve diğerleri (2011) site kalitesi ve güven algısının benzer etkiler yarattığını göstermektedir. Floh ve diğerleri (2013) ise çevrimiçi atmosferik unsurların (renk, düzen, navigasyon kolaylığı) impulsif satın almayı güçlendirdiğini ortaya koymuştur. Hausman (2000) ise impulsif satın almayı içsel tatmin, kaçış ve kendini ödüllendirme gibi motiflerle ilişkilendirerek, davranışın yalnızca kontrol kaybı değil, aynı zamanda anlam arayışı ve duygusal dengeleme işlevi gördüğünü öne sürmüştür.

Ani satın alma konusundaki araştırmaların son yıllarda neredeyse tamamen dijital bağlama kaydığı görülmektedir. Çalışmalar, impulsif satın almanın giderek e-ticaret, mobil ticaret ve sosyal ticaret eksenine taşındığını ortaya koymaktadır (Bhakat ve Muruganantham, 2013; Kumar ve diğ., 2024). Bu eğilim, Gong ve diğerleri (2024), tarafından yapılan araştırma ile doğrulanmaktadır. Araştırma kümelerinin özellikle "çevrim içi alışveriş, sosyal medya etkileşimleri, mobil ticaret uygulamaları ve kişiselleştirilmiş pazarlama" temaları etrafında yoğunlaştığı belirtilmektedir.

Zaman baskısı, kişilik özellikleri ve akış deneyimi gibi mikro düzey faktörler de dijital impulsif satın almanın önemli belirleyicileridir. Silalahi ve diğerleri (2025), zaman baskısı altında hazcı ve faydacı değerlerin impulsif satın alma üzerindeki rolünü analiz ederek, zaman sınırlı fırsatların özellikle haz odaklı tüketicilerde impulsif davranışı güçlendirdiğini belirtmiştir. Yang ve diğerleri (2024) ise zaman baskısının çeşitlilik arayışı ve heyecan düzeyi ile etkileşerek daha hızlı ve daha değişken karar patikaları yarattığını ortaya koymaktadır.

Sosyal medya ve kısa video platformları, impulsif satın alma dinamiklerini daha da güçlendirmiştir. Sosyal etkileşim, kişiselleştirilmiş içerik ve kolay ödeme gibi öncüller impulsif davranışı artırmakta (Nyrhinen ve diğ., 2024), akış deneyimi ve reklam değeri de impulsif satın alma niyetini beslemektedir (Ngo ve diğ., 2024; Obadă ve Țugulea, 2024). Livestream (canlı yayın) ticareti ise impulsif satın almanın en güncel biçimlerinden biridir. Canlı yayınlarda anlık

etkileşim, yayıncı popülaritesi ve sınırlı süreli promosyonlar güçlü tetikleyiciler olarak tanımlanmıştır (Li ve diğ., 2025; Zhang ve diğ., 2024). Bu ortam, eşzamanlı sosyal ve duygusal uyaranların yoğunluğu nedeniyle impulsif satın almaya son derece elverişli bir yapı sunmaktadır. Bu bulgular, impulsif satın alma davranışının dijital ortamda sadece bireysel eğilimlerden değil; platform tasarımı, sosyal etkileşim ve promosyon akışının yapısından da beslendiğini göstermekte; dolayısıyla çevrimiçi promosyonların takibiyle doğrudan ilişkilendirilebilecek bir yapı sunmaktadır.

3. ARAŞTIRMA HİPOTEZLERİ

3.1. Fiyat Duyarlılığı ve Ani Satın Alma Davranışı

Dijital çağda impulsif satın alma ile iç içe geçen fiyat duyarlılığı, rasyonel tüketicinin fiyat değişimlerine duyarlı olması ve indirimleri bilinçli şekilde takip etmesiyle ilişkilendirilmektedir (Lichtenstein ve diğ., 1993). Fiyat duyarlılığı yüksek tüketiciler, promosyon sinyallerini daha hızlı fark etmekte ve "fırsat kaçırma" riskini daha yoğun hissetmektedir. Ramirez ve Goldsmith (2009) tarafından ortaya konan tutumsal eğilimler ve Zafar ve diğerlerinin (2025) vurguladığı duygusal reaksiyonlar, fiyat duyarlılığının yalnızca bilişsel değil, aynı zamanda duygusal bir hazırlık durumu olduğunu göstermektedir. Dijital çağda fiyat duyarlılığı rasyonel bir değerlendirme olmanın ötesine geçerek duygusal ve bilişsel bir hazırlık hâline dönüşmektedir. Zaman baskısı, promosyon yoğunluğu ve canlı yayın temelli fırsat algısı bu ilişkiyi daha da güçlendirmektedir (Li ve diğ., 2025; Silalahi ve diğ., 2025).

Zhu ve diğerleri (2024) promosyon zamanlaması ve fiyat eğilimlerindeki değişimlerin, özellikle promosyonlara duyarlı tüketicilerde satın alma kararını öne çektiğini göstermektedir. Silalahi ve diğerleri (2025) zaman baskısının hedonik ve faydacı değer algıları üzerinden impulsif satın almayı güçlendirdiğini; Li ve diğerleri (2025) ise canlı yayın ortamında fırsat algısının ani satın alma niyetini artırdığını rapor etmektedir. Bu çalışmalar birlikte ele alındığında, fiyat duyarlılığı yüksek tüketicilerin promosyon uyarıcılarını daha belirgin biçimde algıladıkları ve bu nedenle impulsif tepkilere daha açık oldukları anlaşılmaktadır. Bu doğrultuda, önerilen araştırma hipotezi şu şekildedir:

H1: Fiyat duyarlılığı tüketicilerin ani satın alma davranışlarını etkilemektedir.

3.2. Fiyat Duyarlılığı ve Çevrimiçi Promosyonların Takibi

Fiyat duyarlılığı yüksek tüketiciler doğal olarak bilgi arama ve fırsat izleme eğilimindedirler. İnternetin düşük maliyetli ve sürekli arama imkânı sunması (Baye ve diğ., 2004; Brynjolfsson ve Smith, 2000), özellikle fiyat hassasiyeti yüksek tüketiciler için promosyon takibini az bir emekle yapabildikleri bir durum hâline getirmiştir. Honka ve diğerleri (2024), satın alma öncesi arama verilerinin tüketicilerin fiyat ve promosyon odaklı beklentilerini yansıttığını, bu nedenle fiyat odaklı tüketicilerin kampanya öncesi bilgi taramasını daha derin ve sistematik biçimde yürüttüklerini göstermektedir. Berends ve Gerpott (2025), fiyat karşılaştırma sitelerini daha yoğun kullanan tüketicilerin daha düşük fiyat toleransına sahip olduklarını ve daha sık fiyat kontrolü yaptıklarını ortaya koymaktadır. Biswas ve diğerleri (2025) çevrimiçi alışveriş deneyiminin, tüketicilerde sürekli bir "fiyat keşfi" alışkanlığı yarattığını ileri sürmektedir. Bu bulgular, fiyat duyarlılığı yüksek tüketicilerin promosyonları pasif olarak fark etmek yerine, aktif olarak "takip ettiklerini" düşündürmektedir. Bu doğrultuda, önerilen araştırma hipotezi şu şekildedir:

H2: Fiyat duyarlılığı tüketicilerin çevrimiçi promosyonları takibini etkilemektedir.

3.3. Çevrimiçi Promosyonların Takibi ve Ani Satın Alma Davranışı

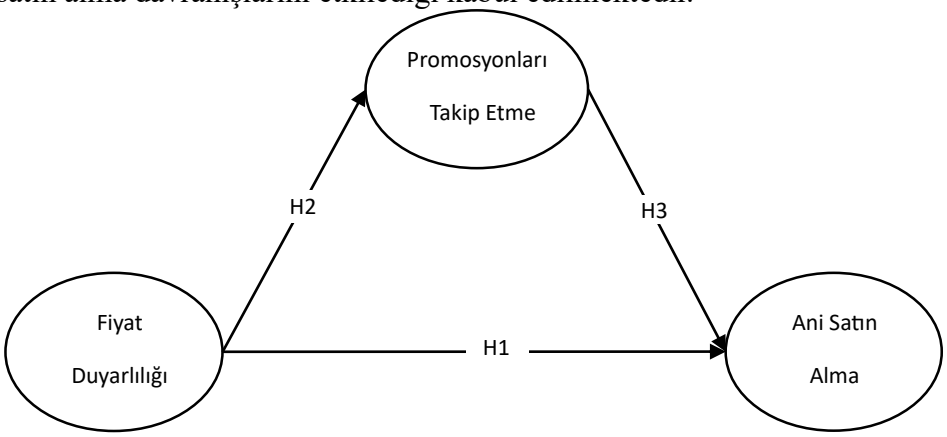
Çevrimiçi promosyonların takibi, tüketicilerin satın alma kararlarını hızlandıran bir dizi psikolojik mekanizmayı tetiklemektedir. Promosyon dönemlerinde karar verme sürecinin kısa "karar pencereleri" içinde yoğunlaştığı ve bu pencerelerin özellikle promosyonları aktif biçimde takip eden tüketicilerde daha sık ortaya çıktığı görülmektedir (Floh ve Madlberger, 2013). Ayrıca video temelli platformlarda promosyon içeriklerini düzenli olarak izleyen kullanıcıların impulsif satın alma olasılıklarının anlamlı şekilde yükseldiği; sosyal etkileşim,

kişiselleştirilmiş içerik ve algılanan değer gibi çevrimiçi öncüllerin özellikle genç tüketicilerde impulsif davranışı daha da güçlendirdiği belirlenmiştir (Parboteeah ve diğerleri, 2009). Bu dinamikler, canlı yayın (livestream) ticaretinde daha yoğun biçimde gözlenmekte; canlı yayın sırasında sunulan promosyon mesajlarının yayıncı popülaritesi ve sosyal kanıtla etkileşerek impulsif satın almayı artırdığı ve bu tür platformlarda promosyon takibinin çoğu zaman ani ve duygusal kararlarla sonuçlandığı ilgili çalışmalar tarafından açık biçimde ortaya konulmaktadır (Li ve diğ., 2025; Ngo ve diğ., 2024; Nyrhinen ve diğ., 2024; Zhang ve diğ., 2024; Zhu ve diğ., 2024). Bu doğrultuda, önerilen araştırma hipotezi şu şekildedir:

H3: Tüketicilerin çevrimiçi promosyonları takip düzeyi ani satın alma davranışlarını etkilemektedir.

4. METHODOLOGY

Bu araştırmada, tüketicilerin çevrimiçi promosyonlara karşı ani satın alma davranışlarında fiyat duyarlılığının etkisini incelemek amaçlanmaktadır. Buna ek olarak araştırmada, tüketicilerin ani satın alma davranışlarında promosyonları takip etmenin aracılık rolünü test etmek amaçlanmaktadır. Araştırmanın değişkenleri ve değişkenler arasında varsayılan ilişkileri gösteren araştırma modeli şekil 1'deki gibidir. Modelde tüketicilerin fiyat duyarlılıklarının çevrimiçi promosyonları takip düzeylerini ve ani satın alma davranışlarını etkilediği varsayılmaktadır. Buna ek olarak, tüketicilerin çevrimiçi promosyonları takip düzeylerinin ani satın alma davranışlarını etkilediği kabul edilmektedir.



Şekil 1. Araştırma Modeli

Araştırmada nicel yöntem kullanılmıştır. Araştırmanın evrenini, 2023 Marketing Türkiye verilerine göre sosyal medya skoruna en yüksek çevrimiçi alışveriş sitelerini Facebook ve Instagram'da aktif olarak takip eden tüketiciler oluşturmaktadır. Bu çevrimiçi alışveriş siteleri; Trendyol, Modaselvim, Moda-Merve, Modanisa, ASICS Sefamerve, Kipling, Gitti Gidiyor, Hepsiburada, N11.com, Haydigiy, Biletix, Kitapyurdu, Sahibinden, Civil ve Minicity'dir. Ancak çevrimiçi alışveriş sitelerini sosyal medyada aktif olarak takip eden kullanıcılar hakkındaki bilgiler, sosyal medya profilleriyle sınırlıdır. Bu nedenle, araştırmada kolayda örnekleme tekniği kullanılmıştır.

Araştırma verileri anket tekniği kullanılarak elde edilmiştir. Araştırmada gözlenen değişkenlerin yer aldığı ölçüm modeli dört kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda, araştırmaya katılan tüketicilerin demografik özellikleri yer almaktadır. Bu sorular tüketicilere kapalı uçlu olarak yöneltilmiştir. İkinci kısımda, tüketicilerin fiyat duyarlılıklarını ölçmeye yönelik Bozkurt ve Gligor'dan (2019) uyarlanan dört ifade yer almaktadır. Üçüncü kısımda ise tüketicilerin promosyonları takip etme düzeylerine ilişkin araştırmacılar tarafından üretilen üç ifade bulunmaktadır. Anketin son kısmında ise Kılıç (2017) tarafından yapılan çalışmadan uyarlanan tüketicilerin ani satın alma davranışlarını ölçen dört ifade yer almaktadır. Ölçüm modelinin içerik ve yapı geçerliliğini test etmek için üç uzmanın görüşüne başvurulmuştur. Uzman görüşleri dikkate alınmış ve tüketicilerin ifadeleri anlamalarını kolaylaştıracak bazı

düzenlemeler yapılmıştır. Ardından araştırma anketi Google Formlar üzerinden düzenlenmiş ve Facebook ve Instagram'da 62 tüketiciden çevrimiçi olarak elde edilen verilere güvenilirlik analizi ve (Cronbach's Alpha 0,80) ölçüm modelinin güvenilir olduğu belirlenmiştir. Ardından veri toplama sürecine geçilmiştir. Araştırma verileri çevrimiçi alışveriş sitelerini aktif olarak takip eden kullanıcılara en güncel paylaşımdan başlayarak direkt mesajlar yoluyla iletilmiştir. Sürecin sonunda 851 tüketiciden yanıt alınmıştır. Ancak elde edilen veri seti incelendiğinde, katılımcı yanıtlarında çok sayıda veri eksikliğinin olduğu (251), 37 katılımcının ifadeleri çok kısa sürenin altında yanıtladığı ve 31 katılımcının ise tüm ifadelere aynı yanıtı verdikleri belirlenmiştir. İleri düzey veri analizlerinde karşılaşılması muhtemel sorunları ortadan kaldırmak için bu yanıtlar veri setinden çıkarılmış ve 532 katılımcıdan elde edilen veriler ileri düzey analizlere dahil edilmiştir. Ön testte kullanılan veriler ise veri setine dahil edilmemiştir. Araştırma verilerinin analizinde, tanımlayıcı istatistikler için SPSS 24.0 paket programı ve değişkenler arası ilişkileri test etmek için AMOS 24.0 Paket programı kullanılmıştır.

5. BULGULAR

5.1. Demografik Bulgular

Araştırmada ilk olarak, katılımcıların demografik özellikleri incelenmiştir. Katılımcıların demografik özellikleri incelendiğinde dikkat çekici bazı niteliklerin olduğu gözlenmiştir. Öncelikle katılımcıların %48,9'u 28-35 yaş aralığında ve %49,6'sı lisans mezunudur. Katılımcıların önemli bir bölümünün ortalama %59,7 gelir düzeyi 12500 TL'nin altındadır. Katılımcıların %41,5'i sosyal medyada günde 2-4 saat arasında zaman harcamaktadır. Son olarak, katılımcıların %65,6'sı yılda 5-20 arasında internet üzerinden alışveriş yapmaktadır. Tablo 1'de katılımcıların demografik özellikleri gösterilmektedir.

Tablo 1. Katılımcıların Demografik Özellikleri

		Frekans	Yüzde
Cinsiyet	Kadın	281	52,8
	Erkek	237	44,5
	Belirtmek istemiyorum	14	2,6
Yaş	18-25 yaş arası	123	23,1
	28-35 yaş arası	260	48,9
	46-55 yaş arası	31	5,8
	55 yaş ve üzeri	6	1,1
Eğitim durumu	Lise ve altı	21	3,9
	Ön lisans	131	24,6
	Lisans	264	49,6
	Yüksek lisans	79	14,8
	Doktora	37	7
Ailenin aylık ortalama gelir miktarı	7500TL ve altı	168	31,6
	7501TL-12500TL arası	173	28,1
	12501TL-15000TL arası	84	13,7
	15000TL ve üstü	85	13,8

Günlük sosyal medyada geçirilen ortalama zaman	2 saatten az	75	14,1
	2-4 saat arası	221	41,5
	4-7 saat arası	190	35,7
	7 saatten fazla	46	8,6
Alışveriş Sıklığı	Yılda 5'ten az	71	13,3
	Yılda 5-10 arası	192	36,1
	Yılda 11-20 arası	157	29,5
	Yılda 20'den fazla	112	21,1

5.2. Ölçüm Modeli

Araştırmada önerilen hipotezlerin testine geçmeden önce elde edilen verilerin önerilen kavramsal modelle uyumları test edilmiştir. Bu kapsamda, elde edilen veriler ilk olarak Açımlayıcı Faktör Analizine (AFA) tabi tutulmuştur. AFA'da Principal Components →Rotation-Varimax döndürme yöntemi kullanılarak faktör öz değeri 1,00'ın üstünde ve faktör yükünün en az 0,50 olması dikkate alınmıştır. Analiz sonucunda, verilerin toplam varyansın %80,193'ünü açıklayan üç faktör altında toplandığı görülmüştür. Bu faktörlere ilişkin öz değerler 5,522-1,476 arasında ve gözlenen değişkenlere ilişkin faktör yükleri 0,803 ile 0,886 arasındadır.

AFA'da ortaya çıkan yapıyı doğrulamak için araştırma verileri Doğrulayıcı Faktör Analizine (DFA) tabi tutulmuştur. AFA'da ortaya çıkan yapı DFA'da tanımlanmış ve Maksimum Likelihood yöntemi kullanılarak model çalıştırılmıştır. DFA'da ki-karenin serbestlik derecesine oranı (CMIN/DF:64,026/41=1,562, p<0,001) üçten küçüktür. Model uyum indeksleri ise CFI (0,99), IFI (0,99), GFI (0,97), NFI (0,98), AGFI (0,96) ve RMR (0,038) Hair ve diğerleri (2014) tarafından önerilen standart eşiklerin üzerindedir. Tablo 2'de DFA istatistikleri gösterilmektedir. DFA'da elde edilen değerler ölçüm modelinin uyum iyiliğini doğrulamaktadır.

Tablo 2. Doğrulayıcı Faktör Analizi Sonuçları

Gizil/ Gözlenen Değişkenler		**λ**	***t***	**CR**	**AVE**
Fiyat Duyarlılığı					
FD1	İstediğim bir ürünü daha düşük fiyata bulmak için fazladan çaba harcamaya hazırım.	,843	---	0,928	0,763
FD2	Düşük fiyatlardan yararlanabilmek için farklı çevrimiçi mağazalardan alışveriş yaparım.	,898	26,886		
FD3	Bir ürünü satın almanın fiyatı veya maliyeti benim için önemlidir.	,870	25,527		
FD4	Bir ürünü daha düşük fiyattan satın alarak tasarruf edilen para genellikle zaman ve çabaya değer.	,884	26,208		
Çevrimiçi Promosyonları Takip Etme					
PT1	Bir ürünü daha iyi bir fiyata almak için çevrimiçi mağazaların kampanya ve indirimleri takip ederim.	,828	---	0,820	0,604

PT2	İhtiyacım olan ürünleri satın alırken hediye çeki ve kupunlar gibi promosyonları dikkate alırım.	,753	16,400		
PT3	Çevrimiçi mağazaların promosyon afişlerini incelerim ve bu afişler satın alma davranışımı olumlu etkiler.	,749	16,342		
Ani Satın Alma					
AS1	İnternette hoşuma giden bir ürünle karşılaştığımda, onu hemen satın almaktan çekinmem.	,906	---	0,930	0,769
AS2	Çevrimiçi sunulan cazip fiyat indirimleri ürünleri plansız (ani) satın almama neden olur.	,881	30,119		
AS3	İnternette 3 al 2 öde gibi kampanyalar çoğu zaman önceden planlamadığım ürünleri satın almama sebep olur.	,890	30,805		
AS4	Sık sık, sonradan keşke almasaydım dediğim dikkatsiz alışverişler yaparım.	,830	26,551		

Not: λ: Standardize edilmiş faktör yükü**, CR:** Birleşik güvenilirlik**, AVE:** Ortalama açıklanan varyans

Ölçüm modelinde tanımlanan gizil değişkenlerin bileşik güvenilirliği 0,820'nin üzerindedir. Bu değişkenlerin açıklanan ortalama varyansları Hair ve diğerleri (2019) tarafından önerilen 0,50'den büyüktür. Buna ek olarak, boyutlar altında yer alan gözlenen değişkenlerin faktör yükleri 0,749 ile 0,906 arasındadır. Bu doğrultuda, DFA'da elde edilen değerlerin ölçüm modelini doğruladığı belirlenmiştir. Ayrıca ölçüm modelini doğrulamak için önerilen yapıya Ayrım (Discriminant) Geçerliliği uygulanmıştır. Ayrım geçerliliğinde, modelde yer alan değişkenlerin AVE değerlerinin karekökleri ile gizil değişkenler arasındaki korelasyonlar karşılaştırılmıştır. Tablo 3'te ayrım geçerliliği sonuçları gösterilmektedir. Elde edilen sonuçlar ölçüm modelinin ayrım geçerliliğini karşıladığını göstermektedir.

Table 3. Ayrım (Discriminant) Geçerliliği Sonuçları

Fornell-Larcker Kriteri		1	2	3
1	Fiyat duyarlılığı	0,873		
2	Promosyonları takip etme	0,482***	0,877	
3	Ani satın alma	0,519***	0,377***	0,778

Not: ** p <0,05; *** p <0,001

5.3. Yapısal Model

Ölçüm modelinin doğrulanmasının ardından araştırmada önerilen hipotezleri test etmek için AMOS paket programında yol analizi uygulanmıştır. Yol analizinde doğrulanan ölçüm modeli test edilecek hipotezlere uygun olarak tanımlanmış ve çalıştırılmıştır. Yol analizinde Ki-kare değerinin anlamlı (p<0,001) ve serbestlik derecesine oranının 3'ten küçük (CMIN/DF=64,026/41=1,562) olduğu belirlenmiştir. Model uyumunu değerlendirmek için dikkate alınan uyum indeksleri CFI (0,99), IFI (0,99), GFI (0,97), NFI (0,98), AGFI (0,96) ve RMR (0,038) Hair ve diğerleri (2019) tarafından önerilen değerlerin üzerindedir ve model uyumunun iyi olduğunu göstermektedir. Tablo 4'te yapısal modelin sonuçları gösterilmektedir.

Tablo 4. Yapısal Model Sonuçları

Hipotezler	β	SE	*t-değeri*	Sonuçlar

H1	Fiyat duyarlılığı → Promosyonları takip etme	0,48	0,045	10,044***	Kabul edildi
H2	Fiyat duyarlılığı → Ani satın alma davranışı	0,43	0,050	8,902***	Kabul edildi
H3	Promosyonları takip etme → Ani satın alma davranışı	0,16	0,055	3,248***	Kabul edildi

Not: ***: p <0,001, β: standartlaştırılmış yol katsayıları, SE: standart hata

Yol analizi sonuçları incelendiğinde, tüketicilerin fiyat duyarlılığının çevrimiçi promosyonları takipleri üzerinde (β=0,48, p <0,001) anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Buna ek olarak, analiz sonucunda tüketicilerin fiyat duyarlılıklarının ani satın alma davranışları üzerinde (β=0,43, p <0,001) pozitif bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca tüketicilerin çevrimiçi promosyonları takip düzeyleri ani satın alma davranışlarını (β=0,16, p <0,001) pozitif olarak etkilemektedir. Bu doğrultuda, araştırmada önerilen H1, H2 ve H3 hipotezleri kabul edilmiştir.

Yol analizinde ayrıca tüketicilerin fiyat duyarlılıklarının ani satın alma davranışlarına etkisinde çevrimiçi promosyonları takip düzeyinin aracılık rolü incelenmiştir. Bu kapsamda, Baron ve Kenny (1986) tarafından önerildiği gibi bağımlı ve bağımsız değişkenler aracı değişken olmadan çalıştırılmıştır. Ardından aracı değişken eklenen model yeniden çalıştırılmıştır. Böylece aracı değişken olmadan tüketicilerin fiyat duyarlılığının ani satın alma davranışları üzerindeki etkisinin (β=0,519, p<0,001, two-tailed) anlamlı olduğu görülmüştür. Aracı değişken eklendiğinde ise (β=0,482, p<0,001, two-tailed) bu etkinin anlamlı olduğu ve düştüğü görülmüştür. Elde edilen analiz sonuçları, tüketicilerin fiyat duyarlılığının ani satın alma davranışları üzerinde etkisinde çevrimiçi promosyonları takibin anlamlı ((β=0,08, p<0,001) bir rol oynadığını göstermektedir. Tablo 4'te aracılık testlerine ilişkin bulgular sunulmaktadır.

Tablo 5. Aracılık Testi Sonuçları

Bağımlı Değişkenler	Endirekt Etki		Direkt Etki		Toplam Etki	
	Fiyat duyarlılığı	Promosyonları takip etme	Fiyat duyarlılığı	Promosyonları takip etme	Fiyat duyarlılığı	Promosyonları takip etme
Promosyonları takip etme	---	---	0,482	---	0,482	---
Ani Satın alma	0,080	---	0,439	0,165	0,519	0,165

Not: p<0.001, two-tailed

SONUÇ VE ÖNERILER

İnternet tabanlı uygulamaların yaygınlaşması son dönemde işletmeleri sosyal medya başta olmak üzere dijital mecralarda satış ve pazarlama faaliyetlerini daha etkin kullanmaya teşvik etmektedir. İşletmeler artan rekabet ortamında karlıklarını ve rekabet güçlerini artırmak için bu dijital medya platformlarını etkin bir şekilde kullanmakta ve tüketicilerle etkileşimde işlevsel bir araç haline getirmektedirler. Bununla birlikte, dijital platformların avantajlarından faydalanmak isteyen girişimciler doğrudan üretiminin parçası olmadıkları ürünlerin satışına bu mecralarda aracılık eden perakende alışveriş siteleri kurmakta ve tüketiciler için tercih edilen ürünleri satarak daha fazla kazanç elde etme gayreti içerisindedir. Dolayısıyla dijital platformlarda satış ve pazarlama faaliyetleri yürüten kuruluşlar yalnızca rakipleri ile değil bu perakende firmalarıyla da rekabet içerisindedir. Bu rekabet ortamında çevrimiçi perakende firmalarının en etkin kullandıkları yöntem çevrimiçi promosyonlardır. Tüketicileri satın almaya ikna etmek amaçlı çevrimiçi promosyonlar tüketicilerin benzer ürün ve hizmetleri daha düşük

fiyatlı, daha fazla miktarda veya kupon kazanma ya da çekilişlerle dahil olma şekilde uygulamaktadır. Böylece tüketicilerde elde edeceği faydaların maksimum olacağı algısı oluşturulmakta ve satın alma eylemi teşvik edilmektedir.

Bu araştırmada, tüketicilerin fiyat duyarlılığının çevrimiçi promosyonları takip düzeyi ve ani satın alma davranışları üzerindeki etkisine odaklanılmıştır. Çünkü çevrimiçi promosyonların tüketicilere sunmuş olduğu daha düşük fiyat fırsatı veya daha fazla kazanma avantajı özellikle fiyat hassasiyeti olan tüketiciler için oldukça önemlidir. Buna ek olarak, çevrimiçi promosyonlar tüketicileri satın almaya teşvik etmek için çevirici perakendeciler tarafından süreklilik arz edecek şekilde uygulanmamakta belirli bir miktar veya zamanla sınırlandırılarak tüketici satın almaya teşvik edilmektedir. Dolayısıyla çevrimiçi platformlarda yapılan indirimleri ya da fırsatları değerlendirmek isteyen kullanıcıların kararlarını bir an önce vermeleri istenmektedir. Bu durum tüketicileri çoğu zaman satın almayı planlamadıkları ürünleri satın almaya yönetmekte ve ani satın alma davranışı gerçekleştirme eğilimlerini artırmaktadır. Bu düşünceler üzerine inşa eden araştırmada elde edilen bulgular araştırmanın temel varsayımlarının desteklendiğini göstermektedir. Yapılan analiz sonuçları tüketicilerin fiyat duyarlılığının ani satın alma davranışları üzerinde anlamlı bir etki yarattığını göstermektedir. Buna ek olarak, araştırma sonuçları tüketicilerin fiyat duyarlılığının çevrimiçi promosyonları takip düzeyini artırdığını ortaya koymaktadır. Ayrıca araştırmada çevrimiçi promosyonları takip düzeyinin tüketicilerin ani satın alma davranışları üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bu araştırma sonuçları sosyal medya platformları olan Facebook ve Instagram'da çevrimiçi perakendecileri takip eden tüketicilerden elde edilmiştir. Yapılacak araştırmalarda çevrimiçi perakendecilerden alışveriş yapmış ve ürün ve hizmetlerle ilgili değerlendirme yapmış kullanıcılara ulaşılarak özgün araştırma sonuçları elde edilebilir. Buna ek olarak, tüketicilerin çevrimiçi promosyonlara karşı satın alma davranışları planlı satın alma davranışı ya da daha iyi bir fırsat için bekleme davranışı açısından ele alınabilir. Dahası, çevrimiçi promosyonlara karşı tutumları çevrimiçi perakendecilerin marka değeri açısından incelenebilir. Bu araştırmada elde edilen sonuçlar, işletme yöneticileri için çevrimiçi pazarlama faaliyetlerinin önemini ve çevrimiçi promosyonların işlevselliğini göstermektedir.

KAYNAKÇA

Aggarwal, P., Jun, S. Y. ve Huh, J. H. (2011). Scarcity messages: A consumer competition perspective. Journal of Advertising, 40(3), 19–30. doi:10.2753/JOA0091-3367400302

Baye, M. R., Morgan, J. ve Scholten, P. (2004). Price dispersion in the small and in the large: Evidence from an Internet price comparison site. Journal of Industrial Economics, 52(4), 463–496. doi:10.1111/j.0022-1821.2004.00236.x

Beatty, S. E. ve Ferrell, M. E. (1998). Impulse Buying : Modeling Its Precursors. Journal of Retailing, 74(2), 169–191. doi:doi.org/10.1016/S0022-4359(99)80092-X

Bell, D. R., Chiang, J. ve Padmanabhan, V. (1999). The Decomposition of Promotional Response: An Empirical Generalization. Marketing Science, 18(4), 504–526. doi:10.1287/mksc.18.4.504

Berends, J. ve Gerpott, T. J. (2025). Exploring price tolerance in online retail: A comparative analysis of price comparison website use and repeat purchases. Electronic Commerce Research, 25(4), 3165–3185. doi:10.1007/s10660-023-09791-5

Bhakat, R. S. ve Muruganantham, G. (2013). A Review of Impulse Buying Behavior. International Journal of Marketing Studies, 5(3). doi:10.5539/ijms.v5n3p149

Biswas, S., Yoganarasimhan, H. ve Zhang, H. (2025). How does online shopping affect offline price sensitivity? SSRN Electronic Journal. doi:10.2139/SSRN.5304835

Brynjolfsson, E. ve Smith, M. D. (2000). Frictionless Commerce? A Comparison of Internet and Conventional Retailers. Management Science, 46(4), 563–585. doi:10.1287/mnsc.46.4.563.12061
Chandon, P., Wansink, B. ve Laurent, G. (2000). A Benefit Congruency Framework of Sales Promotion Effectiveness. Journal of Marketing, 64(4), 65–81. doi:10.1509/jmkg.64.4.65.18071
Floh, A. ve Madlberger, M. (2013). The role of atmospheric cues in online impulse-buying behavior. Electronic Commerce Research and Applications, 12(6), 425–439. doi:10.1016/j.elerap.2013.06.001
Gabor, A. ve Granger, C. W. J. (1966). Price as an Indicator of Quality: Report on an Enquiry. Economica, 33(129), 43. doi:10.2307/2552272
Gong, X., Yee, C. L., Lee, S. Y., Cao, E. Y. ve Saif, A. N. M. (2024). Knowledge mapping of impulsive buying behavior research: a visual analysis using CiteSpace. Humanities and Social Sciences Communications, 11(1), 967. doi:10.1057/s41599-024-03473-9
Hair, J. F., Sarstedt, M., Hopkins, L., & G. Kuppelwieser, V. (2014). Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) An emerging tool in business research. European business review, 26(2), 106-121.
Hair, J. F., Risher, J. J., Sarstedt, M., & Ringle, C. M. (2019). When to use and how to report the results of PLS-SEM. European business review, 31(1), 2-24.
Hausman, A. (2000). A multi-method investigation of consumer motivations in impulse buying behavior. Journal of Consumer Marketing, 17(5), 403–426. doi:10.1108/07363760010341045
Honka, E., Seiler, S. ve Ursu, R. (2024). Consumer search: What can we learn from pre-purchase data? Journal of Retailing, 100(1), 114–129. doi:10.1016/j.jretai.2024.02.003
Kumar, S., Poudyal, A. ve Chaurasia, A. (2024). Online Impulsive Buying Behaviour: A Systematic Review. Colombo Business Journal, 15(2), 115–141. doi:10.4038/cbj.v15i2.193
Li, Y., García-de-Frutos, N. ve Ortega-Egea, J. M. (2025). Impulse buying in live streaming e-commerce: A systematic literature review and future research agenda. Computers in Human Behavior Reports, 19. doi:10.1016/j.chbr.2025.100676
Lichtenstein, D. R., Ridgway, N. M. ve Netemeyer, R. G. (1993). Price Perceptions and Consumer Shopping Behavior: A Field Study. Journal of Marketing Research, 30(2), 234. doi:10.2307/3172830
Mela, C. F., Gupta, S. ve Lehmann, D. R. (1997). The Long-Term Impact of Promotion and Advertising on Consumer Brand Choice. Journal of Marketing Research, 34(2), 248. doi:10.2307/3151862
Ngo, T. T. A., Nguyen, H. L. T., Nguyen, H. P., Mai, H. T. A., Mai, T. H. T. ve Hoang, P. L. (2024). A comprehensive study on factors influencing online impulse buying behavior: Evidence from Shopee video platform. Heliyon, 10(15), e35743. doi:10.1016/j.heliyon.2024.e35743
Nyrhinen, J., Sirola, A., Koskelainen, T., Munnukka, J. ve Wilska, T.-A. (2024). Online antecedents for young consumers' impulse buying behavior. Computers in Human Behavior, 153, 108129. doi:10.1016/j.chb.2023.108129
Obadă, D.-R. ve Țugulea, O. (2024). What drives online impulse buying among Zoomers on TikTok in an emerging market? A new model based on flow theory. Frontiers in Communication, 9. doi:10.3389/fcomm.2024.1470327
Parboteeah, D. V., Valacich, J. S. ve Wells, J. D. (2009). The Influence of Website Characteristics on a Consumer's Urge to Buy Impulsively. Information Systems Research, 20(1), 60–78. doi:10.1287/isre.1070.0157
Ramirez, E. ve Goldsmith, R. E. (2009). Some Antecedents of Price Sensitivity. Journal of Marketing Theory and Practice, 17(3), 199–214. doi:10.2753/MTP1069-6679170301
Rook, D. W. (1987). The Buying Impulse. Journal of Consumer Research, 14(2), 189. doi:10.1086/209105

Rook, D. W. ve Fisher, R. J. (1995). Normative Influences on Impulsive Buying Behavior. Journal of Consumer Research, 22(3), 305. doi:10.1086/209452
Silalahi, A. D. K., Phuong, D. T. T., Tedjakusuma, A. P., Eunike, I. J. ve Riantama, D. (2025). How does time pressure shape impulsive buying behavior? Hedonic vs. utilitarian values emerges as a key driver on E-commerce platforms. Digital Business, 5(2), 100138. doi:10.1016/j.digbus.2025.100138
Spann, M., Bertini, M., Koenigsberg, O., Zeithammer, R., Aparicio, D., Chen, Y., … Yoo, H. (2025). Algorithmic pricing: Implications for marketing strategy and regulation. International Journal of Research in Marketing. doi:10.1016/j.ijresmar.2025.05.001
Taylor, C. (2025). The Case for Algorithmic Pricing: Consumer Welfare, Market Efficiency, and Policy Missteps. www.mercatus.org adresinden erişildi.
Tellis, G. J. (1988). The Price Elasticity of Selective Demand: A Meta-Analysis of Econometric Models of Sales. Journal of Marketing Research, 25(4), 331. doi:10.2307/3172944
Verhagen, T. ve van Dolen, W. (2011). The influence of online store beliefs on consumer online impulse buying: A model and empirical application. Information & Management, 48(8), 320–327. doi:10.1016/j.im.2011.08.001
Vomberg, A., Homburg, C. ve Sarantopoulos, P. (2024). Algorithmic pricing: Effects on consumer trust and price search. International Journal of Research in Marketing. doi:10.1016/j.ijresmar.2024.10.006
Wakefield, K. L. ve Inman, J. J. (2003). Situational price sensitivity: The role of consumption occasion, social context and income. Journal of Retailing, 79(4), 199–212. doi:10.1016/j.jretai.2003.09.004
Weinberg, P. ve Gottwald, W. (1982). Impulsive consumer buying as a result of emotions. Journal of Business Research, 10(1), 43–57. doi:10.1016/0148-2963(82)90016-9
Wells, J., Parboteeah, V. ve Valacich, J. (2011). Online Impulse Buying: Understanding the Interplay between Consumer Impulsiveness and Website Quality. Journal of the Association for Information Systems, 12(1), 32–56. doi:10.17705/1jais.00254
Xia, L., Kukar-Kinney, M. ve Monroe, K. B. (2010). Effects of Consumers' Efforts on Price and Promotion Fairness Perceptions. Journal of Retailing, 86(1), 1–10. doi:10.1016/j.jretai.2009.10.003
Yang, Y., Liu, J. ve Wang, Y. (2024). Consumers' <scp>variety-seeking</scp> behaviors under time pressure: Based on regulatory focus and excitement levels. PsyCh Journal, 13(3), 440–455. doi:10.1002/pchj.770
Zafar, H., Alam Siddiqui, F. ve Agha, H. (2025). The Critical Review of Social Sciences Studies The Effect of Price Sensitivity on Purchase Targets in Modern Retails: The Mediating Character of Consumer Emotional Reaction, 3(1), 511–524. https://thecrsss.com/index.php/Journal/about adresinden erişildi.
Zeithaml, V. A. (1988). Consumer Perceptions of Price, Quality, and Value: A Means-End Model and Synthesis of Evidence. Journal of Marketing, 52(3), 2. doi:10.2307/1251446
Zhang, Q., Wang, Y. ve Ariffin, S. K. (2024). Consumers purchase intention in live-streaming e-commerce: A consumption value perspective and the role of streamer popularity. PLOS ONE, 19(2), e0296339. doi:10.1371/journal.pone.0296339
Zhu, T., Nie, C., Jiang, Z. ve Hu, X. (2024). When do consumers buy during online promotions? A theoretical and empirical investigation. Decision Support Systems, 182(April), 114233. doi:10.1016/j.dss.2024.114233

BIST ELEKTRİK ENDEKSİ FİRMALARININ FİNANSAL PERFORMANSININ CRITIC TABANLI EDAS YÖNTEMİ İLE ANALİZİ (2022–2024)

Nevzat ÇALIŞ
Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Bandırma Meslek Yüksekokulu, Muhasebe ve Vergi Bölümü Bandırma, Balıkesir
ORCID: 0000-0002-5604-0728
Hasan Hüseyin YILDIRIM
Balıkesir Üniversitesi, Burhaniye Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Finans ve Bankacılık Bölümü Burhaniye, Balıkesir
ORCID: 0000-0002-5840-8418

ÖZET
Bu çalışmada BIST Elektrik Endeksi'nde yer alan 37 firmanın 2022–2024 dönemine ait finansal performansları CRITIC tabanlı EDAS yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmada likidite, borçluluk, faaliyet ve kârlılık oranlarından oluşan çok kriterli bir karar matrisi oluşturulmuş; kriter ağırlıkları nesnel olarak CRITIC yöntemiyle belirlenmiş ve firmaların göreli performans sıralamaları EDAS yöntemi yardımıyla elde edilmiştir. CRITIC yöntemi, çok kriterli karar verme süreçlerinde kriter ağırlıklarını objektif biçimde belirlemek için geliştirilmiş analitik bir yaklaşımdır. Yöntemin temel özelliği, her bir kriterin yalnızca kendi içsel varyansını değil, aynı zamanda diğer kriterlerle olan korelasyon ilişkisini de dikkate almasıdır. CRITIC yöntemi, öznel uzman yargılarına ihtiyaç duymadan tamamen veriye dayalı, tutarlı ve tekrarlanabilir ağırlıklar üreterek çok kriterli karar verme modellerinde sağlam ve güvenilir bir temel sunar. EDAS yöntemi, çok kriterli karar verme problemlerinde alternatiflerin performansını, kriterlerin ortalama değerine olan uzaklıkları üzerinden değerlendiren yenilikçi ve hesaplaması nispeten kolay bir tekniktir. Yöntemin temel özelliği, klasik ideal–anti-ideal yaklaşımlardan farklı olarak ortalama çözümü referans noktası olarak kullanmasıdır. EDAS, hem fayda hem de maliyet türü kriterleri esnek biçimde işleyebilmesi, normalizasyon ihtiyacını azaltması ve sonuçlarının karar vericiler tarafından kolay yorumlanabilir olması nedeniyle çok kriterli karar verme literatüründe sıkça tercih edilen yöntemlerdendir. Çalışmanın analiz sonuçlarına göre 2022, 2023 ve 2024 yılları için değişkenlerin ağırlıkları CRITIC yöntemi ile belirlenmiştir. Değişkenlerin ağırlıklarına dayalı olarak her yıl için EDAS yöntemine dayalı elde edilen analiz sonuçları ile firmaların finansal performans sıralaması yapılmıştır.
Anahtar Kelimeler: Finansal performans, BIST Elektrik Endeksi, CRITIC, EDAS, Çok Kriterli Karar Verme.

ANALYSIS OF THE FINANCIAL PERFORMANCE OF BIST ELECTRICITY INDEX COMPANIES USING THE CRITIC-BASED EDAS METHOD (2022–2024)

ABSTRACT
This study analyzes the financial performance of 37 companies listed on the BIST Electricity Index for the period 2022–2024 using the CRITIC-based EDAS method. A multi-criteria decision matrix consisting of liquidity, debt, activity, and profitability ratios was created; criterion weights were objectively determined using the CRITIC method, and the relative performance rankings of the companies were obtained using the EDAS method. The CRITIC method is an analytical approach developed to objectively determine criterion weights in multi-criteria decision-making processes. The fundamental feature of the method is that it considers not only the internal variance of each criterion but also its correlation with other criteria. The CRITIC method provides a robust and reliable foundation in multi-criteria decision-making models by generating consistent and repeatable weights based entirely on data, without the need for subjective expert judgments. The EDAS method is an innovative and relatively easy-to-compute technique that evaluates the performance of alternatives in multi-criteria decision-

making problems based on their distances from the average value of the criteria. The fundamental characteristic of the method is that, unlike classical ideal-anti-ideal approaches, it uses the average solution as a reference point. EDAS is frequently preferred in the multi-criteria decision-making literature because it can flexibly process both benefit and cost type criteria, reduces the need for normalization, and its results are easily interpreted by decision-makers. According to the analysis results of the study, the weights of the variables for the years 2022, 2023, and 2024 were determined using the CRITIC method. Based on the weights of the variables, the financial performance ranking of the firms was made for each year using the analysis results obtained from the EDAS method.
Keywords: Financial Performance, BIST Electricity Index, CRITIC, EDAS, Multi-Criteria Decision Making.

1. Giriş

Enerji, fiziksel anlamda madde ya da maddesel sistemlerin iş yapabilme kapasitesini ifade eden temel bir kavramdır. İnsanlık tarihi boyunca enerji, yaşamın sürdürülebilmesi açısından vazgeçilmez bir gereksinim olmuştur. İlk dönemlerde daha çok barınma, beslenme ve korunma gibi temel ihtiyaçların karşılanmasında kullanılmıştır. Sanayi Devrimi ile birlikte üretim süreçlerinin makineleşmesi, enerji kullanımını yeni bir aşamaya taşımış; bu gelişme enerji talebinde belirgin bir artışı beraberinde getirmiştir. Sanayileşmeye paralel olarak kentleşmenin hız kazanması ve nüfusun şehir merkezlerinde yoğunlaşması, enerji ihtiyacının sürekli ve artan bir seyir izlemesine neden olmuştur. Günümüzde ise enerji, ekonomik faaliyetlerin sürekliliği ve toplumsal yaşamın işleyişi açısından vazgeçilmez bir unsur hâline gelmiştir (Yıldırım, 2019).

Enerji kaynakları literatürde farklı ölçütlere göre sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırmalar; kaynakların yenilenebilir olup olmamasına, birincil ya da ikincil nitelik taşımasına ve konvansiyonel veya alternatif enerji kaynağı olmasına göre yapılabilmektedir (Yapraklı, 2013; Aydın, 2014). En yaygın yaklaşım, enerji kaynaklarını yenilenebilir ve yenilenemez olarak ayırmaktır. Bunun yanı sıra enerji kaynakları, doğrudan kullanılan birincil kaynaklar ile dönüştürülerek elde edilen ikincil kaynaklar şeklinde de ele alınmaktadır.

Yenilenemez enerji kaynakları; fosil yakıtlar ve nükleer enerji kaynakları olmak üzere iki ana grupta değerlendirilmektedir. Petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil kökenli birincil enerji kaynakları, doğada sınırlı miktarda bulunmakta olup tüketildikçe gelecek nesiller için kullanılabilirliğini azaltmaktadır. Buna karşılık yenilenebilir enerji kaynakları, doğal döngüler aracılığıyla kendini yenileyebilen ve uzun vadede tükenme riski taşımayan kaynaklar olarak tanımlanmaktadır. Örneğin rüzgâr enerjisi, rüzgârın varlığı süresince enerji üretimine olanak sağlayan, depolanması gerekmeyen ve anlık olarak enerjiye dönüştürülebilen bir yenilenebilir enerji türüdür (Ali, 2012).

Enerji sektörü, ekonomik ve toplumsal gelişmelere son derece duyarlı, değişken bir yapıya sahiptir ve bu alanda meydana gelen dalgalanmalar şirketlerin operasyonel faaliyetleri ile finansal performansları üzerinde doğrudan etkiler yaratmaktadır. Son dönemde yaşanan Covid-19 salgını ve salgın kapsamında uygulanan kısıtlayıcı tedbirler, enerji talebini küresel ölçekte daha önce benzeri görülmemiş bir biçimde etkilemiştir. Bu süreçte hükümetler tarafından enerji sektörüne yönelik hayata geçirilen destek ve teşvik programlarının yanı sıra, enerji arz güvenliği ve temiz enerjiye geçiş hedeflerinin önümüzdeki yıllarda sektörün dönüşümünü belirleyici unsurlar arasında yer alması beklenmektedir (Özdemir ve Parmaksız, 2022). Covid-19 krizinin ardından ortaya çıkan enerji sektörü yapısı, kriz öncesi dönemden önemli ölçüde ayrışmakta, özellikle alt sektörlerin büyük bölümünde gözlenen düşük talep ve fiyat seviyeleri, enerji şirketlerini zayıflayan finansal yapılar ve artan bilanço baskılarıyla karşı karşıya bırakmaktadır (IEA, 2020).

Enerji sektörü, günümüz ekonomilerinde ülkeler açısından giderek artan stratejik bir öneme sahiptir. Artan enerji maliyetleri, üretim süreçlerinde girdi maliyetlerini yükselterek işletmelerin finansal performansını doğrudan etkilemektedir. Bu bağlamda enerji şirketlerinin finansal yapıları ve bu şirketlere yatırım yapan yatırımcıların hisse senedi getirilerine yönelik ilgisi önem kazanmaktadır. Enerji kaynaklarına sahip ülkeler bu avantajı ekonomik ve stratejik bir güç unsuru olarak kullanırken, enerji ithalatına bağımlı ülkeler uygulanan enerji politikalarından daha fazla etkilenmektedir (Taşçı ve Yurttadur, 2025).

Enerji sektörü, günümüz ekonomilerinde stratejik bir konuma sahip olup bu alanda faaliyet gösteren işletmelerin etkin ve verimli biçimde yönetilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu sürecin temel unsurlarından biri, işletmelerin güçlü bir finansal yapıya sahip olmasıdır (Akgün, 2022). Enerji işletmelerinin finansal performansı; sektörün ekonomik görünümünün değerlendirilmesi, alternatif enerji kaynaklarının maliyet ve verimliliklerinin karşılaştırılması ve işletmelerin mali yapılarının izlenmesi gibi amaçlarla çok boyutlu olarak analiz edilmektedir. Enerji şirketlerinin performansının ölçülmesinde kullanılan yöntemlerden biri finansal oranlar aracılığıyla yapılan finansal analizlerdir (Akgün, 2022). Finansal oran analizi, işletmelerin finansal tablolarında yer alan kalemler arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesi yoluyla, işletmenin mali yapısı ve faaliyet performansı hakkında anlamlı çıkarımlar yapılmasını sağlayan bir analiz yöntemidir. Bu analiz, finansal tablo kullanıcılarına işletmenin mevcut durumunu değerlendirme, sektör içi karşılaştırmalar yapma ve geleceğe yönelik stratejik kararları destekleme imkânı sunmaktadır (Çiftçi ve Yıldırım, 2020). Sektörün çok boyutlu yapısını analiz etmede geleneksel finansal analiz yöntemlerinin sınırlı kalması, birden fazla finansal oranı eş zamanlı olarak değerlendirmeye imkân tanıyan Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinin bu alanda giderek daha yaygın biçimde kullanılmasına yol açmıştır (Taşçı ve Yurttadur, 2025).

Bu çalışmanın amacı, BIST Elektrik Endeksi'nde yer alan 37 firmanın 2022–2024 dönemine ait finansal performanslarını edas yöntemi ile analiz etmektir. Çalışmanın ilk bölümü olan giriş bölümünde enerji, enerji sektörü ve finansal performansla ilgili bilgilere yer verilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde enerji sektöründe ÇKKVY ile yapılan analizlere yer verilmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümü araştırmanın metodolojisi olup bu bölümde veri seti, yöntem ve bulgulara yer verilmiştir. Çalışmanın son bölümünde ise sonuçlar ve genel değerlendirmeler yapılmıştır.

2. Literatür

Enerji sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin finansal performanslarının değerlendirilmesi, sektörün stratejik önemi, yüksek sermaye gereksinimi ve ekonomik dalgalanmalara duyarlılığı nedeniyle literatürde geniş bir yer bulmuştur. Bu bağlamda, geleneksel finansal analiz yöntemlerinin çok boyutlu yapıyı yeterince yansıtamaması, çok kriterli karar verme yöntemlerinin (ÇKKVY) enerji sektörü uygulamalarında yaygın biçimde kullanılmasına yol açmıştır. Özellikle BIST'te işlem gören enerji ve elektrik şirketlerinin finansal performanslarının farklı ÇKKVY teknikleriyle analiz edilmesi, firmalar arası karşılaştırmaların yapılması ve dönemsel performans farklılıklarının ortaya konulması bakımından önemli katkılar sunmaktadır. Tablo 1'de enerji sektöründe faaliyet gösteren firmaların finansal performanslarını ÇKKVY ile ela çalışmaların bir kısmına yer verilmiştir.

Tablo 1. Enerji Sektöründe ÇKKVY İle İlgili Literatür Özeti

Yazar-lar (Yıl)	Ülke, Firma, Yöntem ve Veri	Sonuç
Sakarya vd. (2015)	BIST'de 14 şirketin 2010-2014 finansal verileri ile TOPSIS yöntemi kullanılmıştır.	İlgili yıllar için şirketlerin finansal performans sıralamaları yapılmıştır.

Eyüboğlu ve Çelik (2016)	Türkiye'de 13 enerji şirketinin 2008-2013 yılları için finansal veriler ile AHP ve TOPSIS analizleri yapmıştır.	Yıllar itibariyle şirketler arasında sıralamalar yapılmıştır. En iyi ve en kötü firmalar ortaya konulmuştur.
Ömürbek ve Aksoy (2016)	Türkiye de bir Enerji Firmasının 2002-2014 yılları arasındaki yıllık verileri, AHP, Entropi, TOPSIS ve ELECTRE II	Şirketin en iyi performansı 2011 yılında gösterdiği sonucuna varılmıştır.
Avcı (2019)	2016 yılı için Türkiye enerji sektöründe faaliyet gösteren şirketlerin verileri ile ARAS ve MOORA yöntemleri kullanarak analizler yapmıştır.	Enerji şirketlerinin finansal performanslarını sıralamıştır.
Orçun (2019)	BIST Elektrik endeksindeki işletmeler, 2016 ve 2017 yılları, WASPAS yöntemi	Şirketlerin finansal performans sıralamaları yapılmıştır. Şirketlerin finansal performansı ile getirileri arasında anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir.
Bağcı ve Yiğiter (2019)	BIST enerji sektöründe faaliyet yürüten 15 firmanın, 2008-2017 yılları, WASPAS yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir.	Firmaların finansal performanslarına ait sıralar elde edilmiştir. Birinci firmanın her yıl değiştiği ancak kötü performansa sahip olan firmalarda değişim olmadığı tespit edilmiştir.
Çiftçi ve Yıldırım (2020)	BIST enerji sektöründe 6 şirketin 2011-2019 yıllarına ait verileri Gri İlişkisel Analiz yöntemi ile analiz edilmiştir.	En iyi performansa ve en kötü performansa sahip olan şirketler belirlenmiştir.
Arsu (2021)	BIST elektrik, gaz ve buhar sektöründeki işletmelerin 2018 yılı finansal verileri ARAS yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir.	En yüksek finansal performansa sahip olan firmalar belirlenmiştir.
Özdemir ve Parmaksız (2022)	BIST enerji sektöründe 16 firmanın, 2019 ve 2020 yılları arasındaki yıllık verileri, TOPSIS ve EDAS	16 şirketin 2019 ve 2020 yılları için iki yönteme göre finansal performans sıralaması yapılmıştır.
Terzioğlu vd. (2022)	BIST enerji sektöründeki 8 firmanın, 2018 yılına ait finansal verilerinden yararlanarak, SWARA ile ağırlıklandırılarak VIKOR ve WASPAS yöntemleri ile analizler yapılmıştır.	Aktif devir hızı en önemli ağırlığa sahip kriter olarak bulunmuştur. VIKOR ve WASPAS yöntemlerine göre firmaların finansal performans sıralamaları yapılmıştır.

Akgün (2022)	BIST enerji sektöründe 12 firmanın, 2020 ve 2021 yılları için 13 finansal orandan yararlanarak CRITIC ve CODAS yöntemlerinden yararlanılmıştır.	2020 ve 2021 yılları için firmaların finansal performans sıralamaları elde edilmiştir.
Babacan ve Tuncay (2022)	BIST enerji sektöründe faaliyet gösteren 8 işletmenin, 2014-2020 verilerinden yararlanılarak AHP, SWARA ve TOPSIS yöntemleriyle analizler yapılmıştır.	İlgili yıllarda şirketlerin sıralamasının seçilen yönteme göre değişiklik gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.
Sönmez vd. (2023)	BİST'te işlem gören 5 enerji firması, 2021 yılı verileri kullanılarak TOPSIS yöntemi ile analizler yapılmıştır.	2021 yılı için firmaların finansal performans sıralamaları elde edilmiştir.
Taşçı ve Yurttadur (2025)	BIST enerji sektöründe 10 firmanın, 2020-2024 yılları arasındaki yıllık verileri, Wenslo ve Aras yöntemleri	Firmaların finansal performans başarısı ile hisse getirisi arasında tutarlı bir ilişkinin olmadığı tespit edilmiştir.
Kahraman (2025)	BIST enerji sektöründe 6 firmanın, 2023 yılındaki verileri kullanılarak Entropi ve VIKOR yöntemleri ile analizler yapılmıştır.	2023 yılı için firmaların finansal performans sıralamaları elde edilmiştir.
Yazgan (2025)	BIST enerji sektöründe 8 adet firmanın 2019-2023 yılları arasındaki verileri COPRAS yöntemi ile analiz edilmiştir.	İlgili yıllar için firmaların finansal performans sıralamaları elde edilmiştir.

Tablo 1'de özetlenen çalışmalar incelendiğinde, enerji sektöründe finansal performans analizlerinde TOPSIS, AHP, WASPAS, VIKOR, ARAS, MOORA, Gri İlişkisel Analiz ve COPRAS gibi farklı ÇKKVY yöntemlerinin yoğun biçimde kullanıldığı görülmektedir. Mevcut literatürün büyük bölümünde firmaların belirli dönemler için performans sıralamalarının elde edilmesine odaklanıldığı, bazı çalışmalarda ise performans ile hisse senedi getirileri arasındaki ilişkinin incelendiği anlaşılmaktadır. Bununla birlikte, kullanılan kriter ağırlıklandırma yöntemlerinin çoğunlukla öznel ya da tek boyutlu olduğu; ayrıca EDAS yönteminin enerji sektörü bağlamında sınırlı sayıda çalışmada ele alındığı dikkat çekmektedir.

Bu çalışma, literatürdeki söz konusu boşluğu doldurmayı amaçlamakta olup, BIST Elektrik Endeksi'nde yer alan firmaların 2022–2024 dönemine ait finansal performanslarını CRITIC tabanlı EDAS yöntemi ile analiz ederek özgün bir katkı sunmaktadır. CRITIC yöntemiyle kriter ağırlıklarının nesnel olarak belirlenmesi ve EDAS yöntemiyle firmaların ortalama çözüme göre değerlendirilmesi, çalışmayı önceki araştırmalardan ayıran temel unsurlar arasında yer almaktadır. Ayrıca üç yıllık güncel bir dönemin ele alınması, enerji sektöründe son yıllarda yaşanan yapısal dönüşümlerin ve finansal dalgalanmaların performans sonuçlarına yansımalarının daha sağlıklı biçimde analiz edilmesine imkân tanımaktadır.

3. Araştırmanın Metodolojisi

3.1. Araştırmanın Veri Seti

Bu çalışmada Tablo 2'de yer alan BIST Elektrik Endeksinde yer alan 37 firmanın 2022, 2023 ve 2024 yılları için finansal performansları araştırılmıştır. Firmaların finansal performanslarının ortaya konulmasında Tablo 3'deki 10 adet finansal orandan yararlanılmıştır.

Tablo 2. Araştırma Kapsamındaki Şirketler

No	Kod	Ad	No	Kod	Ad	No	Kod	Ad
1	A1YEN	A1 Yen. Enerji Üretim	13	CANTE	Çan2 Termik	25	IZENR	İzdemir Enerji
2	AHGAZ	Ahlatcı Doğalgaz	14	CATES	Çates Elektrik	26	KLYPV	Kalyon Güneş Tek.
3	AKENR	Akenerji	15	CONSE	Consus Enerji	27	LYDYE	Lydia Yeşil Enerji
4	AKFYE	Akfen Yen. Enerji	16	CWENE	Cw Enerji	28	MAGEN	Margün Enerji
5	AKSEN	Aksa Enerji	17	ECOGR	Ecogreen Enerji Holding	29	MOGAN	Mogan Enerji
6	AKSUE	Aksu Enerji	18	ENDAE	Enda Enerji Holding	30	NATEN	Naturel Enerji
7	ALFAS	Alfa Solar Enerji	19	ENERY	Enerya Enerji	31	NTGAZ	Naturelgaz
8	ARASE	Doğu Aras Enerji	20	ENJSA	Enerjisa Enerji	32	ODAS	Odaş Elektrik
9	AYDEM	Aydem Enerji	21	ENTRA	IC Enterra Yen. Enerji	33	PAMEL	Pamel Elektrik
10	AYEN	Ayen Enerji	22	ESEN	Esenboğa Elektrik	34	SMRTG	Smart Güneş Enerjisi Tek.
11	BIGEN	Birleşim Grup Enerji	23	GWIND	Galata Wind Enerji	35	TATEN	Tatlıpınar Enerji Üretim
12	BIOEN	Biotrend Çevre ve Enerji	24	HUNER	Hun Yenilenebilir Enerji	36	ZEDUR	Zedur Enerji
						37	ZOREN	Zorlu Enerji

Tablo 3. Araştırmada Kullanılan Karar Kriterleri

No	Kod	Ad	Oran Grubu	Yön
1	CO	Cari Oran	Likidite Oranları	MAK
2	LO	Asit-test Oranı (Likidite Oranı)	Likidite Oranları	MAK
3	NO	Nakit Oran (Disponibilite Oranı)	Likidite Oranları	MAK
4	BO	Borçlanma Oranı (Finansal Kaldıraç)	Mali Oranlar	MİN
5	ATES	Alacak Tahsil Süresi	Faaliyet Oranları	MİN
6	SETS	Stokları Elde Tutma Süresi	Faaliyet Oranları	MİN
7	BÖS	Borç Ödeme Süresi	Faaliyet Oranları	MAK
8	ROA	Aktif Karlılığı	Karlılık Oranları	MAK
9	ROE	Özsermaye Karlılığı	Karlılık Oranları	MAK
10	NKM	Net Kar Marjı	Karlılık Oranları	MAK

Çalışmaya ait veriler Finnet A.Ş. veri tabanından ve Fintables veri tabanından elde edilmiştir.

3.2. Araştırmanın Yöntemi

Çok kriterli karar verme yöntemleri karar alma sürecinde başvurulan yaklaşımlardan biridir. Bu yöntemler, bireysel düzeyde kariyer planlaması gibi tercihlerden, kurumsal ölçekte yatırım, makine veya tedarikçi seçimlerine kadar geniş bir uygulama alanına sahiptir. Birden fazla ve çoğu zaman birbiriyle çelişen kriterin eş zamanlı olarak değerlendirilmesine imkân tanıyan bu yaklaşımlar, işletmeler açısından daha rasyonel, tutarlı ve isabetli kararların alınmasına katkı sağlamaktadır (Akyüz vd., 2011).

Karar verme süreci; karar alıcının mevcut ya da ilerleyen dönemlerde sorun yaratma potansiyeli taşıyan bir durumla karşılaştığında, olası çözüm yollarını belirlemesi ve bu seçenekler arasından bir veya birden fazlasını tercih ederek uygulamaya geçmesi şeklinde tanımlanabilir. Başka bir ifadeyle karar verme, belirlenen amaçlara ulaşmak doğrultusunda mevcut alternatifler içinden en uygun olanın seçilmesini ve hayata geçirilmesini ifade eden sistematik bir süreçtir (Ömürbek ve Aksoy, 2016).

Çalışmada firmaların finansal performanslarının ölçümünde Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yaklaşımı benimsenmiştir. Finansal performans; likidite, borçluluk, faaliyet etkinliği ve kârlılık göstergeleri gibi birden fazla kriterin birlikte değerlendirilmesini gerektirmektedir. Bu doğrultuda analiz iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada CRITIC yöntemi ile kriter ağırlıklarının nesnel olarak belirlenmiş ikinci aşamada ise EDAS yöntemi ile firmaların göreli performans sıralamalarının elde edilmiştir. Bu bütünleşik yapı, sübjektif değerlendirmeleri en aza indirerek daha güvenilir sonuçlar üretmektedir.

CRITIC (Criteria Importance Through Intercriteria Correlation) yönteminin amacı kriter ağırlıklarını, karar verici görüşlerine başvurmadan tamamen veri temelli olarak belirlemek. Yöntemin temel adımları öncelikli olarak karar matrisinin oluşturulması, kriterlerin normalize edilmesi, her kriterin standart sapmasının hesaplanması (bilgi içeriği), kriterler arası korelasyon matrisinin elde edilmesi ve standart sapma ve korelasyon bilgileri kullanılarak kriter ağırlıklarının hesaplanmasıdır.

Yöntemin önemine bakıldığında yüksek varyansa sahip ve diğer kriterlerle düşük korelasyon gösteren kriterlere daha yüksek ağırlık vermektedir. Kriterler arası örtüşmeyi dikkate alarak bilgi tekrarını azaltmaktadır. Finansal oranların birlikte kullanıldığı çalışmalarda metodolojik tutarlılık sağlamaktadır.

EDAS (Evaluation Based on Distance from Average Solution) yönteminde temel mantık firmaların performansı, ortalama çözümden olan uzaklıklarına göre değerlendirmesidir. En iyi ya da ideal çözüme değil, sektörel ortalamaya göre konumlanma esas almaktadır. Yöntemin uygulama adımlarına bakıldığında öncelikli olarak karar matrisinin oluşturulması daha sonra ise kriterlerin normalize edilmesi ve kriterler için ortalama çözümün hesaplanması, pozitif uzaklık (PDA) ve negatif uzaklık (NDA) değerlerinin hesaplanmaktadır. Daha sonra ise göreli değerlendirme skorlarının hesaplanmaktadır. Son olarak firmaların nihai performans sıralaması oluşturulmaktadır.

CRITIC–EDAS Yaklaşımının Avantajları ve Sınırlılıkları bakıldığında, kriter ağırlıkları sübjektif yargılardan bağımsız olması, finansal performansı çok boyutlu biçimde ele alması, ortalama temelli EDAS yaklaşımı, sektör içi karşılaştırması avantaj iken seçilen kriter setine duyarlı olması, dinamik zaman etkileri (gecikme, trend) dikkate almaması sınırlılıkları olarak ele alınabilmektedir.

3.2. Araştırmanın Bulguları

Tablo 4'de CRITIC yöntemine göre yıllar itibariyle elde edilen kriterlerin ağırlıkları yer almaktadır. CRITIC yöntemiyle elde edilen kriter ağırlıkları, BIST Elektrik Endeksi firmalarının finansal performansının 2022–2024 döneminde hangi oranlar üzerinden ayrıştığını açık biçimde ortaya koymaktadır. Yöntemin doğası gereği, yüksek ağırlık alan kriterler hem yüksek bilgi içeriğine (varyans) sahip olmakta hem de diğer kriterlerle daha düşük korelasyon göstermektedir. Bu durum, performans farklılaşmasının temel belirleyicilerini nesnel biçimde yansıtmaktadır.

Tablo 4. 2022, 2023 ve 2024 Yılları İçin Kriter Ağırlıkları

	CO	LO	NO	BO	ATES	SETS	BÖS	ROA	ROE	NKM
2022	0,10	0,10	0,09	0,07	0,14	0,08	0,16	0,09	0,05	0,12
2023	0,10	0,08	0,07	0,10	0,12	0,11	0,16	0,11	0,05	0,10
2024	0,07	0,07	0,07	0,10	0,14	0,10	0,17	0,08	0,09	0,11

Tüm dönem boyunca Borç Ödeme Süresi (BÖS) kriterinin en yüksek ağırlıklardan birine sahip olması, elektrik sektöründe finansal performansın büyük ölçüde nakit döngüsü ve kısa vadeli yükümlülüklerin yönetimi üzerinden şekillendiğini göstermektedir. Bu bulgu, sektörün sermaye yoğun yapısı ve finansman maliyetlerine duyarlılığıyla uyumludur.

Benzer şekilde Alacak Tahsil Süresi (ATES) ve Stokları Elde Tutma Süresi (SETS) kriterlerinin görece yüksek ağırlıklar alması, faaliyet etkinliğinin firmalar arasında önemli bir ayrıştırıcı unsur olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle 2024 yılında ATES'in ağırlığının yeniden yükselmesi, tahsilat performansının son dönemde daha kritik hâle geldiğini düşündürmektedir. Likidite oranlarının ağırlıklarının zaman içinde azalma eğilimi göstermesi dikkat çekicidir. 2022 yılında toplamda daha yüksek bir bilgi içeriğine sahip olan likidite göstergeleri, 2024 yılında görece daha düşük ağırlıklar almıştır. Bu durum, sektörde likidite seviyelerinin firmalar arasında daha homojen hâle geldiğini ve ayırt edici gücünün zayıfladığını göstermektedir.

Borçlanma Oranı, tüm yıllarda orta düzey ve istikrarlı bir ağırlıkla performans değerlendirmesinde yer almıştır. Bu bulgu, kaldıraç yapısının önemli olmakla birlikte tek başına belirleyici olmadığını, faaliyet ve nakit yönetimiyle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Kârlılık oranları incelendiğinde, özellikle Net Kâr Marjı (NKM) ve Aktif Karlılığı (ROA) kriterlerinin istikrarlı biçimde performansa katkı sunduğu görülmektedir. Buna karşın ROE'nin görece düşük ağırlıklar alması, özsermaye kârlılığının firmalar arasında daha sınırlı bir ayrıştırma gücüne sahip olduğuna işaret etmektedir.

Genel olarak CRITIC ağırlıkları, BIST Elektrik Endeksi'nde finansal performansın kârlılıktan ziyade nakit akışı ve faaliyet etkinliği, statik bilanço oranlarından ziyade dinamik işletme döngüsü göstergeleri üzerinden ayrıştığını ortaya koymaktadır. Bu bulgu, EDAS yöntemiyle elde edilen firma sıralamalarında gözlenen yüksek oynaklık ve dönemsel sıralama değişimleri ile de tutarlıdır. Dolayısıyla çalışma, elektrik sektöründe finansal performans analizlerinde faaliyet ve nakit yönetimi odaklı çok boyutlu yaklaşımların gerekliliğini güçlü biçimde desteklemektedir.

Tablo 5. 2022, 2023 ve 2024 Yılları EDAS Yöntemine Göre Sıralama Sonuçları

No	**Kod**	**2022**	**2023**	**2024**	**No**	**Kod**	**2022**	**2023**	**2024**	**No**	**Kod**	**2022**	**2023**	**2024**
1	A1YEN	12	30	9	14	CATES	9	10	35	27	LYDYE	37	7	1
2	AHGAZ	16	8	10	15	CONSE	30	36	18	28	MAGEN	35	29	25
3	AKENR	20	20	33	16	CWENE	27	34	21	29	MOGAN	32	27	27
4	AKFYE	29	6	14	17	ECOGR	34	25	11	30	NATEN	26	31	29
5	AKSEN	22	23	15	18	ENDAE	3	5	30	31	NTGAZ	5	13	5
6	AKSUE	33	22	22	19	ENERY	24	12	8	32	ODAS	19	21	34
7	ALFAS	4	15	16	20	ENJSA	18	26	24	33	PAMEL	2	1	37

8	ARASE	25	3	17	21	ENTRA	6	18	7	34	SMRTG	28	35	20
9	AYDEM	7	24	36	22	ESEN	31	32	26	35	TATEN	8	4	2
10	AYEN	11	11	12	23	GWIND	1	16	3	36	ZEDUR	10	14	13
11	BIGEN	15	9	6	24	HUNER	21	28	4	37	ZOREN	23	19	23
12	BIOEN	14	17	19	25	IZENR	13	2	28					
13	CANTE	17	33	31	26	KLYPV	36	37	32					

Tablo 5'de edas yöntemine göre elde edilen sıralama sonuçları yer almaktadır. Analiz bulgularına göre BIST Elektrik Endeksi'nde yer alan firmaların 2022–2024 döneminde finansal performans açısından belirgin bir ayrışma ve yüksek oynaklık sergilediğini ortaya koymaktadır. CRITIC yöntemiyle nesnel biçimde belirlenen kriter ağırlıkları ve EDAS yaklaşımının ortalama temelli değerlendirme yapısı, firmaların sektörel ortalamaya göre göreli finansal konumlarını net biçimde ortaya çıkarmıştır.

Sonuçlar incelendiğinde, bazı firmaların farklı yıllarda da olsa üst performans grubunda yer alma eğilimini koruduğu görülmektedir. Özellikle GWIND, TATEN, NTGAZ, ENTRA ve BIGEN gibi firmalar, dönemsel dalgalanmalara rağmen görece istikrarlı bir finansal yapı sergilemiştir. Bu durum, söz konusu firmaların likidite yönetimi, borçluluk yapısı ve faaliyet etkinliği açısından sektöre kıyasla daha dengeli bir performans sunduklarına işaret etmektedir.

Buna karşılık, KLYPV, PAMEL, AYDEM, CATES ve ODAS gibi firmaların performans sıralamalarında özellikle 2024 yılında ciddi gerilemeler yaşadığı gözlenmektedir. Özellikle PAMEL'in 2022 ve 2023 yıllarında ilk sıralarda yer almasına rağmen 2024'te son sıraya gerilemesi, elektrik sektöründe finansal performansın sürekliliğinin kırılgan bir yapıya sahip olduğunu açık biçimde ortaya koymaktadır. Bu bulgu, tek bir yıl elde edilen güçlü performansın, izleyen dönemlerde korunamadığı durumlarda hızlı bir sıralama kaybına yol açabildiğini göstermektedir.

Yıllar itibarıyla değerlendirildiğinde, 2024 yılı performans sıralamalarında ayrışmanın daha belirgin hâle geldiği görülmektedir. LYDYE ve HUNER gibi firmalar bu dönemde dikkat çekici bir performans artışı sergilerken, bazı firmaların aynı dönemde alt sıralara gerilemesi, sektördeki maliyet baskıları, finansman koşulları ve operasyonel verimlilik farklarının firmaları asimetrik biçimde etkilediğini düşündürmektedir.

CRITIC–EDAS bütünleşik yaklaşımı çerçevesinde elde edilen bulgular, finansal performansın yalnızca kârlılık göstergeleriyle değil; likidite, borçluluk ve faaliyet oranlarının birlikte değerlendirilmesiyle daha sağlıklı biçimde ölçülebileceğini ortaya koymaktadır. Bu yönüyle çalışma, elektrik sektöründe firma bazlı performans analizlerinde çok boyutlu ve nesnel yöntemlerin gerekliliğini vurgulamaktadır.

Sonuç olarak, elde edilen bulgular; BIST Elektrik Endeksi firmalarının finansal performanslarının zaman içinde istikrarlı bir yapı sergilemediğini, sektörde göreli olarak güçlü ve zayıf firmaların net biçimde ayrıştığını göstermektedir. Bu durum, yatırımcılar açısından firma bazlı seçici analizlerin önemini artırırken, firma yöneticileri açısından ise finansal sürdürülebilirliği destekleyen bütüncül stratejilerin gerekliliğine işaret etmektedir.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, BIST Elektrik Endeksi'nde yer alan 37 firmanın 2022–2024 dönemine ait finansal performansları, CRITIC tabanlı EDAS yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Enerji sektörünün sermaye yoğun yapısı, yüksek finansman gereksinimi ve makroekonomik

dalgalanmalara duyarlılığı dikkate alındığında, firmaların finansal performanslarının çok boyutlu ve nesnel yöntemlerle değerlendirilmesi önemli bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda çalışma, geleneksel tek oranlı analizlerin ötesine geçerek, likidite, borçluluk, faaliyet etkinliği ve kârlılık boyutlarını birlikte ele alan bütüncül bir değerlendirme sunmaktadır.

CRITIC yöntemiyle elde edilen kriter ağırlıkları, incelenen dönemde elektrik sektöründe finansal performansın ağırlıklı olarak faaliyet etkinliği ve nakit yönetimi üzerinden ayrıştığını ortaya koymuştur. Özellikle borç ödeme süresi, alacak tahsil süresi ve stokları elde tutma süresi gibi faaliyet oranlarının yüksek ağırlıklar alması, sektörün operasyonel verimlilik ve nakit döngüsü yönetimine son derece duyarlı bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Buna karşılık, likidite oranlarının ağırlıklarının zaman içinde görece azalması, firmalar arasında likidite seviyelerinin daha homojen hâle geldiğine ve ayırt edici gücünün zayıfladığına işaret etmektedir. Kârlılık oranlarının ise destekleyici fakat ikincil bir rol üstlendiği görülmektedir.

EDAS yöntemiyle elde edilen performans sıralamaları, firmaların finansal performanslarında belirgin bir dalgalanma ve süreklilik sorunu bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bazı firmaların farklı yıllarda da olsa üst sıralarda yer alma eğilimini koruması, bu işletmelerin finansal yapılarını ve faaliyet süreçlerini daha etkin yönettiklerini düşündürmektedir. Buna karşılık, belirli firmaların bir yılda yüksek performans sergilemesine rağmen izleyen yıllarda ciddi sıralama kayıpları yaşaması, elektrik sektöründe finansal performansın kısa sürede bozulabildiğini ve sürdürülebilirliğin kırılgan bir nitelik taşıdığını göstermektedir.

Elde edilen bulgular, literatürde enerji sektörüne yönelik ÇKKV çalışmalarında vurgulanan sonuçlarla büyük ölçüde örtüşmektedir. Ancak bu çalışma, kriter ağırlıklarının tamamen nesnel biçimde CRITIC yöntemiyle belirlenmesi ve performansın EDAS yöntemiyle ortalama çözüme göre değerlendirilmesi sayesinde, önceki çalışmalardan metodolojik olarak ayrışmakta ve literatüre özgün bir katkı sunmaktadır. Ayrıca üç yıllık güncel bir dönemin incelenmesi, enerji sektöründe son yıllarda yaşanan maliyet artışları, finansman koşullarındaki sıkılaşma ve yapısal dönüşümlerin firma performanslarına yansımalarını daha net biçimde ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak bu çalışma, BIST Elektrik Endeksi firmalarının finansal performanslarının zaman içinde istikrarlı bir yapı sergilemediğini, sektörde göreli olarak güçlü ve zayıf firmaların net biçimde ayrıştığını ortaya koymaktadır. Bu durum, yatırımcılar açısından firma bazlı ve çok kriterli analizlerin önemini artırırken, firma yöneticileri açısından ise kârlılığın ötesinde faaliyet etkinliği ve nakit yönetimini önceleyen bütüncül finansal stratejilerin gerekliliğine işaret etmektedir.

Gelecek çalışmalarda, analiz döneminin genişletilmesi, çevresel ve yönetsel göstergelerin modele dâhil edilmesi ya da finansal performans sıralamaları ile hisse senedi getirileri arasındaki ilişkinin bütünleşik modellerle incelenmesi, elde edilen bulguların derinleştirilmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Akgün, A. (2022). BIST enerji şirketlerinin CRITIC ve CODAS bütünleşik yaklaşımı ile finansal açıdan değerlendirilmesi. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (48), 338-356.

Akyüz, Y., Bozdoğan, T., Hantekin, E. (2011). TOPSIS yöntemiyle finansal performansın değerlendirilmesi ve bir uygulama. Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 13(1), 73-92.

Ali, H. M. (2012). Wind Energy Systems Solutions for Power Quality and Stabilization, ISBN: 978-1-4398- 5614-7. Crcpress Taylor& Francis Group.

Arsu, T. (2021). Finansal Performansın ENTROPI Tabanlı ARAS Yöntemi İle Değerlendirilmesi: BIST Elektrik, Gaz ve Buhar Sektöründeki İşletmeler Üzerine Bir Uygulama. Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 39(1), 15-32.

Avcı, M. C. (2019). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Enerji Sektöründe Faaliyet Gösteren Firmalarda Performans Analizi. Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
Aydın, L. (2014). Enerji Ekonomisi ve Politikaları, ISBN:978-975-02-2823-0. Seçkin Yayıncılık. Ankara.
Babacan, A., Tuncay, M. (2022). Türk Enerji sektöründe çalişma sermayesi ve finansal performans arasindaki etkileşim: SWARA, AHP ve TOPSIS yöntemleriyle karşılaştırmalı bir araştırma. Journal of Mehmet Akif Ersoy University Economics and Administrative Sciences Faculty, 9(3), 1976-2005.
Bağcı, H., & Yiğiter, Ş. Y. (2019). BIST'te Yer Alan Enerji Şirketlerinin Finansal Performansının SD Ve WASPAS Yöntemleriyle Ölçülmesi. Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 9(18), 877-898.
Çiftçi, H. N., ve Yıldırım, B. F. (2020). BIST Enerji Sektöründe Faaliyet Gösteren İşletmelerin Finansal Performanslarının İncelenmesi: Gri Sayılara Dayalı Zaman Kesiti Örneği. Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi, 22(3), 384-404.
Eyüboğlu, K., ve Çelik, P. (2016). Financial Performance Evaluation of Turkish Energy Companies with Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Methods. Business and Economics Research Journal, 7(3), 21-37.
IEA, (2020). Global Energy Review 2020. International Energy Agency , 2020.
Orçun, Ç. (2019). Enerji sektöründe WASPAS yöntemiyle performans analizi. BAİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 19(2), 439-453.
Ömürbek, N., Aksoy, E. (2016). Bir petrol şirketinin çok kriterli karar verme teknikleri ile performans değerlendirmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 21(3).
Özdemir, O., Parmaksız, S. (2022). BIST Enerji İşletmelerinin Finansal Performanslarının Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile Karşılaştırılması: TOPSIS ve EDAS Yöntemleri ile Analiz. Başkent Üniversitesi Ticari Bilimler Fakültesi Dergisi, (6)1, 34 – 56.
Sakarya, Ş., Yıldırım, H. H., ve Akkuş, H. T. (2015). BIST'de İşlem Gören Enerji Şirketlerinin Finansal Performanslarının TOPSIS Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi ile Belirlenmesi. Hitit Üniversitesi 19. Finans Sempozyumu, Çorum / 21 - 24 EKİM 2015.
Sonmez, F., Baysal, G., Anik Baysal, I., Bademcioglu, M., (2023). Determining the financial performances of BIST100 energy companies by topsis method. PressAcademia Procedia (PAP), 16, 149-155.
Taşçı, M.Z., Yurttadur, M. (2025). BIST Enerji Sektöründe Finansal Performans ve Hisse Senedi Getiri İlişkine Yönelik Hibrit ÇKKV (Wenslo ve Aras) Yaklaşımıyla Bir Vaka Uygulaması, Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi, 60(3), 2354-2371.
Terzioğlu, M.K., Kurt, E.S., Yaşar, A., & Köken, M. (2022). BİST100 Enerji Sektörü Finansal Performansı: SWARA-VIKOR ve SWARA-WASPAS. Alanya Akademik Bakış, 6(2), Sayfa No.2439-2455.
Yapraklı, S. (2013). Enerjiye Dayalı Büyüme Türk Sanayi Sektörü Üzerine Uygulamalar, ISBN 978-605-333- 026-4, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., İstanbul.
Yıldırım, H. H. (2019). Yenilenebilir Enerji Yatırımlarındaki Teşviklerin Yatırım Performansları Üzerine Etkisi. Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 4(3), 330-345.

BIST TEKNOLOJİ ENDEKSİ FİRMALARININ FİNANSAL PERFORMANSININ ENTROPİ TABANLI ARAS YÖNTEMİ İLE ANALİZİ (2022–2024)

Nevzat ÇALIŞ
Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Bandırma Meslek Yüksekokulu, Muhasebe ve Vergi Bölümü Bandırma, Balıkesir
ORCID: 0000-0002-5604-0728
Hasan Hüseyin YILDIRIM
Balıkesir Üniversitesi, Burhaniye Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Finans ve Bankacılık Bölümü Burhaniye, Balıkesir
ORCID: 0000-0002-5840-8418

ÖZET
Bu çalışmada BIST Teknoloji Endeksi'nde yer alan firmaların 2022–2024 dönemine ait finansal performansları Entropi tabanlı ARAS yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmada likidite, borçluluk, faaliyet ve kârlılık oranlarından oluşan çok kriterli bir karar matrisi oluşturulmuş; kriter ağırlıkları nesnel olarak Entropi yöntemiyle belirlenmiş ve firmaların göreli performans sıralamaları ARAS yöntemi yardımıyla elde edilmiştir. Entropi sonuçları, incelenen dönemde Stok Devir Hızı (SDH) kriterinin ağırlığının düzenli biçimde arttığını ve 2024 yılı itibarıyla en baskın performans belirleyicisi hâline geldiğini göstermektedir. Buna karşılık Nakit Oranı (NO) ile Cari Oran (CO) ve Asit-Test Oranı (LO) gibi likidite göstergelerinin göreli önemlerinin zaman içinde azaldığı tespit edilmiştir. Karlılık göstergelerinden ROA'nın ağırlığının artması, varlıkların etkin kullanımının finansal performans açısından giderek daha belirleyici bir unsur hâline geldiğini ortaya koymaktadır. ARAS yöntemi sonuçlarına göre performans liderliği yıllar itibarıyla önemli ölçüde değişmiştir. 2022 yılında PAPIL en yüksek performansa sahip firma olurken, 2023 yılında liderlik OBASE firmasına geçmiş, 2024 yılında ise FONET açık ara en yüksek performansı sergilemiştir. Ayrıca BINBN ve ONRYT firmalarının 2024 yılında üst sıralara yükselmesi, buna karşılık bazı firmaların alt sıralara gerilemesi, teknoloji sektöründe finansal performansın dinamik ve oynak bir yapı gösterdiğini ortaya koymaktadır. Genel olarak elde edilen bulgular, 2024 yılı itibarıyla BIST Teknoloji Endeksi firmalarında finansal başarının ağırlıklı olarak satış hızı, faaliyet yoğunluğu ve varlık verimliliği üzerinden şekillendiğini; likidite ve borç temelli klasik finansal göstergelerin ise ikincil düzeye gerilediğini ortaya koymaktadır.
Anahtar Kelimeler: Finansal performans, BIST Teknoloji Endeksi, Entropi, ARAS, Çok Kriterli Karar Verme.

FINANCIAL PERFORMANCE ASSESSMENT OF BIST TECHNOLOGY INDEX COMPANIES USING AN INTEGRATED ENTROPY–ARAS METHOD (2022–2024)

ABSTRACT
This study analyzes the financial performance of companies listed in the BIST Technology Index for the 2022–2024 period using the Entropy-based ARAS method. A multi-criteria decision matrix consisting of liquidity, leverage, activity, and profitability ratios was constructed. Criterion weights were objectively determined using the Entropy method, and the relative performance rankings of the firms were obtained through the ARAS method. The Entropy results indicate that the weight of the Inventory Turnover Ratio (SDH) increased steadily throughout the examined period and became the most dominant performance determinant by 2024. In contrast, the relative importance of liquidity indicators such as the Cash Ratio (NO), Current Ratio (CO), and Quick Ratio (LO) declined over time. The increasing weight of Return on Assets (ROA) among profitability indicators reveals that the efficient utilization of assets has become an increasingly important determinant of financial

performance. According to the ARAS results, performance leadership changed significantly over the years. While PAPIL ranked first in 2022, leadership shifted to OBASE in 2023, and FONET became the top-performing firm by a wide margin in 2024. In addition, the rise of BINBN and ONRYT to the upper ranks in 2024, along with the decline of some firms, demonstrates that financial performance in the technology sector exhibits a highly dynamic and volatile structure. Overall, the findings reveal that, as of 2024, financial success in BIST Technology Index companies is shaped primarily by sales speed, operational intensity, and asset efficiency, while traditional liquidity- and debt-based financial indicators have become secondary determinants.
Keywords: Financial Performance, BIST Technology Index, Entropy, ARAS, Multi-Criteria Decision Making.

1. GİRİŞ

Küresel ölçekte bilgi ve iletişim teknolojilerinde yaşanan hızlı gelişmeler, ekonomik yapıların dönüşümünü hızlandırmış ve teknoloji odaklı firmaları rekabetin merkezine yerleştirmiştir. Günümüzde teknoloji firmaları; inovasyon, dijitalleşme ve yüksek katma değer üretimi yoluyla ülkelerin ekonomik büyümesine doğrudan katkı sağlamaktadır. Bu firmaların sürdürülebilir rekabet üstünlüğü elde edebilmesi ise büyük ölçüde güçlü bir finansal performans yapısına sahip olmalarına bağlıdır. Bu nedenle teknoloji firmalarının finansal performanslarının doğru, nesnel ve sistematik yöntemlerle analiz edilmesi; yatırımcılar, portföy yöneticileri, finansal analistler ve politika yapıcılar açısından kritik bir gereklilik hâline gelmiştir.

Finansal performans; işletmelerin kârlılık, likidite, faaliyet etkinliği ve finansal yapı gibi farklı boyutlarını yansıtan çok sayıda finansal oran aracılığıyla ölçülmektedir. Ancak geleneksel finansal oran analizleri, çok sayıda kriterin aynı anda değerlendirilmesini ve firmaların bütüncül biçimde karşılaştırılmasını yeterli düzeyde sağlayamamaktadır. Özellikle finansal performansın doğası gereği birbiriyle çelişen kriterler içermesi (kârlılık–risk, likidite–kaldıraç gibi), tek boyutlu analizlerin karar verme süreçlerinde yetersiz kalmasına neden olmaktadır. Bu nedenle son yıllarda finansal performans değerlendirmelerinde çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinin kullanımı giderek yaygınlaşmıştır.

ÇKKV yöntemleri, çok sayıda finansal göstergenin eş zamanlı olarak değerlendirilmesine ve alternatiflerin tek bir bütünleşik performans skoru üzerinden sıralanmasına imkân tanımaktadır. Bu yöntemler arasında yer alan ARAS (Additive Ratio Assessment**)** yöntemi; ideal çözüme göre fayda derecelerini hesaplaması, kolay uygulanabilir yapısı ve sıralama tutarlılığı açısından finansal performans analizlerinde giderek daha fazla tercih edilmektedir. Bununla birlikte ARAS yönteminde elde edilen sıralama sonuçlarının güvenilirliği, kriter ağırlıklarının ne kadar doğru belirlendiğine doğrudan bağlıdır. Literatürde birçok çalışmada kriter ağırlıkları öznel yöntemlerle belirlenmekte; bu durum karar verici yanlılığına ve tutarsızlığa yol açabilmektedir. Bu problemin aşılmasında Entropi yöntemi, objektif ağırlıklandırma yaklaşımı sunması bakımından önemli bir avantaj sağlamaktadır. Entropi yöntemi, karar matrisindeki verilerin içerdiği bilgi miktarına dayalı olarak kriterlerin ayırt edicilik gücünü ölçmekte ve ağırlıkları tamamen veriye dayalı olarak hesaplamaktadır. Bu yönüyle entropi tabanlı ağırlıklandırma, sübjektif değerlendirmeleri dışlayarak finansal performans analizlerinin metodolojik güvenilirliğini artırmaktadır.

Bu bağlamda, bu çalışmanın amacı, Borsa Istanbul Teknoloji Endeksi'nde işlem gören firmaların finansal performanslarını Entropi tabanlı ARAS yöntemi ile bütünleşik bir şekilde değerlendirmektir. BIST Teknoloji Endeksi, Türkiye'de yüksek teknoloji ve dijital dönüşüm odaklı firmaları temsil etmesi bakımından stratejik bir öneme sahiptir. Buna rağmen, literatürde bu endekste yer alan firmaların finansal performanslarının tamamen objektif ağırlıklandırmaya dayalı hibrit ÇKKV yaklaşımlarıyla analiz edildiği çalışmaların sayısı sınırlıdır.

Bu çalışmanın özgün katkısı üç temel noktada toplanmaktadır. Birincisi, BIST Teknoloji firmalarının finansal performanslarının Entropi–ARAS bütünleşik modeli ile

değerlendirilmesidir. İkincisi, teknoloji sektörüne özel, güncel ve karşılaştırmalı bir finansal performans sıralaması sunmasıdır. Üçüncüsü ise yatırımcılar ve finansal analistler için nesnel kriterlere dayalı, pratik bir karar destek mekanizması ortaya koymasıdır.
Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. İkinci bölümde finansal performans ve ÇKKV yöntemlerine ilişkin literatür taramasına yer verilmektedir. Üçüncü bölümde Entropi ve ARAS yöntemleri ayrıntılı olarak açıklanmaktadır. Dördüncü bölümde BIST Teknoloji firmalarına ilişkin uygulama ve elde edilen bulgular sunulmaktadır. Son bölümde ise sonuçlar değerlendirilmekte ve gelecekte yapılacak çalışmalar için öneriler geliştirilmektedir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Finansal performansın çok boyutlu yapısı, işletmelerin yalnızca tekil finansal oranlar üzerinden değil, birbiriyle çelişebilen çok sayıda kriterin eş zamanlı olarak değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu gereklilik, finans literatüründe çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinin yaygın biçimde kullanılmasına neden olmuştur. Özellikle ARAS yöntemi, ideal çözüme göre fayda derecesi üretmesi, hesaplama sadeliği ve sıralama tutarlılığı sağlaması nedeniyle son yıllarda finansal performans analizlerinde sık tercih edilen yöntemlerden biri hâline gelmiştir.
Türkiye sermaye piyasalarına yönelik çalışmalarda entropi tabanlı ARAS yaklaşımının farklı sektörlerde başarıyla uygulandığı görülmektedir. Bağcı ve Yerdelen Kaygın (2020), BIST Holding ve Yatırım Endeksi'nde yer alan 43 şirketin 2000–2017 dönemine ait finansal performanslarını Entropi + ARAS + WASPAS yöntemleriyle analiz etmiş; ARAS ve WASPAS sıralamaları arasında pozitif yönlü ve güçlü bir ilişki tespit etmiştir. Bu bulgu, entropi tabanlı ARAS yaklaşımının uzun dönemli borsa verilerinde sıralama tutarlılığı sağladığını göstermektedir.
BIST Teknoloji Endeksi'ne doğrudan odaklanan çalışmada Say (2022), teknoloji firmalarının finansal performanslarını ARAS ve COPRAS yöntemleri ile değerlendirmiş; her iki yöntemin de aynı şirket sıralamasını ürettiğini ortaya koymuştur. Ancak bu çalışmada kriter ağırlıklandırma sürecinin açık biçimde ortaya konulmaması, sıralamanın nesnelliği açısından metodolojik bir sınırlılık oluşturmaktadır.
Finans sektörüne ilişkin güncel çalışmalarda entropi tabanlı ARAS yönteminin güçlü ayrıştırma yaptığı görülmektedir. Karadağ Ak, Hazar ve Babuşcu (2025), Türkiye'de faaliyet gösteren kalkınma ve yatırım bankalarının finansal performanslarını entropi tabanlı ARAS yöntemi ile incelemiş; bankaların mülkiyet yapılarına göre performans farklılıklarını net biçimde ortaya koymuştur. Benzer şekilde Özmerdivanlı (2025), BIST Finansal Kiralama ve Faktoring Endeksi'nde yer alan şirketlerin 2020–2024 dönemi finansal performanslarını Entropi + ARAS ile analiz etmiş; yıllara göre lider ve zayıf firmaları açık biçimde tespit etmiştir. Bu çalışmalar, entropi tabanlı ARAS yaklaşımının kaldıraç yoğun finansal yapılarda da güvenilir ayrıştırma sağladığını göstermektedir.
Enerji sektörü gibi yüksek risk içeren alanlarda yapılan çalışmalarda da benzer metodolojik yapı dikkat çekmektedir. Yaşar ve Terzioğlu (2022), BIST Elektrik, Gaz ve Buhar sektöründe faaliyet gösteren firmaların finansal performanslarını entropi tabanlı ARAS ve GRI yöntemleriyle değerlendirmiş ve Enerjisa Enerji A.Ş.'nin en yüksek performansa sahip firma olduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuç, entropi tabanlı ARAS yönteminin risk seviyesi yüksek sektörlerde de güçlü ayırt edicilik sağladığını göstermektedir.
Spor sektörüne yönelik çalışmada Konak ve Türkoğlu (2024), BIST Spor Endeksi'nde yer alan kulüplerin finansal performanslarını CRITIC ağırlıklı ARAS yöntemiyle analiz etmiş; yıllara göre Beşiktaş, Galatasaray ve Fenerbahçe kulüplerinin performans liderliklerini ortaya koymuştur. Bu bulgu, gelir yapısı dalgalı olan spor sektöründe bile ARAS yönteminin tutarlı sonuçlar üretebildiğini göstermektedir.
Uluslararası literatürde de ARAS tabanlı hibrit modellerin yaygın biçimde kullanıldığı görülmektedir. Ghadikolaei ve Esbouei (2014), Tahran Borsası'nda işlem gören otomotiv ve

yan sanayi firmalarının finansal performanslarını FAHP + Fuzzy ARAS yöntemiyle değerlendirmiş; bulanık ortamda değer temelli ve muhasebe temelli kriterlerin birlikte başarıyla kullanılabildiğini göstermiştir. Rostamzadeh vd. (2017), KOBİ'lerin tedarik zinciri performansını Fuzzy ARAS yöntemiyle analiz etmiş ve belirsizlik altında yöntemin etkinliğini doğrulamıştır.

Kredi ve risk temelli değerlendirmelere odaklanan çalışmada Heidary Dahooie vd. (2019), 58 imalat firmasının finansal performansını CCSD + FCM–ARAS hibrit modeli ile değerlendirmiş; borç oranı, ROA ve özkaynak oranlarının temel belirleyici kriterler olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışma, ARAS tabanlı modellerin yalnızca sıralama değil, aynı zamanda kredi politikalarının oluşturulmasında da etkin biçimde kullanılabildiğini göstermektedir.

BIST 100 Endeksi üzerine yapılan en güncel çalışmalardan birinde Katrancı, Kundakcı ve Pamucar (2025), firmaların finansal performanslarını ITARA + COBRA hibrit yöntemi ile analiz etmiş; duyarlılık, TOPSIS ve CoCoSo karşılaştırmalarıyla sonuçların tutarlılığını doğrulamıştır. Bu çalışma yeni nesil ÇKKV yöntemlerinin finansal performans alanına entegrasyonuna önemli bir örnek sunmakla birlikte, doğrudan teknoloji sektörü özelinde uygulanmamıştır.

Bu noktada literatürde açık bir boşluk ortaya çıkmaktadır: Türkiye'de holding, banka, enerji, spor, finansal hizmetler ve otomotiv gibi birçok sektörde entropi tabanlı ARAS ve türevlerinin başarıyla uygulanmış olmasına rağmen, yüksek teknoloji ve dijital dönüşüm odaklı firmaları temsil eden Borsa Istanbul Teknoloji Endeksi özelinde, tamamen objektif ağırlıklandırmaya dayalı Entropi–ARAS bütünleşik modeliyle yapılmış sistematik ve güncel çalışmalar sınırlı düzeydedir.

Bu çalışma, söz konusu boşluğu doğrudan hedef alarak BIST Teknoloji Endeksi'nde faaliyet gösteren firmaların finansal performanslarını tamamen veriye dayalı entropi ağırlıkları ve ARAS sıralama mekanizması ile nesnel biçimde değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Böylece çalışma hem ARAS literatürünün Türkiye'deki sektörler arası yaygınlığını teknoloji alanına taşımakta hem de subjektif ağırlıklandırma sorununu tamamen ortadan kaldırarak metodolojik güvenilirliği güçlendirmektedir.

3.

4. YÖNTEM

4.1. Araştırmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmada BIST Teknoloji Endeksi'nde yer alan 33 firmanın 2022–2024 dönemine ait finansal performansları analiz edilmiştir. Likidite, mali yapı, faaliyet ve kârlılık oranlarından oluşan 12 kriter kullanılarak çok kriterli karar matrisi oluşturulmuştur. Kriter ağırlıkları Entropi yöntemi ile, performans sıralamaları ise ARAS yöntemi ile belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan veriler Finnet veri tabanından elde edilmiştir. Araştırmada kullanılan kriterler Tablo 1'de Alternatifler ise Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Kriterler

Kriterler	**Açıklama**	**Oran Grubu**
CO	Cari Oran	Likidite Oranları
LO	Asit-test Oranı (Likidite Oranı)	Likidite Oranları
NO	Nakit Oran (Disponibilite Oranı)	Likidite Oranları
BO	Borçlanma Oranı (Finansal Kaldıraç)	Mali Oranlar
FO	Finansman Oranı	Mali Oranlar
ADH	Alacak Devir Hızı	Faaliyet Oranları
SDH	Stokları Devir Hızı	Faaliyet Oranları
BDH	Borç Devir Hızı	Faaliyet Oranları
ROA	Aktif Karlılığı	Karlılık Oranları
ROE	Özsermaye Karlılığı	Karlılık Oranları
BSKM	Brüt Satış Kar Marjı	Karlılık Oranları
FKM	Faaliyet Kar Marjı	Karlılık Oranları

Tablo 1'de görüldüğü üzere çalışmada likidite oranlarından 3 oran, mali yapı oranlarından 2 oran, faaliyet oranlarından 3 oran ve karlılık oranlarından ise 4 oran olmak üzere toplam 12 oran çalışmanın kriterleri olarak belirlenmiştir. Araştırmada alternatif olarak belirlenen 33 firmanın kodları ve isimleri Tablo 2'de verilmiştir. BİST Teknoloji endeksinde yer alan 39 firmadan 6 firma eksik veri nedeniyle kapsam dışında bırakılmıştır.

Tablo 2. Alternatifler

No	**Kod**	**Ad**
1	ALCTL	Alcatel Lucent Teletaş
2	ALTNY	Altınay Savunma
3	ARDYZ	ARD Bilişim Teknolojileri
4	ARENA	Arena Bilgisayar
5	ASELS	Aselsan
6	ATATP	ATP Yazılım
7	AZTEK	Aztek Teknoloji
8	BINBN	Bin Ulaşım Teknolojileri
9	DOFRB	Dof Robotik
10	EDATA	E-Data Teknoloji
11	FONET	Fonet Bilgi Teknolojileri
12	FORTE	Forte Bilgi İletişim
13	INDES	İndeks Bilgisayar
14	INGRM	Ingram Bilişim
15	KAREL	Karel Elektronik
16	KFEIN	Kafein Yazılım
17	KRONT	Kron Teknoloji
18	LINK	Link Bilgisayar
19	LOGO	Logo Yazılım
20	MANAS	Manas Enerji Yönetimi
21	MIATK	Mia Teknoloji

22	MOBTL	Mobiltel İletişim
23	OBASE	Obase Bilgisayar
24	ODINE	Odine Teknoloji
25	ONRYT	Onur Teknoloji
26	PAPIL	Papilon Savunma
27	PATEK	Pasifik Teknoloji
28	PENTA	Penta Teknoloji Ürünleri Dağıtım
29	PKART	Plastikkart
30	REEDR	Reeder Teknoloji
31	SDTTR	SDT Uzay Ve Savunma
32	SMART	Smartiks Yazılım
33	VBTYZ	VBT Yazılım

4.2. Entropi Yöntemi ve ARAS Yöntemine İlişkin Kuramsal Çerçeve

Bu çalışmada kriter ağırlıklarının belirlenmesinde Entropi yöntemi, alternatiflerin sıralanmasında ise ARAS (Additive Ratio Assessment) yöntemi kullanılmıştır. Bu iki yöntem birlikte kullanıldığında hem tamamen objektif ağırlıklandırma sağlanmakta hem de ideal çözüme dayalı güvenilir bir sıralama elde edilmektedir.

4.2.1. Entropi Yöntemi

Entropi kavramı ilk kez Rudolf Clausius (1865) tarafından termodinamik bağlamında belirsizliğin bir ölçüsü olarak ortaya konulmuş, daha sonra bilgi teorisi ve karar verme problemlerinde kullanılmaya başlanmıştır. Çok kriterli karar verme literatüründe Entropi yöntemi, Wang ve Lee (2009) tarafından kriter ağırlıklandırma amacıyla mevcut hâline dönüştürülmüştür.

Entropi yönteminin temel amacı, her bir kriterin karar problemindeki bilgi taşıma kapasitesini ölçerek farklılaştırma gücü yüksek kriterlere daha fazla, düşük olanlara ise daha az ağırlık vermektir. Literatürde Entropi yönteminin; uzman görüşüne ihtiyaç duymaması, basit ve anlaşılır matematiksel işlemler içermesi ve hesaplama kolaylığı sağlaması gibi nedenlerle yaygın biçimde tercih edildiği vurgulanmaktadır (Aksakal ve Çalışkan, 2020).

Bu özellikleri nedeniyle Entropi yöntemi, bu çalışmada kriter ağırlıklarının nesnel, tarafsız ve tekrarlanabilir biçimde belirlenmesi amacıyla tercih edilmiştir.

4.2.2. ARAS (Additive Ratio Assessment) Yöntemi

ARAS yöntemi, ilk olarak Zavadskas ve Turskis (2010) tarafından geliştirilmiş olup, karmaşık çok kriterli karar problemlerinin basit göreceli karşılaştırmalar yoluyla çözülebileceği düşüncesine dayanmaktadır. Yöntemin temel mantığı, her bir alternatifin normalize edilmiş ve ağırlıklandırılmış kriter değerlerinin toplamı üzerinden değerlendirilmesi ve bu sayede alternatiflerin önceliklendirilerek sıralanmasıdır (Kutut vd., 2014).

ARAS yönteminin literatürde öne çıkan en önemli özelliği, optimal alternatifin (ideal çözümün) karar matrisine ayrı bir alternatif olarak dâhil edilmesi ve diğer tüm alternatiflerin bu ideal alternatif ile karşılaştırılmasıdır. Alternatiflerin fayda (utility) fonksiyonu değerleri, optimal alternatifin fayda fonksiyonu değeri ile karşılaştırılmakta ve böylece her bir alternatifin ideal çözüme ne ölçüde yakın olduğu belirlenmektedir (Sliogeriene vd., 2013).

Zavadskas ve Turskis'e (2010) göre ARAS yönteminde elde edilen göreli fayda değeri (K_i) ne kadar büyükse, ilgili alternatifin performansı o kadar yüksek olmakta ve sıralamadaki yeri üst sıralara çıkmaktadır. Bu yönüyle ARAS yöntemi, yalnızca alternatifleri sıralamakla kalmamakta, aynı zamanda her bir alternatifin ideal çözüme olan göreli başarısını nicel olarak da ifade etmektedir.

4.2.3. Entropi ve ARAS Yöntemlerinin Uygulanış Süreci

1.Fayda tipine dönüştürme: BO ve FO oranları maliyet kriteri olduğundan ters çevrilmiş, ROA, ROE ve FKM gibi negatif değer içerebilen kriterlerde ise minimum değere göre kaydırma uygulanmıştır.
2. Entropi aşaması: Normalize edilmiş değerler üzerinden Entropi (E), sapma derecesi (D) ve nihai kriter ağırlıkları (W) hesaplanmıştır. Yüksek varyansa sahip kriterler daha yüksek ağırlık almıştır.
3. ARAS aşaması: İdeal alternatif (a_0) oluşturulmuş, firmalar ideal çözüme göre normalize edilmiş, ağırlıklı karar matrisi yardımıyla her firmanın toplam fayda değeri (S_i) ve göreli fayda katsayısı (K_i) hesaplanmıştır.

5. BULGULAR

Tablo 3. ENTROPİ Analizi Sonuçları

Kriterler	2022	2023	2024
CO	0,091376	0,060672	0,067994
LO	0,102602	0,065633	0,073993
NO	0,25449	0,177067	0,172199
BO	0,051325	0,03673	0,036048
FO	0,096883	0,074439	0,076726
ADH	0,034792	0,036279	0,02917
SDH	0,197499	0,334386	0,367469
BDH	0,074497	0,074976	0,062936
ROA	0,023108	0,029355	0,033796
ROE	0,009367	0,038053	0,011551
BSKM	0,049221	0,042929	0,047213
FKM	0,01484	0,029481	0,020905

Entropi yöntemiyle elde edilen kriter ağırlıkları, 2022–2024 döneminde BIST Teknoloji firmalarının finansal performansını belirlemede kriter yapısının belirgin biçimde değiştiğini göstermektedir. Üç yıl boyunca en yüksek ağırlığa sahip kriterin Stok Devir Hızı (SDH) olduğu ve bu ağırlığın 2022'de 0,197 iken 2023'te 0,334'e, 2024'te ise 0,367'ye yükseldiği görülmektedir. Bu bulgu, teknoloji sektöründe performansın giderek satış hacmi ve operasyonel hız üzerinden şekillendiğini ortaya koymaktadır. Buna karşılık Nakit Oranı (NO) 2022 yılında en yüksek ağırlığa sahipken, 2023 ve 2024 yıllarında göreli önemini kaybetmiştir. Bu durum, firmaların performans değerlendirmesinde likidite temelli güvenlik yaklaşımı yerine faaliyet sürekliliğinin ön plana çıktığını göstermektedir. Cari Oran (CO) ve Asit-Test Oranı (LO) gibi diğer likidite göstergelerinin ağırlıklarının da üç yıl boyunca azalma eğiliminde olması, kısa vadeli borç ödeme gücünün performans ayrımında giderek daha az etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Borçlanma Oranı (BO) ve Finansman Oranı (FO) kriterlerinin düşük ve yatay seyreden ağırlıkları, borç yapısının teknoloji firmalarının finansal performansını açıklamada göreli etkisinin sınırlı kaldığı görülmektedir. Faaliyet oranlarından Alacak Devir Hızı (ADH) ve Borç Devir Hızı (BDH) görece istikrarlı ağırlıklar sergilerken, özellikle Brüt Satış Kâr Marjı (BSKM) ve Faaliyet Kâr Marjı (FKM) sınırlı bir ayrıştırma gücüne sahiptir. Karlılık göstergelerinden ROA'nın ağırlığının yıllar itibarıyla artması, varlıkların etkin kullanımının performans açısından giderek daha önemli hâle geldiğini göstermektedir. Buna karşılık ROE'nin düzensiz seyri, özsermaye kârlılığının teknoloji sektöründe kalıcı bir performans belirleyicisi olmadığını ortaya koymaktadır.
Genel olarak Entropi sonuçları, 2024 yılı itibarıyla BIST Teknoloji firmalarında finansal başarının ağırlıklı olarak satış hızı, faaliyet yoğunluğu ve varlık verimliliği üzerinden şekillendiğini, likidite ve borç temelli klasik finansal göstergelerin ise göreli önemini

kaybettiğini ortaya koymaktadır. Teknoloji sektöründe stokların büyük ölçüde yüksek maliyetli ve hızlı değer kaybeden ürünlerden oluşması, stok yönetiminin finansal performans üzerinde kritik bir rol üstlenmesine neden olmaktadır. Bu nedenle stok devir hızındaki küçük farklılıklar bile firmalar arasında yüksek ayrıştırma gücü üretmektedir.

Tablo 4. ARAS Analizi Sonuçları

Firma	**K_2022**	**Sıra_2022**	**Firma**	**K_2023**	**Sıra_2023**	**Firma**	**K_2024**	**Sıra_2024**
PAPIL	0,666787	1	OBASE	0,572425	1	FONET	0,71358	1
LINK	0,439514	2	PAPIL	0,33758	2	PAPIL	0,263469	2
OBASE	0,302655	3	LINK	0,169179	3	BINBN	0,25719	3
KFEIN	0,199223	4	FONET	0,122863	4	ONRYT	0,155662	4
FONET	0,197942	5	VBTYZ	0,085091	5	OBASE	0,080884	5
SMART	0,196598	6	KFEIN	0,07723	6	KFEIN	0,077411	6
MIATK	0,147828	7	DOFRB	0,076321	7	VBTYZ	0,076111	7
SDTTR	0,133735	8	MIATK	0,067824	8	ODINE	0,075832	8
ATATP	0,120103	9	ODINE	0,062959	9	MIATK	0,069638	9
LOGO	0,113002	10	ARENA	0,060942	10	ATATP	0,067452	10
ARENA	0,102198	11	REEDR	0,060913	11	INGRM	0,065377	11
BINBN	0,100697	12	ARDYZ	0,059474	12	ARDYZ	0,064001	12
VBTYZ	0,09891	13	BINBN	0,059469	13	DOFRB	0,063944	13
EDATA	0,096092	14	SDTTR	0,05856	14	LINK	0,060503	14
INDES	0,093977	15	KRONT	0,058157	15	INDES	0,056745	15
INGRM	0,093363	16	ATATP	0,055303	16	PKART	0,056646	16
ARDYZ	0,093088	17	INDES	0,055068	17	ALCTL	0,053071	17
PATEK	0,08454	18	EDATA	0,054804	18	KRONT	0,050955	18
AZTEK	0,083311	19	AZTEK	0,051328	19	SDTTR	0,050044	19
DOFRB	0,082949	20	PKART	0,049607	20	ARENA	0,049728	20
KRONT	0,082723	21	ALCTL	0,049288	21	KAREL	0,049369	21

ALCTL	0,082289	22	INGRM	0,047529	22	REEDR	0,048726	22
ODINE	0,082279	23	SMART	0,045602	23	EDATA	0,047975	23
PKART	0,076027	24	FORTE	0,044889	24	LOGO	0,047388	24
MOBTL	0,072654	25	KAREL	0,042394	25	MOBTL	0,045104	25
KAREL	0,065782	26	MOBTL	0,04232	26	AZTEK	0,045096	26
PENTA	0,065399	27	PATEK	0,042037	27	ALTNY	0,044511	27
REEDR	0,061003	28	ALTNY	0,04095	28	PENTA	0,042092	28
ONRYT	0,06074	29	LOGO	0,039177	29	ASELS	0,038839	29
FORTE	0,058753	30	ONRYT	0,036378	30	SMART	0,036223	30
ALTNY	0,055857	31	PENTA	0,036378	31	FORTE	0,035903	31
MANAS	0,053687	32	MANAS	0,032673	32	MANAS	0,03236	32
ASELS	0,052989	33	ASELS	0,031315	33	PATEK	0,025056	33

ARAS yöntemi ile elde edilen göreli fayda katsayıları (K) ve sıralamalar, BIST Teknoloji Endeksi firmalarının finansal performans liderliğinin yıllar itibarıyla belirgin biçimde değiştiğini göstermektedir. 2022 yılında PAPIL (K=0,6668) açık ara lider konumda yer alırken, onu LINK ve OBASE firmaları izlemiştir. 2023 yılında liderlik OBASE (K=0,5724) firmasına geçmiş, PAPIL ve LINK üst sıralardaki konumlarını korumuştur. 2024 yılına gelindiğinde ise FONET (K=0,7136) en yüksek performansa sahip firma olmuş; PAPIL ve BINBN üst sıralarda yer almaya devam etmiştir. Bu durum, sektör genelinde istikrarlı bir liderlik yapısının bulunmadığını ve performans üstünlüğünün dönemler arasında el değiştirdiğini ortaya koymaktadır. Bazı firmaların performansında sert yön değişimleri dikkat çekmektedir. Örneğin FONET, 2022 yılında ilk beş içinde yer almasına rağmen 2024'te açık ara liderliğe yükselmiştir. Benzer biçimde BINBN ve ONRYT, 2024 yılında ilk dört içinde yer alarak güçlü bir performans artışı sergilemiştir. Buna karşılık SMART, ARENA ve ASELS gibi bazı firmalar, yıllar ilerledikçe daha alt sıralara gerileyerek göreli performans kaybı yaşamıştır. Alt sıralar incelendiğinde, MANAS ve PATEK firmalarının üç yıl boyunca genellikle listenin son bölümünde yer aldığı görülmektedir. Bu durum, söz konusu firmaların finansal performans açısından yapısal bir zayıflık sergilediğine işaret etmektedir. Bu firmaların istikrarlı şekilde alt sıralarda yer alması, özellikle faaliyet kâr marjı ve özsermaye kârlılığı göstergelerindeki zayıflıklarla ilişkilendirilebilir

Genel olarak ARAS sonuçları, 2022–2024 döneminde BIST Teknoloji Endeksi firmaları arasında finansal performansın yüksek derecede dinamik ve oynak bir yapı gösterdiğini, üstünlüğün kalıcı olmadığını ve firmalar arasında hızlı bir performans yeniden dağılımı yaşandığını ortaya koymaktadır. Elde edilen sıralama oynaklığı, teknoloji firmalarında finansal performansın yüksek büyüme potansiyeli ile birlikte artan finansal risk unsurlarını da barındırdığını göstermektedir

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada BIST Teknoloji Endeksi'nde işlem gören firmaların 2022–2024 dönemine ait finansal performansları Entropi tabanlı ARAS yöntemi kullanılarak nesnel biçimde analiz edilmiştir. Entropi yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları, teknoloji sektöründe finansal performansı belirleyen faktörlerin üç yıllık dönem boyunca yapısal bir dönüşüm geçirdiğini ortaya koymuştur. Özellikle Stok Devir Hızı (SDH) kriterinin ağırlığının 2022'den 2024'e düzenli biçimde artarak en baskın kriter hâline gelmesi, teknoloji firmalarında finansal başarının giderek satış hızı ve operasyonel faaliyet yoğunluğu üzerinden şekillendiğini göstermektedir. Buna karşılık Nakit Oranı (NO) ile Cari Oran (CO) ve Asit-Test Oranı (LO) gibi likidite göstergelerinin göreli ağırlıklarının azalması, kısa vadeli ödeme gücünün performans ayrıştırma gücünün zayıfladığını ortaya koymaktadır. Özellikle NO'nun 2022 yılında en yüksek ağırlığa sahipken izleyen yıllarda belirgin biçimde gerilemesi, teknoloji firmalarının kriz odaklı nakit güvenliği yaklaşımından uzaklaşarak büyüme, satış hızı ve operasyonel etkinlik merkezli bir finansal yapıya yöneldiğini göstermektedir. Borçlanma Oranı (BO) ve Finansman Oranı (FO) kriterlerinin her üç yılda da düşük ağırlık değerlerine sahip olması, borç yapısının teknoloji sektöründe performansı belirleyen temel bir unsur olmaktan çıktığını göstermektedir. Karlılık göstergelerinden ROA'nın ağırlığının yıllar itibarıyla artması, varlıkların etkin kullanımının finansal başarı açısından giderek daha önemli hâle geldiğine işaret ederken, ROE'nin düzensiz seyri özsermaye kârlılığının kalıcı bir performans göstergesi olmadığını ortaya koymaktadır.

ARAS yöntemi ile elde edilen performans sıralamaları, teknoloji sektöründe liderlik yapısının istikrarlı olmadığını ve yüksek derecede oynaklık içerdiğini açık biçimde göstermektedir. 2022 yılında PAPIL lider konumda yer alırken, 2023 yılında liderliğin OBASE'e geçtiği, 2024 yılında ise FONET'in açık ara en yüksek performansa sahip firma hâline geldiği tespit edilmiştir. Bu bulgu, teknoloji sektöründe finansal başarının kısa sürede el değiştirebildiğini ve firmalar arasında hızlı bir performans yeniden dağılımı yaşandığını ortaya koymaktadır. Ayrıca BINBN ve ONRYT gibi firmaların 2024 yılında üst sıralara yükselmesi, buna karşılık bazı firmaların alt sıralara gerilemesi, sektörde dinamik ve rekabetçi bir yapının hâkim olduğunu göstermektedir.

Genel olarak elde edilen bulgular, 2024 yılı itibarıyla BIST Teknoloji Endeksi'nde finansal başarının ağırlıklı olarak satış hızı, faaliyet yoğunluğu ve varlık verimliliği üzerinden şekillendiğini; likidite, borçluluk ve klasik kârlılık göstergelerinin ise ikincil düzeye gerilediğini ortaya koymaktadır.

Yatırımcılar için

Çalışmadan elde edilen bulgular, yatırım kararlarında yalnızca likidite ve borçluluk oranlarının dikkate alınmasının yetersiz kaldığını göstermektedir. Özellikle stok devir hızı, faaliyet kârlılığı ve aktif kârlılığı yüksek olan firmaların daha sürdürülebilir bir finansal performans sergilediği görülmektedir. Bu nedenle yatırımcıların, teknoloji firmalarına yönelik değerlendirmelerinde satış hızı ve operasyonel etkinliği ön plana alan göstergelere ağırlık vermeleri önerilmektedir.

Firma yöneticileri için

Analiz sonuçları, teknoloji firmalarında finansal performansın salt büyümeden ziyade hızlı satış, etkin stok yönetimi ve varlıkların verimli kullanımı ile doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu kapsamda firma yöneticilerinin, yalnızca ciro artışına odaklanmak yerine operasyonel hız, maliyet kontrolü ve faaliyet kârlılığını birlikte gözeten stratejiler geliştirmeleri büyük önem taşımaktadır.

Politika yapıcılar ve düzenleyiciler için

BIST Teknoloji firmalarının rekabet gücünü ve sürdürülebilir büyümesini desteklemek amacıyla, özellikle üretim ve satış süreçlerinde verimliliği artırmaya yönelik teşviklerin **ve** katma değer yaratan faaliyetleri destekleyici politikaların yaygınlaştırılması önerilmektedir. Bu tür düzenlemeler, sektörün uzun vadeli finansal istikrarına katkı sağlayacaktır.

Gelecek çalışmalar için

İleride yapılacak araştırmalarda farklı çok kriterli karar verme yöntemlerinin (TOPSIS, WASPAS, CoCoSo vb.) Entropi–ARAS sonuçları ile karşılaştırmalı olarak kullanılması önerilmektedir. Ayrıca daha uzun dönemli veriler, farklı finansal olmayan performans göstergeleri (Ar-Ge harcamaları, inovasyon kapasitesi, ihracat oranları vb.) ve farklı sektör endekslerinin de analize dâhil edilmesi, elde edilen bulguların genellenebilirliğini artıracaktır.

KAYNAKÇA

Aksakal, E., and E. Çalışkan. 2020. Olimpiyatlarda Aday Şehirlerin Seçim Sürecinde Dikkate Alınacak Kriterlerin Entropi Yöntemi ile Değerlendirilmesi. In M. Kabak Ve Y. Çınar (ed.), *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri MS Excel Çözümlü Uygulamalar* (1st). Ankara: Atlas Akademik Basım Yayın Dağıtım, 169–18

Bağcı, H., & Yerdelen Kaygın, C. (2020). The Financial Performance Measurement of the Companies Listed In The BIST Holding and Investment Index by the MCDM Methods. *Journal of Accounting & Finance/Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (87).

Ghadikolaei, A. S., & Esbouei, S. K. (2014). Integrating FAHP and Fuzzy ARAS for evaluating financial performance. *Bol. Soc. Paran. Mat*, *32*(3), 163-174.

Dahooi, J. H., Kazimieras Zavadskas, E., Salar Vanaki, S., Reza Firoozfar, H., Lari, M., & Turskis, Z. (2019). A new evaluation model for corporate financial performance using integrated CCSD and FCM-ARAS approach. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, *32*(1), 1088-1113.

Karadağ Ak, Ö., Hazar, A., & Babuşcu, Ş. (2025). Evaluation of the financial performance of development and investment banks with entropy-based ARAS method. Macroeconomics and Finance in Emerging Market Economies, 18(2), 441–461. https://doi.org/10.1080/17520843.2022.2035523

Katrancı, A., Kundakcı, N., & Pamucar, D. (2025). Financial performance evaluation of firms in BIST 100 index with ITARA and COBRA methods. *Financial Innovation*, *11*(1), 34.

Konak, F. ve Türkoğlu, D. (2024). Who is The Financial Performance Leader of Sports Clubs? An Empirical Application With The Aras Method. Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 10(3), 893-904.

Kutut, V., Zavadskas, E. K. & Lazauskas, M. (2014), Assessment of Priority Alternatives for Preservation of Historic Buildings Using Model Based on ARAS and AHP Methods. Archives Of Civil And Mechanical Engineering, 14(2), 287–294.

Özmerdivanlı, A. (2025). Analysis of The Financial Performance of Companies Listed in The ISE Financial Leasing and Factoring Index by Using the ENTROPY-Based ARAS Method. Premium E-Journal of Social Sciences (PEJOSS), 9(51), 147–157. https://doi.org/10.5281/zenodo.14975888

Rostamzadeh, R., Esmaeili, A., Nia, A. S., Saparauskas, J., & Ghorabaee, M. K. (2017). A fuzzy ARAS method for supply chain management performance measurement in SMEs under uncertainty. *Transformations in Business & Economics*, *16*.

Say, S. (2022). ARAS ve COPRAS Yöntemleri ile BIST Teknoloji Endeksindeki Şirketlerin Finansal Performans Analizi. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi, 25 (Özel Sayı), 511-523.

Sliogeriene, J., Turskis, Z. & Streimikiene, D. (2013). Analysis and Choice of Energy Generation Technologies: The Multiple Criteria Assessment on The Case Study of Lithuania. Energy Procedia, 32, 11-20.

Wang, Tien-Chin - Lee, Hsien-Da (2009), "Developing A Fuzzy Topsis Approach Based On Subjective Weights and Objective Weights", Expert Systems With Applications, Vol. 36, No. 5, pp. 8980-8985.

Yaşar, A.. & Terzioğlu, M.,K.(2022). Financial Performance Analysis of Enterprises In The Energy Sector with The Entropy Based Aras and GRI Method. BILTURK, The Journal of Economics and Related Studies, 4(3), 145-159. doi: bilturk.1131295

Zavadskas, E. K. & Turskis, Z. (2010). A New Additive Ratio Assessment (ARAS) Method in Multicriteria DecisionMaking. Technological and Economic Development of Economy, 16(2), 159-172.

BRAKITERAPI UYGULANAN JINEKOLOJIK KANSER HASTALARINDA KRONIK SEMPTOMLAR VE BAKIM YÖNETIMI

Assistant Professor Ulku Saygili Duzova
Selçuk University, Faculty of Nursing, Department of Internal Medicine Nursing, Konya, Turkey
Orcid ID: 0000-0001-8402-0022

Özet
Brakiterapi, jinekolojik kanserlerin tedavisinde temel yaklaşımlardan biri olup, lokal kontrolü artırırken çevre dokulara verilen hasarı azaltmayı amaçlayan yüksek etkili bir radyoterapi yöntemidir. Bununla birlikte brakiterapi sonrası hastalarda uzun dönem devam eden kronik semptomlar ve yaşam kalitesini etkileyen sorunlar sık görülmekte ve tedavi sürecinin bütüncül bir biçimde yönetilmesini gerekli kılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, brakiterapi alan jinekolojik kanser hastalarında ortaya çıkan kronik sorunları ve bu sorunların yönetimine yönelik güncel klinik yaklaşımları literatür doğrultusunda tartışmaktır. Mevcut çalışmalar, brakiterapi sonrası en sık bildirilen kronik sorunlar arasında vajinal kuruluk, fibrozis, cinsel işlev bozuklukları, pelvik ağrı, bağırsak ve mesane fonksiyonlarında değişiklikler, lökoderma ve doku hassasiyeti gibi geç yan etkilerin bulunduğunu göstermektedir. Bu semptomlar, hastaların fiziksel iyilik halini, cinsel sağlığını, psikososyal uyumunu ve genel yaşam kalitesini belirgin şekilde etkilemektedir. Kronik sorunların yönetiminde erken tanılama, düzenli semptom taraması, hasta eğitimi, pelvik taban rehabilitasyonu, vajinal dilatatör kullanımı, topikal tedaviler ve cinsel danışmanlık gibi çok yönlü yaklaşımlar öne çıkmaktadır. Hemşirelik bakımı, özellikle semptom yönetimi, bireyselleştirilmiş bakım planlarının oluşturulması, cinsel sağlık eğitimi, psikososyal destek ve hastaların tedaviye uyumunun güçlendirilmesinde kritik bir role sahiptir. Multidisipliner ekip iş birliği, etkili brakiterapi sonrası izlem ve komplikasyonların erken dönemde yönetilmesi, hastaların uzun dönem yaşam kalitesinin korunmasında temel unsurlardır. Sonuç olarak brakiterapi alan jinekolojik kanser hastalarında kronik sorunların erken tanılanması ve kanıta dayalı yönetim stratejilerinin uygulanması, hastaların yaşam kalitesinin iyileştirilmesine ve tedavi sonuçlarının güçlendirilmesine önemli katkı sağlamaktadır.
Anahtar Kelimeler: Brakiterapi; jinekolojik kanser; kronik sorunlar; geç yan etkiler; yaşam kalitesi; klinik yönetim;

CHRONIC SYMPTOMS AND CARE MANAGEMENT IN PATIENTS WITH GYNECOLOGICAL CANCER UNDERGOING BRACHYTHERAPY

Abstract
Brachytherapy is one of the fundamental treatment modalities for gynecological cancers and is a highly effective radiotherapy technique aimed at improving local tumor control while minimizing damage to surrounding tissues. However, long-term chronic symptoms and quality-of-life–related problems are frequently observed following brachytherapy, necessitating a holistic approach to treatment and follow-up care. The aim of this study is to discuss chronic problems observed in patients with gynecological cancer undergoing brachytherapy and current clinical approaches to their management in line with the existing literature. Previous studies indicate that the most commonly reported chronic complications following brachytherapy include vaginal dryness, fibrosis, sexual dysfunction, pelvic pain, alterations in bowel and bladder function, leukoderma, and tissue sensitivity as late radiation-related effects. These symptoms significantly affect patients' physical well-being, sexual health, psychosocial adjustment, and overall quality of life. Management of chronic symptoms emphasizes early identification, routine symptom screening, patient education, pelvic floor rehabilitation, use of

vaginal dilators, topical treatments, and sexual counseling through a multidisciplinary approach. Nursing care plays a critical role in symptom management, development of individualized care plans, sexual health education, provision of psychosocial support, and strengthening treatment adherence. Multidisciplinary team collaboration, effective post-brachytherapy follow-up, and early management of complications are essential components in maintaining and improving long-term quality of life. In conclusion, early recognition of chronic problems and implementation of evidence-based management strategies in patients with gynecological cancer receiving brachytherapy make a significant contribution to improving quality of life and optimizing treatment outcomes.
Keywords: Brachytherapy; gynecological cancer; chronic symptoms; late adverse effects; quality of life; clinical management; nursing care.

Giriş

Jinekolojik kanserler, kadınlarda görülen kanserler arasında önemli bir morbidite ve mortalite yükü oluşturmaktadır. Serviks ve endometrium kanserleri başta olmak üzere birçok jinekolojik malignitenin tedavisinde cerrahi, kemoterapi ve radyoterapi yöntemleri sıklıkla kombine olarak kullanılmaktadır. Radyoterapinin önemli bir bileşeni olan brakiterapi, yüksek doz radyasyonun doğrudan tümör yatağına uygulanmasını sağlayarak lokal kontrolü artıran etkili bir tedavi yaklaşımıdır (Aksu, 2017; Gürsel, 2017).

Brakiterapi, çevre dokuların korunmasına olanak tanımasına rağmen, uygulama sonrası hastalarda uzun dönemde devam eden kronik semptomlar ve yaşam kalitesini etkileyen sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Özellikle pelvik bölgeye uygulanan brakiterapi sonrasında gelişen cinsel işlev bozuklukları, pelvik ağrı, vajinal kuruluk, fibrozis, üriner ve gastrointestinal sorunlar, hastaların fiziksel ve psikososyal iyilik halini olumsuz yönde etkilemektedir (Bilge ve ark., 2019; Özmen & Mert). Bu bağlamda brakiterapi uygulanan jinekolojik kanser hastalarında kronik semptomların tanımlanması ve etkili bakım yönetiminin sağlanması, tedavi başarısının ve yaşam kalitesinin sürdürülebilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Jinekolojik Kanserlerde Brakiterapiye Genel Bakış

Brakiterapi, radyasyon kaynağının tümör dokusunun içine veya yakınına yerleştirilmesi esasına dayanan bir radyoterapi yöntemidir. Serviks ve endometrium kanserlerinde intrakaviter veya interstisyel tekniklerle uygulanabilmekte olup, yüksek dozun hedef dokuya verilmesini ve çevre sağlıklı dokuların korunmasını amaçlamaktadır (Aksu, 2017).

Serviks kanserinde brakiterapi, özellikle postoperatif dönemde adjuvan tedavinin önemli bir bileşeni olarak kullanılmaktadır. Gürsel (2017), postoperatif serviks kanseri vakalarında brakiterapinin lokal kontrolü artırdığını ve sağkalım üzerine olumlu etkileri olduğunu bildirmiştir. Bununla birlikte, uygulama sırasında ve sonrasında ağrı, anksiyete ve stres gibi semptomların sık görüldüğü vurgulanmaktadır (Özen, 2023).

Brakiterapiye Bağlı Kronik Semptomlar

Fiziksel Semptomlar

Brakiterapi sonrası jinekolojik kanser hastalarında en sık bildirilen kronik fiziksel semptomlar arasında vajinal kuruluk, fibrozis, pelvik ağrı, disparoni, mesane ve bağırsak fonksiyonlarında değişiklikler yer almaktadır. Pelvik bölgeye uygulanan yüksek doz radyasyon, vajinal elastikiyetin azalmasına ve doku hassasiyetinin artmasına neden olabilmektedir (Bilge ve ark., 2019; Özmen & Mert).

Ayrıca bazı hastalarda idrar sıklığı, inkontinans, kabızlık ve ishal gibi gastrointestinal ve üriner sistem sorunları uzun dönemde devam edebilmektedir. Bu semptomlar, günlük yaşam aktivitelerinde kısıtlılığa ve fonksiyonel kayıplara yol açabilmektedir (Aksu, 2017).

Ağrı, Anksiyete ve Psikolojik Semptomlar

Brakiterapi süreci, invaziv bir uygulama olması nedeniyle hastalarda yoğun ağrı, anksiyete ve psikolojik stresle ilişkilidir. Özen (2023), intrakaviter serviks brakiterapisi uygulamalarında yeterli analjezi sağlanmamasının ağrı algısını artırdığını ve hasta konforunu olumsuz etkilediğini bildirmiştir.

Brakiterapi, invaziv bir radyoterapi yöntemi olması nedeniyle jinekolojik kanser hastalarında uygulama sırasında ve sonrasında belirgin düzeyde ağrıya yol açabilmektedir. Özellikle intrakaviter brakiterapi uygulamalarında, aplikatör yerleştirilmesi, vajinal dilatasyon, immobilizasyon ve tedavi süresince zorunlu pozisyonlama, hastalarda akut ve subakut ağrı deneyimini artıran temel faktörler arasında yer almaktadır (Özen, 2023; Aksu, 2017).

Brakiterapiye bağlı ağrı yalnızca fiziksel bir semptom olarak değil, aynı zamanda anksiyete ve stresle yakından ilişkili çok boyutlu bir deneyim olarak değerlendirilmelidir. Ağrı algısının artması, hastalarda korku, kontrol kaybı hissi ve tedaviye yönelik olumsuz tutumların gelişmesine neden olabilmekte; bu durum tedaviye uyumu ve genel yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Bilge ve ark., 2019).

Saygili Duzova (2025) tarafından yürütülen randomize kontrollü çalışmada, brakiterapi alan jinekolojik kanser hastalarında ağrı düzeylerinin tedavi süreci boyunca anlamlı derecede yükseldiği; ancak **akupresür uygulamasının**, standart bakıma ek olarak kullanıldığında, ağrı düzeylerini istatistiksel olarak anlamlı biçimde azalttığı gösterilmiştir. Çalışmada akupresür uygulanan grubun, brakiterapi sırasında ve sonrasında daha düşük ağrı skorlarına sahip olduğu, aynı zamanda anksiyete ve depresyon düzeylerinde de belirgin azalma görüldüğü bildirilmiştir. Bu bulgular, ağrının psikolojik bileşenlerle yakından ilişkili olduğunu ve bütüncül girişimlerle daha etkili şekilde yönetilebileceğini ortaya koymaktadır (Saygili Duzova ve ark. 2025).

Literatürde, farmakolojik analjezi uygulamalarının brakiterapiye bağlı ağrının kontrolünde temel yaklaşım olduğu belirtilmekle birlikte, tek başına analjezik kullanımının her zaman yeterli olmadığı vurgulanmaktadır. Özen (2023), intrakaviter serviks brakiterapisi uygulamalarında analjezi yöntemlerinin bireyselleştirilmesinin hasta konforunu artırdığını, ancak nonfarmakolojik destekleyici yaklaşımların analjezik tedavilere önemli katkı sağladığını bildirmiştir.

Bu bağlamda, akupresür gibi tamamlayıcı bakım yaklaşımları, brakiterapi sürecinde ağrı yönetimine güvenli ve uygulanabilir bir seçenek olarak öne çıkmaktadır. Gürsel'in (2017) çalışması, hemşireler tarafından uygulanabilen akupresürün, invaziv olmayan yapısı ve yan etki riskinin düşük olması nedeniyle klinik uygulamalara entegre edilebileceğini göstermektedir. Ayrıca bu tür girişimlerin, hastaların tedavi sürecine aktif katılımını desteklediği ve algılanan bakım kalitesini artırdığı belirtilmektedir.

Cinsel İşlev Bozuklukları

Cinsel işlev bozuklukları, brakiterapi sonrası jinekolojik kanser hastalarında en sık ve en az dile getirilen kronik sorunlardan biridir. Bilge, Yılmaz ve Oskay (2019), brakiterapi sonrası kadınlarda cinsel istekte azalma, disparoni ve vajinal kuruluk gibi sorunların yaygın olduğunu ve bu durumun yaşam kalitesini belirgin düzeyde düşürdüğünü bildirmiştir. Özmen ve Mert tarafından yapılan çalışmada da, serviks ve endometrium kanserinde brakiterapi alan hastalarda cinsel işlevselliğin olumsuz etkilendiği ve yaş, menopoz durumu ve eşlik eden semptomların bu durumu etkilediği belirtilmiştir. Bu bulgular, cinsel danışmanlığın bakım sürecine entegre edilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Bakım Yönetimi ve Hemşirelik Yaklaşımları

Brakiterapi uygulanan jinekolojik kanser hastalarında bakım yönetimi, kronik semptomların erken tanılanması ve multidisipliner yaklaşımla ele alınmasını gerektirmektedir. Hemşirelik bakımı; semptom izlem, hasta eğitimi, psikososyal destek ve tamamlayıcı bakım uygulamalarının koordinasyonunda merkezi bir role sahiptir. Ağrı ve anksiyete yönetiminde farmakolojik yaklaşımlara ek olarak akupresür gibi nonfarmakolojik girişimlerin etkili olduğu

gösterilmiştir (Gürsel, 2017). Ayrıca analjezi protokollerinin bireyselleştirilmesi, hasta konforunun artırılmasında önemli bir bakım bileşenidir (Özen, 2023).

Cinsel sağlık, brakiterapi sonrası bakımda sıklıkla ihmal edilen bir alan olup, hemşireler tarafından yapılandırılmış cinsel danışmanlık verilmesi, vajinal dilatatör kullanımı, lubrikan önerileri ve açık iletişim, cinsel işlev bozukluklarının yönetiminde etkili stratejiler arasında yer almaktadır (Bilge ve ark., 2019; Özmen & Mert).

Düzova tarafından yapılan bibliyometrik analiz çalışması, brakiterapi hemşireliği alanında son yıllarda artan bir akademik ilgi olduğunu, ancak bakım temelli girişimlerin sınırlı sayıda çalışmada ele alındığını göstermektedi (Saygılı Düzova, 2024). Bu durum, hemşirelik odaklı girişimlerin geliştirilmesi ve kanıta dayalı bakım modellerinin yaygınlaştırılması gerekliliğini ortaya koymaktadır (Saygılı Düzova, 2025).

Sonuç

Brakiterapi, jinekolojik kanserlerin tedavisinde lokal kontrolü artıran etkili bir yöntem olmakla birlikte, uygulama sonrasında ortaya çıkan kronik semptomlar hastaların yaşam kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Fiziksel, psikolojik ve cinsel sorunlar, brakiterapi sonrası dönemde bütüncül bir yaklaşımla ele alınmalıdır. Hemşirelik bakımı ve multidisipliner ekip iş birliği ile yapılandırılmış semptom yönetimi, tamamlayıcı bakım uygulamaları ve cinsel danışmanlık hizmetlerinin entegre edilmesi, hastaların uzun dönem iyilik halinin korunmasına önemli katkı sağlamaktadır. Gelecek çalışmalarda, brakiterapi sonrası kronik semptomların yönetimine yönelik hemşirelik girişimlerinin etkinliğini değerlendiren randomize kontrollü araştırmalara ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

Referanslar

Bilge, Ç., Yılmaz, B., & Oskay, Ü. (2019). Jinekolojik kanserli kadınların brakiterapi sonrası cinsel işlevinin değerlendirilmesi ve cinsel danışmanlık. *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi, 28*(3), 210–215.

Gürsel, B. (2017). The effect of acupressure on anxiety, depression, pain, and vital signs in gynecological cancer patients receiving brachytherapy: A randomized controlled study.

Gürsel, B. (2017). Brakiterapi vaka: Postoperatif serviks kanseri. *Turkish Journal of Oncology, 32*.

Özen, E. (2023). İntrakaviter serviks brakiterapisi uygulamalarında analjezi. *Eskişehir Medical Journal, 4*(1), 64–66.

Özmen, S., & Mert, K. Brakiterapi alan serviks ve endometrium kanserli hastalarda cinsel işlevsellik ve etkileyen faktörler.

Saygılı Düzova, Ü. (2024). Bibliometric analysis of studies on brachytherapy nursing. *5th International Congress on Contemporary Scientific Research*, Kayseri, Türkiye.

Duzova, U. S., Can, G., Duzova, M., Basaran, H., & Yavas, C. (2025). The effect of acupressure on anxiety, depression, pain, and vital signs in gynecological cancer patients receiving brachytherapy: A randomized controlled study. *Supportive Care in Cancer*, *33*(8), 698.

HORMONOTERAPI ALAN HASTALARDA YAŞAM KALITESI VE SEMPTOMLARIN DEĞERLENDIRILMESI

Assistant Professor Ulku Saygili Duzova
Selçuk University, Faculty of Nursing, Department of Internal Medicine Nursing, Konya, Turkey
Orcid ID: 0000-0001-8402-0022

Özet
Hormonoterapi, özellikle meme ve prostat kanserinde uzun süreli tedavi yaklaşımı olarak yaygın şekilde kullanılan, hastaların fizyolojik ve psikososyal yaşamlarını önemli ölçüde etkileyen bir yöntemdir. Bu çalışmanın amacı, hormonoterapi alan hastaların yaşam kalitesi üzerindeki değişimleri, tedavi sürecinde karşılaştıkları zorlukları ve hemşirelik bakım gereksinimlerini bütüncül bir bakış açısıyla ortaya koymaktır. Literatür, hormonoterapinin sıcak basması, gece terlemeleri, kas-iskelet ağrıları, yorgunluk, uyku bozuklukları ve cinsel işlev değişiklikleri gibi çok boyutlu yan etkilere neden olduğunu göstermektedir. Bu yan etkiler, hastaların günlük yaşam aktivitelerinde azalmaya, fiziksel fonksiyon kaybına ve tedaviye uyumda güçlük yaşamalarına yol açmaktadır. Psikolojik açıdan depresyon, anksiyete, duygudurum dalgalanmaları ve beden algısında bozulma gibi sorunların sık görüldüğü, kanser nüksü korkusunun ise yaşam kalitesini olumsuz etkileyen önemli bir faktör olduğu belirlenmiştir. Sosyal yönden iş gücü kaybı, sosyal izolasyon, partner ilişkilerinde bozulma ve uzun süreli tedavinin ekonomik yükü hastaların karşılaştığı diğer temel güçlükler arasındadır. Hemşirelik bakımında semptomların erken tanılanması, hormonoterapinin yan etkilerine yönelik kanıta dayalı yaklaşımların uygulanması, psikososyal destek sağlanması, cinsel sağlık danışmanlığının sunulması ve tedaviye uyumu teşvik eden eğitici girişimlerin planlanması önemli rol oynamaktadır. Multidisipliner ekip iş birliği, özellikle onkolog, psikolog, diyetisyen ve fizyoterapistlerin sürece dahil edilmesi, hastaların yaşam kalitesinin korunması ve iyileştirilmesinde belirleyici bir unsurdur. Sonuç olarak hormonoterapi, hastalarda uzun süreli ve çok yönlü etkiler yarattığından, yaşam kalitesinin artırılmasına yönelik bütüncül ve sürdürülebilir hemşirelik müdahalelerine ihtiyaç duyulmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Hormonoterapi; yaşam kalitesi; meme kanseri; prostat kanseri; yan etkiler; tedaviye uyum; hemşirelik bakımı.

QUALITY OF LIFE AND SYMPTOM ASSESSMENT IN PATIENTS RECEIVING HORMONE THERAPY

Abstract
Hormone therapy is a widely used long-term treatment approach, particularly in breast and prostate cancer, and it significantly affects patients' physiological and psychosocial well-being. This study aims to comprehensively evaluate changes in quality of life among patients receiving hormone therapy, the challenges they encounter during the treatment process, and their nursing care needs from a holistic perspective. The literature indicates that hormone therapy is associated with multidimensional side effects, including hot flashes, night sweats, musculoskeletal pain, fatigue, sleep disturbances, and changes in sexual function. These adverse effects may lead to reduced daily activities, physical functional decline, and difficulties in treatment adherence. Psychologically, patients frequently experience depression, anxiety, mood fluctuations, and disturbances in body image, while fear of cancer recurrence is identified as a major factor negatively influencing quality of life. From a social perspective, loss of work capacity, social isolation, deterioration in partner relationships, and the economic burden of long-term treatment constitute additional challenges faced by patients. In nursing care, early identification of symptoms, implementation of evidence-based interventions for managing

hormone therapy–related side effects, provision of psychosocial support, delivery of sexual health counseling, and planning educational interventions that promote treatment adherence play a crucial role. Multidisciplinary team collaboration—particularly involving oncologists, psychologists, dietitians, and physiotherapists—is a key determinant in maintaining and improving patients' quality of life. In conclusion, since hormone therapy leads to long-term and multidimensional effects, there is a clear need for holistic and sustainable nursing interventions aimed at enhancing quality of life.
Keywords: Hormone therapy; quality of life; breast cancer; prostate cancer; side effects; treatment adherence; nursing care.

Giriş

Meme kanseri ve prostat kanseri, dünya genelinde kadınlar ve erkeklerde en sık görülen hormon duyarlı kanser türleri arasında yer almakta olup, kanser morbiditesi ve mortalitesi açısından önemli bir halk sağlığı sorunu oluşturmaktadır (WHO, 2021; DeSantis ve ark., 2016). Her iki kanser türünde de tümör hücrelerinin büyüme ve progresyonu büyük ölçüde hormonal uyarıya bağlıdır. Östrojen, progesteron ve androjenler gibi steroid hormonlar, tümör hücrelerinin proliferasyonunu destekleyerek hastalığın seyrinde belirleyici rol oynamaktadır (Lakhani ve ark., 2012; Sun ve ark., 2017). Bu biyolojik özellik, hormonoterapiyi meme ve prostat kanserlerinin tedavisinde temel ve vazgeçilmez bir yaklaşım haline getirmiştir. Hormonoterapi, hormon reseptörü pozitif meme kanserinde nüks riskini azaltmak ve sağkalımı artırmak amacıyla adjuvan ve uzatılmış adjuvan tedavi olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır (Burstein ve ark., 2019; Dowsett ve ark., 2010). Benzer şekilde prostat kanserinde androjen deprivasyon tedavisi, özellikle ileri evre ve metastatik hastalıkta standart tedavi seçenekleri arasında yer almaktadır (Senkus ve ark., 2015; Hacıbekiroğlu ve ark., 2015).

Kanser tedavisindeki ilerlemelerle birlikte sağkalım sürelerinin uzaması, hormonoterapi alan hastalarda yaşam kalitesinin korunmasını giderek daha önemli hale getirmiştir. Hormonoterapi, hastalık kontrolü ve sağkalım açısından güçlü klinik yararlar sağlamakla birlikte, genellikle uzun süreli uygulanması nedeniyle hastalarda çeşitli fiziksel, psikolojik ve sosyal semptomların ortaya çıkmasına yol açmaktadır (Moon ve ark., 2017; Lambert ve ark., 2017). Sıcak basmaları, yorgunluk, kas-iskelet sistemi ağrıları, cinsel işlev bozuklukları, duygudurum değişiklikleri ve bilişsel yakınmalar, hormonoterapi alan hastalarda sık bildirilen semptomlar arasında yer almaktadır (Martino ve ark., 2020; Underwood ve ark., 2019).

Bu semptomlar, hastaların günlük yaşam aktivitelerini, sosyal ilişkilerini ve tedaviye uyumlarını olumsuz yönde etkileyerek yaşam kalitesinde belirgin azalmaya neden olabilmektedir (Lambert ve ark., 2017). Ancak literatürde, hormonoterapiye bağlı semptomların çoğu zaman tedavinin kaçınılmaz bir sonucu olarak algılandığı ve hastalar tarafından yeterince dile getirilmediği bildirilmektedir (Brett ve ark., 2018; Clancy ve ark., 2020). Bu durum, semptomların geç dönemde fark edilmesine ve yaşam kalitesinde daha derin kayıplara yol açabilmektedir. Bu bağlamda meme ve prostat kanseri tanısı almış ve hormonoterapi gören hastalarda semptomların sistematik olarak değerlendirilmesi ve yaşam kalitesinin bütüncül bir yaklaşımla ele alınması büyük önem taşımaktadır. Hormonoterapinin sağladığı klinik yararların sürdürülebilmesi, ancak etkin semptom yönetimi, düzenli izlem ve hasta merkezli bakım yaklaşımlarının uygulanması ile mümkündür (Green ve ark., 2022; Burhenn & Smudde, 2015).

Bu derleme, meme ve prostat kanserinde hormonoterapi alan hastalarda görülen semptomları ve bu semptomların yaşam kalitesi üzerindeki etkilerini güncel literatür doğrultusunda ele almayı amaçlamaktadır.

Adjuvan Hormon Tedavisi ve Meme Kanseri

Meme kanserlerinin yaklaşık %60–75'inin östrojen ve/veya progesteron reseptörü pozitif olduğu bildirilmektedir. Bu reseptörlerin varlığı, hem nüks riskinin belirlenmesinde hem de

adjuvan tedavi stratejisinin planlanmasında belirleyici rol oynamaktadır (ASCO, 2018; Burstein ve ark., 2019). Hormon reseptörü pozitif meme kanserlerinde tamoksifen ve aromataz inhibitörleri en sık kullanılan adjuvan endokrin tedavi seçenekleridir (Dowsett ve ark., 2010).
ASCO kılavuzları, adjuvan hormon tedavisinin süresinin hastanın prognostik özelliklerine göre bireyselleştirilmesini önermekte ve tedavinin en az 5 yıl, uygun hastalarda ise 10 yıla kadar uzatılabileceğini belirtmektedir. Bununla birlikte 10 yıldan uzun süreli hormonoterapinin sağkalım üzerine ek bir katkı sağlamadığı vurgulanmaktadır (Burstein ve ark., 2019).

Adjuvan Hormon Tedavisinde Kullanılan İlaçlar

Adjuvan hormon tedavisinde kullanılan ilaçlar temel olarak östrojenin tümör hücreleri üzerindeki etkisini bloke etmeyi veya vücuttaki östrojen üretimini azaltmayı hedeflemektedir (ASCO, 2018). Tamoksifen, selektif östrojen reseptör modülatörü olarak uzun yıllardır hem premenopozal hem de postmenopozal kadınlarda kullanılmaktadır (Scully ve ark., 2012). Aromataz inhibitörleri ise özellikle postmenopozal dönemde periferik dokularda östrojen sentezini baskılayarak etki göstermektedir (Brueggemeier ve ark., 2005; Chumsri, 2015).

Meme Kanserinde ve Yaşam Kalitesi

Hormonoterapi alan hastalarda sıcak basmaları, gece terlemeleri, yorgunluk, eklem ve kas ağrıları, kilo artışı, cinsel işlev bozuklukları ve uyku sorunları en sık bildirilen semptomlar arasındadır (Martino ve ark., 2020; Moon ve ark., 2017). Bu semptomlar, hastaların günlük yaşam aktivitelerini, sosyal ilişkilerini ve psikolojik iyilik hallerini olumsuz yönde etkilemektedir. Literatürde yapılan çalışmalar, semptom yükü arttıkça yaşam kalitesi puanlarının anlamlı düzeyde azaldığını göstermektedir (Lambert ve ark., 2017; Martino ve ark., 2020). Ancak klinik uygulamalarda bu semptomların çoğu zaman sistematik olarak değerlendirilmediği ve hastaların yaşadıkları sorunları kendiliğinden dile getirmediği bildirilmektedir (Brett ve ark., 2018; Clancy ve ark., 2020).

Prostat Kanserinde Hormonoterapi

Prostat kanseri, gelişimi ve progresyonu büyük ölçüde androjenlere bağımlı olan bir malignitedir. Testosteron ve dihidrotestosteron, prostat kanseri hücrelerinin büyümesini uyararak tümör progresyonunda temel rol oynamaktadır. Bu nedenle prostat kanserinde hormonoterapi, diğer bir ifadeyle androjen deprivasyon tedavisi (ADT), hastalığın kontrol altına alınmasında temel tedavi yaklaşımlarından biri olarak kullanılmaktadır (Senkus ve ark., 2015; Hacıbekiroğlu ve ark., 2015).Hormonoterapi, özellikle ileri evre, metastatik veya biyokimyasal nüks gelişen prostat kanseri hastalarında standart tedavi olarak uygulanmaktadır. Ayrıca bazı yüksek riskli lokalize hastalarda radyoterapi ile birlikte adjuvan veya neoadjuvan amaçla da tercih edilebilmektedir (Senkus ve ark., 2015).

Prostat Kanserinde Hormonoterapinin Uygulanması

Prostat kanserinde hormonoterapinin temel amacı, serum testosteron düzeylerini kastrasyon seviyelerine düşürmektir. Bu hedef, cerrahi veya medikal yöntemlerle sağlanabilmektedir.
Medikal hormonoterapi kapsamında en sık kullanılan ajanlar GnRH agonistleri ve antagonistleri olup, bu ilaçlar intramüsküler veya subkutan enjeksiyon yoluyla uygulanmaktadır. Cerrahi kastrasyon (orşiektomi) ise günümüzde daha nadir tercih edilmekle birlikte, kalıcı androjen baskılanması sağladığı için bazı olgularda uygulanabilmektedir (Hacıbekiroğlu ve ark., 2015).
Tedavi süresi hastalığın evresine, hastanın klinik durumuna ve tedavi yanıtına göre değişmekte olup, ileri evre prostat kanserinde hormonoterapi çoğu zaman uzun süreli veya yaşam boyu devam etmektedir**.**

Prostat Kanserinde Hormonoterapiye Bağlı Semptomlar

Androjen baskılanmasına bağlı olarak prostat kanseri hastalarında çok sayıda sistemik semptom ortaya çıkabilmektedir. En sık bildirilen semptomlar arasında sıcak basmaları, cinsel istekte azalma, erektil disfonksiyon, yorgunluk, kas kütlesinde azalma, kilo artışı, kemik mineral yoğunluğunda azalma ve metabolik değişiklikler yer almaktadır (Hershman ve ark., 2010;

Martino ve ark., 2020).Psikolojik etkiler de hormonoterapi sürecinde önemli bir yer tutmaktadır. Depresif belirtiler, anksiyete, bilişsel işlevlerde azalma ve uyku bozuklukları, hastaların yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyen faktörler arasında sayılmaktadır (Underwood ve ark., 2019).

Prostat Kanserinde Yaşam Kalitesi ve İzlem

Hormonoterapi alan prostat kanseri hastalarında yaşam kalitesi, tedavi başarısının önemli bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Yapılan çalışmalar, ADT süresinin uzamasıyla birlikte yaşam kalitesi puanlarında düşüş olduğunu ve özellikle fiziksel fonksiyonlar ile cinsel sağlık alanlarında belirgin bozulmalar yaşandığını göstermektedir (Hacıbekiroğlu ve ark., 2015). Bu nedenle prostat kanserinde hormonoterapi uygulanan hastalarda semptomların düzenli olarak değerlendirilmesi, kemik sağlığının izlenmesi, metabolik risklerin kontrolü ve psikososyal destek sağlanması büyük önem taşımaktadır. Hemşirelik bakımı; hasta eğitimi, semptom yönetimi, yaşam tarzı düzenlemeleri ve multidisipliner ekip koordinasyonu açısından tedavi sürecinin ayrılmaz bir parçasıdır.

Uygulama İlkeleri

Hormonoterapi uygulamasında temel hedef, hormon duyarlı tümörlerde hormonal uyarının baskılanması yoluyla hastalık kontrolünün sağlanmasıdır. Tedavi planı oluşturulurken; hastalığın evresi, tümörün biyolojik özellikleri (hormon reseptör durumu), hastanın yaşı, menopoz durumu, eşlik eden kronik hastalıklar, olası yan etki profili ve hasta tercihleri dikkate alınarak bireyselleştirilmiş bir yaklaşım benimsenmelidir.. Hormonoterapi genellikle uzun süreli bir tedavi olduğundan, uygulama sürecinde hastaların semptomları düzenli aralıklarla değerlendirilmelidir. Tedaviye başlamadan önce hastalara hormonoterapinin amacı, beklenen yararları, olası yan etkileri ve tedavi süresi hakkında kapsamlı bilgi verilmesi, tedaviye uyumun artırılması açısından önemlidir. Ayrıca tedavi süresince ortaya çıkabilecek semptomların erken dönemde tanılanması ve yönetilmesi, yaşam kalitesinin korunmasında temel bir ilkedir.

Adjuvan hormon tedavisinde, özellikle meme ve prostat kanserinde, tedavi süresinin uzamasıyla birlikte yan etki yükü artabilmektedir. Bu nedenle klinisyenler, tedavi etkinliği ile yaşam kalitesi arasındaki dengeyi gözetmeli ve yan etkiler tolere edilemez düzeye ulaştığında tedavi stratejilerini yeniden değerlendirmelidir. Tedaviye uyumsuzluk, erken bırakma ya da düzensiz kullanım durumlarında alternatif ilaç seçenekleri veya uygulama yolları gündeme alınabilmektedir. Hormonoterapi uygulamasında multidisipliner yaklaşım büyük önem taşımaktadır. Onkoloji hekimleri, hemşireler, psikologlar, fizyoterapistler ve diyetisyenlerin iş birliği, hem semptom yönetiminin etkinliğini artırmakta hem de hastaların tedavi sürecine aktif katılımını desteklemektedir. Hemşirelik bakımı, hasta eğitimi, semptom izlem ve tedaviye uyumun sürdürülmesinde kilit rol üstlenmektedir.

İlaç Uygulama Yolları

Hormonoterapi, farklı farmakolojik ajanlar ve uygulama yolları aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Uygulama yolu; hastalığın türüne, tedavi amacına ve hasta özelliklerine göre belirlenmektedir.

Oral Uygulama (Tablet/Kapsül)

Oral hormonoterapi, özellikle meme kanserinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu ilaçlar genellikle günlük olarak ağızdan alınır ve uzun süreli tedavi gerektirir.

Bu grupta yer alan başlıca ilaçlar:

- Tamoksifen: Östrojen reseptörü pozitif meme kanserinde, hem premenopozal hem de postmenopozal kadınlarda kullanılmaktadır.
- Aromataz inhibitörleri (anastrozol, letrozol, eksemestan): Özellikle postmenopozal kadınlarda periferik dokularda östrojen sentezini baskılayarak etki göstermektedir.

Oral tedavilerde ilaç uyumu büyük önem taşımakta olup, düzensiz kullanım tedavi etkinliğini azaltabilmektedir.

Parenteral Uygulama (İntramüsküler/Subkutan Enjeksiyon)

Parenteral hormonoterapi, özellikle prostat kanserinde androjen baskılanması amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu ilaçlar belirli aralıklarla sağlık profesyonelleri tarafından uygulanmaktadır.

- GnRH agonistleri ve antagonistleri testosteron üretimini baskılamak amacıyla kullanılmaktadır.
- Enjeksiyonlar aylık, üç aylık veya altı aylık depot formlar şeklinde uygulanabilmektedir.

Bu uygulama yolu, uzun dönemli hormon baskılanmasının sürdürülebilmesini sağlamakla birlikte, vazomotor semptomlar ve metabolik değişiklikler gibi sistemik yan etkilerle ilişkilidir.

Cerrahi Uygulamalar (Nadiren)

Bazı olgularda hormon üretiminin kalıcı olarak baskılanması amacıyla cerrahi girişimler tercih edilebilmektedir.

- Ooferektomi, premenopozal meme kanseri hastalarında over kaynaklı östrojen üretimini ortadan kaldırmak için uygulanabilmektedir.
- Orşiektomi, ileri evre prostat kanseri hastalarında androjen baskılanması amacıyla kullanılabilmektedir.

Günümüzde cerrahi yöntemler, geri dönüşümsüz olmaları nedeniyle medikal hormonoterapiye kıyasla daha sınırlı kullanılmaktadır.

Tedaiye Uyum ve Süreklilik

Adjuvan hormon tedavisinin kanıtlanmış klinik etkinliğine rağmen, tedaviye uyum ve süreklilik önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Sistematik derlemelerde hormonoterapiye uyum oranlarının %41–72 arasında değiştiği, 5 yıllık tedavi sürecinin sonunda tedaviyi bırakma oranlarının ise %31–73'e ulaştığı bildirilmektedir (Murphy ve ark., 2012; Hershman ve ark., 2010).Tedaviye uyumu etkileyen faktörler arasında yan etkilerin şiddeti, hastaların tedaviye ilişkin inançları, bilgi eksikliği, psikososyal destek yetersizliği ve yaşam kalitesinin yaşam süresine kıyasla daha öncelikli görülmesi yer almaktadır (Moon ve ark., 2017; Brett ve ark., 2018; Green ve ark., 2022).

Hemşirelik Bakımı ve Semptom Yönetimi

Hormonoterapi alan hastalarda hemşirelik bakımı, semptomların erken tanılanması, düzenli izlenmesi ve hasta eğitiminin sağlanması açısından kritik bir role sahiptir. Yapılandırılmış hemşirelik girişimlerinin, semptom farkındalığını artırdığı, tedaviye uyumu güçlendirdiği ve yaşam kalitesini olumlu yönde etkilediği bildirilmektedir (Burhenn & Smudde, 2015; Graetz ve ark., 2018).

Referanslar

SCO. (2018). *Breast cancer: Adjuvant endocrine therapy guidelines*. American Society of Clinical Oncology.

Brett, J., Boulton, M., Fenlon, D., Hulbert-Williams, N. J., Walter, F. M., Donnelly, P., & Watson, E. K. (2018). Adjuvant endocrine therapy after breast cancer: A qualitative study of factors associated with adherence. *Patient Preference and Adherence, 12*, 291–300. https://doi.org/10.2147/PPA.S146694

Burhenn, P. S., & Smudde, J. (2015). Using tools and technology to promote education and adherence to oral agents for cancer. *Clinical Journal of Oncology Nursing, 19*(3), 53–59. https://doi.org/10.1188/15.CJON.S3.53-59

Burstein, H. J., Lacchetti, C., Anderson, H., Buchholz, T. A., Davidson, N. E., Gelmon, K. A., … Griggs, J. J. (2019). Adjuvant endocrine therapy for women with hormone receptor–positive breast cancer: ASCO clinical practice guideline focused update. *Journal of Clinical Oncology, 37*(5), 423–438. https://doi.org/10.1200/JCO.18.01160

Chumsri, S. (2015). Clinical utilities of aromatase inhibitors in breast cancer. *International Journal of Women's Health, 7*, 493–499. https://doi.org/10.2147/IJWH.S63594
Clancy, C., Lynch, J., O'Connor, P., & Dowling, M. (2020). Breast cancer patients' experiences of adherence and persistence to oral endocrine therapy: A qualitative evidence synthesis. *European Journal of Oncology Nursing, 44*, 101706. https://doi.org/10.1016/j.ejon.2019.101706
DeSantis, C. E., Fedewa, S. A., Goding Sauer, A., Kramer, J. L., Smith, R. A., & Jemal, A. (2016). Breast cancer statistics, 2015: Convergence of incidence rates between black and white women. *CA: A Cancer Journal for Clinicians, 66*(1), 31–42. https://doi.org/10.3322/caac.21320
Dowsett, M., Cuzick, J., Ingle, J., Coates, A., Forbes, J., Bliss, J., … Peto, R. (2010). Meta-analysis of breast cancer outcomes in adjuvant trials of aromatase inhibitors versus tamoxifen. *Journal of Clinical Oncology, 28*(3), 509–518. https://doi.org/10.1200/JCO.2009.23.1274
Graetz, I., McKillop, C. N., Stepanski, E., Vidal, G. A., Anderson, J. N., & Schwartzberg, L. S. (2018). Use of a web-based app to improve breast cancer symptom management and adherence for aromatase inhibitors: a randomized controlled feasibility trial. *Journal of Cancer Survivorship*, *12*(4), 431-440.
Green, S. M., French, D. P., Graham, C. D., Hall, L. H., Rousseau, N., Foy, R., ... & Smith, S. G. (2022). Supporting adjuvant endocrine therapy adherence in women with breast cancer: the development of a complex behavioural intervention using Intervention Mapping guided by the Multiphase Optimisation Strategy. *BMC Health Services Research*, *22*(1), 1081.
Hacıbekiroğlu, İ., Kodaz, H., & Türkmen, E. (2015). İleri evre prostat kanserinde hormon tedavisi. *Türk Onkoloji Dergisi, 30*(1), 25–33.
Hershman, D. L., Kushi, L. H., Shao, T., Buono, D., Kershenbaum, A., Tsai, W. Y., & Neugut, A. I. (2010). Early discontinuation and nonadherence to adjuvant hormonal therapy in early-stage breast cancer. *Journal of Clinical Oncology*, *28*(27), 4120–4128. https://doi.org/10.1200/JCO.2009.25.9655
Lambert, L. K., Balneaves, L. G., Howard, A. F., & Gotay, C. C. (2017). Patient-reported factors associated with adherence to adjuvant endocrine therapy after breast cancer. *Breast Cancer Research and Treatment, 167*, 615–633. https://doi.org/10.1007/s10549-017-4530-1
Lakhani, S. R., Ellis, I. O., Schnitt, S. J., Tan, P. H., & van de Vijver, M. J. (2012). *WHO classification of tumours of the breast*. IARC Press.
Moon, Z., Moss-Morris, R., Hunter, M. S., Carlisle, S., & Hughes, L. D. (2017). Barriers and facilitators of adjuvant hormone therapy adherence and persistence in women with breast cancer: a systematic review. *Patient preference and adherence*, 305-322.
Murphy, C. C., Bartholomew, L. K., Carpentier, M. Y., Bluethmann, S. M., & Vernon, S. W. (2012). Adherence to adjuvant hormonal therapy among breast cancer survivors in clinical practice: a systematic review. *Breast cancer research and treatment*, *134*(2), 459-478.
Scully, O. J., Bay, B. H., Yip, G., & Yu, Y. (2012). Breast cancer metastasis. *Cancer Genomics & Proteomics, 9*, 311–320.
Senkus, E., Kyriakides, S., Ohno, S., Penault-Llorca, F., Poortmans, P., Rutgers, E., ... & ESMO Guidelines Committee. (2015). Primary breast cancer: ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up. *Annals of oncology*, *26*, v8-v30.
Sun, Y. S., Zhao, Z., Yang, Z. N., Xu, F., Lu, H. J., Zhu, Z. Y., & Zhu, H. P. (2017). Risk factors and preventions of breast cancer. *International Journal of Biological Sciences, 13*(11), 1387–1397. https://doi.org/10.7150/ijbs.21635
Underwood, E. A., et al. "Cognitive effects of adjuvant endocrine therapy in older women treated for early-stage breast cancer: A 1-year longitudinal study." *Supportive Care in Cancer* 27.8 (2019): 3035-3043.

TOZ VE GRANÜL POTASYUM SÜLFAT GÜBRELERİNİN TURP YETİŞTİRİCİLİNDE KARŞILAŞTIRILMASI

Ahmet Şafak MALTAŞ
Akdeniz University, Finike Vocational School, Department of Plant and Animal Production, Finike, Turkiye.
ORCİD: 0000-0001-7056-3771

ÖZET
Bu çalışmada, potasyum sülfat gübresinin granül ve toz halindeki uygulamalarının turp bitkisinin beslenmesine, meyve verimi ve kalitesine olan etkileri araştırılmıştır. Araştırma, U1: kontrol (sadece kimyasal gübreleme), U2: 20 kg/da toz potasyum sülfat+kimyasal gübreleme ve U3: 20 kg/da granül potasyum sülfat+kimyasal gübreleme olacak şekilde üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Potasyum sülfat gübresi turp yapraklarında bulunan fosfor ve potasyum elementlerinin konsantrasyonlarını kontrole göre artırmıştır. Ancak bu elementlerin beslenmesi üzerine toz potasyum sülfatın granül olana göre daha etkili olduğu belirlenmiştir. Turp yapraklarında bulunan demir, mangan ve çinko elementlerinin konsantrasyonu, uygulamalarının etkisi ile artmıştır. Turp yapraklarında bulunan demir elementi üzerine toz potasyum sülfatın daha etkili olduğu belirlenmiştir. Turp yapraklarında bulunan mangan ve çinko elementlerinin konsantrasyonu açısından potasyum sülfat uygulamaları arasında istatistiksel olarak farklılık belirlenememiştir. Potasyum sülfat gübresi uygulamaları, ortalama meyve ağırlığı ve meyve verimini kontrole oranla artırmış; ortalama meyve çapı değerleri arasında ise istatistiksel farklılık meydana getirmemiştir. Uygulamaların ortalama meyve çapı değerleri arasında istatistiksel farklılık oluşturmamasına rağmen, ortalama meyve ağırlığı değerlerini artması, turp meyvelerin iç yoğunluğunun kontrole göre daha yüksek olduğunu düşündürmektedir. Bu durum, tüketici memnuniyeti açısından iç yoğunluğu önemli olan turp bitkisinin pazar değeri ve raf ömrü bakımından önemli bir sonuçtur. Uygulamalar kendi içerisinde kıyaslandığında ise toz formunda uygulanan potasyum sülfat gübresinin, granül olana göre ortalama meyve ağırlığını %5.62 ve meyve verimini %11.71 oranında artırmıştır. Turp bitkisinin gelişimi üzerine, potasyum sülfat gübresi uygulamalarının etkili olduğu ve toz formunda olan gübrenin, granül formda olana oranla daha iyi olabileceği belirlenmiştir.
Anahtar kelimeler: *Raphanus sativus L.*, turp, potasyum sülfat, kireçli toprak

COMPARISON OF POWDERED AND GRANULAR POTASSIUM SULFATE FERTILIZERS IN RADISH CULTIVATION

ABSTRACT
This study investigated the effects of granular and powdered potassium sulfate fertilizer applications on the nutrition, fruit yield, and quality of radish plants. The study was conducted in triplicate with the following treatments: U1: control (only chemical fertilization), U2: 20 kg/da powdered potassium sulfate+chemical fertilization, and U3: 20 kg/da granular potassium sulfate+chemical fertilization. Potassium sulfate fertilizer increased the concentrations of phosphorus and potassium elements in radish leaves compared to the control. However, powdered potassium sulfate was found to be more effective than granular potassium sulfate in terms of the nutrition of these elements. The concentration of iron, manganese, and zinc elements found in radish leaves has increased with the effect of the applications. It has been determined that powdered potassium sulfate is more effective on the iron element found in radish leaves. No statistically significant difference was found between potassium sulfate applications in terms of the concentration of manganese and zinc elements found in radish leaves. Potassium sulfate fertilizer applications increased the average fruit weight and fruit yield

compared to the control; however, no statistically significant difference was found between the average fruit diameter values. Although the applications did not create a statistical difference in average fruit diameter values, the increase in average fruit weight values suggests that the internal density of radish fruits is higher than the control. This is an important result in terms of the market value and shelf life of radish, a plant for which internal density is important for consumer satisfaction. When the applications were compared within themselves, potassium sulfate fertilizer applied in powder form increased the average fruit weight by 5.62% and fruit yield by 11.71% compared to the granular form. Regarding the development of the radish plant, it has been determined that potassium sulfate fertilizer applications are effective and that powdered may be more effective than granular.
Keywords: *Raphanus sativus L*., radish, potassium sulfate, calcareous soil

1. INTRODUCTION

Radish (Raphanus sativus L.) is one of the most important root vegetables in the Raphanus genus of the Brassicaceae family and serves as a food source for humans because it provides sufficient amounts of carbohydrates, protein, vitamins A and C, folic acid, potassium, B6, riboflavin, magnesium, calcium, fiber, and protein (Alwan et al. 2023; Thakur et al. 2023). The upper parts of the plant can also be used as leafy vegetables. Radish has also been used in medicine as a laxative, stimulant, digestive stimulant, appetite stimulant, and remedy for stomach ailments (Kaya 2023). Radish roots can vary in size, shape, and color. If the radishs are black in color, they are called bayır; if they are red and small, they are called fındık; and if they are white, they are called kestane turp (Vural et al. 2000). The radish plant is not very selective in terms of soil requirements. It grows well in light-textured loamy, sandy-loamy, and sandy soils. Shape deformities and cracks occur in soils with high clay content. The ideal soil pH value for radish cultivation is between 6.0 and 7.4. Radishes are very sensitive to soil salinity, and yields decrease in salty soils (Melakeberhan et al. 2008).

Potassium is one of the most important macronutrients in plant production after nitrogen and phosphorus, playing a fundamental role in many physiological processes such as photosynthesis, enzyme activation, water balance, and product quality (Sinha and Tandon 2020). Adequate and balanced potassium nutrition is particularly important for improving yield and quality parameters in plants that exhibit root and tuber development. In this context, the radish plant, which exhibits rapid growth and has a short vegetation period, is frequently studied in fertilization research due to its sensitivity to potassium nutrition (Baloch et al. 2014; Shilpa et al. 2023).

Potassium sulfate (K_2SO_4) is a suitable potassium source for plants sensitive to chlorine, and its sulfur content provides additional benefits to plant nutrition. However, the uptake of potassium fertilizers by plants can vary depending on the chemical structure of the fertilizer, its physical form, soil properties, and application method. Particularly in sandy soils, where nutrients are more susceptible to leaching, the effects of fertilizer properties such as solubility and surface area on plant nutrient uptake become even more significant (Osman 2012; Tahir and Marschner 2017).

Granular and powdered fertilizers may differ in terms of dissolution rate, distribution in the soil, and nutrient availability in the root zone. Powdered fertilizers have a higher specific surface area, which can increase uptake by plants as they dissolve quickly; granular forms, on the other hand, can provide a more controlled release of nutrients (Timilsena et al. 2015; Lawrencia et al. 2021). Elucidating the effects of these differences, particularly on the concentrations of micro- and macro-nutrients in plant tissues and on yield and quality parameters, is important for optimizing fertilization strategies.

In this study, the effects of the physical form (powder and granule) of potassium sulfate fertilizer on nutrient element concentrations, fruit weight, and yield in radish plants were evaluated in sandy soils to determine the more effective fertilizer form.

2. MATERIAL AND METHODS

The experiment was conducted on the application field of Finike Vocational School, Akdeniz University. Some soil characteristics of the field where the experiment was conducted are given in Table 1.

Table 1. Some characteristics of the test soil

Soil characteristics	Soil analysis result
Organic matter (%)	1.93
Lime (%)	21.40
pH	7.36
EC (dS/m)	0.27
Texture	Sandy loam

The study was conducted in three treatments with three replications: control (chemical fertilization only), 20 kg/da powdered potassium sulfate + chemical fertilization, and 20 kg/da granular potassium sulfate + chemical fertilization. Chemical fertilization was applied to all treatments using a drip irrigation system at a rate of 8 kg/da N, 5 kg/da P2O5, and 8 kg/da K2O. White chestnut radish were used in the study, and radish seeds were sown 15 days after the application of potassium sulfate fertilizer to the plots. Harvesting was carried out 65 days after sowing. During harvesting, the leaf part was separated from the root part, and the soil on the root part of the radishs was washed with tap water. Weighing was performed to determine the yield value without any soil residue on the root part.

In the study, leaf samples were collected, washed with distilled water, and then dried at 65°C until a constant weight was achieved. Total nitrogen in the leaf samples of the radish plant was determined using the modified Kjeldahl method for plant analysis (Kacar and İnal 2008). Plant samples were incinerated and analyzed using an ICP-OES device to determine the total phosphorus, potassium, calcium, magnesium, iron, manganese, zinc, and copper values in the leaves (Kacar and İnal 2008). Soil samples were analyzed for pH (Jackson, 1967), electrical conductivity (Bower and Wilcox 1965), texture (Bouyoucos, 1955), lime (CaCO3) (Evliya, 1964), and organic matter (Black, 1965).

3. RESULTS AND DISCUSSION

The effects of potassium sulfate fertilizer applications on the macroelement content in the leaves of white radish plants are presented in Table 2.

Potassium sulfate fertilizer applications were found to increase the phosphorus and potassium content in the leaves of radish plants. It was determined that the applications had no statistically significant effect on the nitrogen, calcium, and magnesium content in the leaves of radish plants.

Table 2. Effects of applications on the macroelement content in radish leaves

Application	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
U1	4.77	0.30b	3.89c	0.87	0.35
U2	4.11	0.41ab	5.07b	0.94	0.39
U3	4.32	0.48a	5.93a	0.82	0.42
Significance	n.s.	**	**	n.s.	n.s.
Minimum	4.11	0.30	3.89	0.82	0.35
Maximum	4.77	0.48	5.93	0.94	0.42
Mean	4.40	0.40	4.96	0.88	0.39
% difference	16.06	60.00	52.44	14.63	20.00

** : P ≤0.01, ns: insignificant

When examining the minimum and maximum values of macroelement nutrition in white radish leaves between applications, differences of 16.06% in nitrogen, 60.00% in phosphorus, 52.44% in potassium, 14.63% in calcium, and 20.00% in magnesium were determined.

The increase in phosphorus and potassium content in radish leaves following potassium sulfate fertilizer applications can be attributed to potassium's regulatory role in nutrient transport and metabolic processes within the plant. Previous studies have also reported that potassium promotes the uptake of phosphorus from the root zone and its transport within the plant, which can increase phosphorus accumulation in leaf tissues (Wang et al. 2021). Furthermore, the high solubility of potassium sulfate fertilizer in water may have contributed to more efficient potassium uptake by plants under sandy soil conditions.

In contrast, the fact that potassium sulfate applications do not have a statistically significant effect on leaf nitrogen, calcium, and magnesium levels can be explained by the uptake of these elements being regulated by mechanisms independent of potassium. The fact that nitrogen uptake is largely dependent on the applied nitrogen source and mineralization processes, while calcium and magnesium are transported in the soil mainly by mass flow and root zone competition, may have limited the effect of potassium sulfate applications on these nutrient elements. These findings indicate that potassium sulfate fertilizer has a selective nutritional effect on radish plants and particularly improves phosphorus and potassium nutrition.

Under calcareous soil conditions, potassium sulfate fertilizer applied in powder form may have increased phosphorus uptake more than the granular form. In calcareous soils, phosphorus forms insoluble compounds with calcium, reducing its availability, which is a common problem. Previous studies have also reported that sulfur in the sulfate form contained in potassium sulfate limits calcium-phosphorus binding by creating a pH decrease in the root zone, thereby increasing phosphorus solubility (Ghosh et al. 2021; Lv et al. 2025). The faster dissolution of powdered fertilizer and the rapid and more homogeneous delivery of sulfate ions to the root zone may have contributed to this effect being more pronounced in calcareous soil conditions.

The effects of potassium sulfate fertilizer applications on the microelement content in the leaves of white radish plants, average fruit diameter, average fruit weight, and total fruit yield values are presented in Table 3.

Potassium sulfate fertilizer applications were found to increase the iron, manganese, and zinc content in the leaves of the radish plant. Additionally, potassium sulfate fertilizer increased the average fruit weight and average yield values of the radish plant. It was determined that the applications had no statistically significant effect on the copper content in the leaves or the average fruit diameter.

Table 3. Effects of applications on the microelement content in radish leaves, average fruit diameter, average fruit weight, and total fruit yield

Application	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Average fruit diameter (mm)	Average fruit weight (g)	Total fruit yield (ton/da)
U1	89.2b	20.1b	32.1b	6.5	51.27	161.46b	0.95c
U2	103.7ab	30.8a	41.6a	9.7	55.73	179.98a	1.24a
U3	111.4a	32.5a	42.4a	7.8	54.02	170.41ab	1.11b
Significance	*	**	***	n.s.	n.s.	***	**
Minimum	89.2	20.1	32.1	6.5	51.27	161.46	0.95
Maximum	111.4	32.5	42.4	9.7	55.73	179.98	1.24
Mean	101.4	27.8	38.7	8.00	53.67	170.62	1.10
% difference	24.89	61.69	32.08	49.23	8.70	11.47	30.53

* : P ≤0.05, ** : P ≤0.01, * ** : P ≤0.001, ns: insignificant

When examining the minimum and maximum values among the applications in terms of microelement nutrition of white radish leaves, differences of 24.89% in iron, 61.69% in manganese, 32.08% in zinc, and 49.23% in copper were determined. Similarly, differences of 8.70% in average fruit diameter, 11.47% in average fruit weight, and 30.53% in total fruit yield were detected.

The increase in iron, manganese, and zinc content in the leaves of radish plants following potassium sulfate fertilizer applications can be attributed to the sulfur content creating a pH-regulating effect in the root zone, thereby enhancing the solubility and uptake of these microelements by the plant (Shah et al. 2022). It is known that the availability of micronutrients such as iron, manganese, and zinc is limited, especially in calcareous soil conditions, and it is thought that potassium sulfate fertilizer may have partially reduced this limitation. The faster dissolution of potassium sulfate applied in powder form and the rapid arrival of sulfate ions to the root zone may have contributed to a more pronounced increase in the uptake of these microelements compared to the granular form.

Increased iron, manganese, and zinc uptake is considered to indirectly contribute to the observed increase in average fruit weight and total yield by supporting fundamental physiological processes such as photosynthetic activity, enzymatic reactions, and carbohydrate metabolism (Monib et al. 2023). In contrast, the lack of a statistically significant effect of copper applications on fruit diameter can be explained by the presence of copper in more stable forms in the soil and its uptake by plants being dependent on limited physiological regulatory mechanisms. Similarly, the limited change in fruit size suggests that the yield increase was mainly due to the increase in fruit weight and that the applications promoted biomass accumulation rather than fruit size. Furthermore, it is considered that increased phosphorus uptake may have indirectly contributed to the yield increase observed in the study by supporting fundamental physiological processes in the plant, such as energy metabolism, root development, and carbohydrate transport (Iqbal et al. 2023).

CONCLUSIONS

In this study, the effects of applying potassium sulfate fertilizer in powder and granular forms on the nutrition, yield, and certain quality characteristics of radish plants were evaluated under calcareous and sandy soil conditions. The findings showed that potassium sulfate applications increased phosphorus and potassium content in leaves, but did not have a statistically significant effect on nitrogen, calcium, and magnesium content. The high variation ranges observed in

phosphorus and potassium content, in particular, revealed the selective effect of the fertilizer on plant nutrition.

The sulfur content and physical form of potassium sulfate fertilizer were also decisive in terms of micro-nutrient elements. The increase in iron, manganese, and zinc contents indicates that the availability of these elements in calcareous soil conditions can be improved with potassium sulfate applications. The faster dissolution of potassium sulfate applied in powder form and its more homogeneous distribution in the root zone made the uptake of both macro and micro nutrients by the plant more effective compared to the granular form.

These improvements in nutrient uptake are directly related to the observed increases in average fruit weight and total yield. The lack of a significant effect of the applications on fruit diameter and copper content indicates that the yield increase occurred primarily through biomass accumulation rather than fruit size. Overall, it was concluded that applying potassium sulfate fertilizer in powder form is a more effective alternative than the granular form in terms of plant nutrition and yield in radish cultivation under calcareous and sandy soil conditions.

REFERENCES

Alwan OK, Hamdi GJ, Maleh RA, 2023. Methyl jasmonate and type of fertilization affect growth, production and accumulation of sulforaphane in black radish taproot. International Journal of Vegetable Science, 29(2), 178-194.

Baloch, P. A., Uddin, R., Nizamani, F. K., Solangi, A. H., & Siddiqui, A. A. (2014). Effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on growth and yield characteristics of radish (Raphinus sativus L.). *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, *14*(6), 565-569.

Black CA, 1965. Methods of soil analysis Part 2. Amer. Society of Agronomy Inc., Publisher Madisson, Wilconsin.

Bouyoucos GJ, 1955. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soils. Agronomy Journal, 4 (9): 434.

Bower CA Wilcox LL, 1965. Soluble salt methods of soil analysis, Methods of soil analysis Part 2, Am. Soc. Agron., No: 9, Madison, pp: 933-940, Wilconsin.

Evliya H, 1964. Kültür Bitkilerinin Beslenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 36: 292-294.

Ghosh, D., Mandal, M., & Pattanayak, S. K. (2021). Long term effect of integrated nutrient management on dynamics of phosphorous in an acid inceptisols of tropical India. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, *52*(19), 2289-2303.

Iqbal, A., Qiang, D., Xiangru, W., Huiping, G., Hengheng, Z., Xiling, Z., & Meizhen, S. (2023). Phosphorus and carbohydrate metabolism contributes to low phosphorus tolerance in cotton. *BMC Plant Biology*, *23*(1), 97.

Jackson MC, 1967. Soil chemical analysis. Prentice Hall of India Private'Limited, New Delhi, p. 498.

Kacar B, İnal A, 2008. Bitki analizleri. Nobel Yayınları: 1241, Ders Kitabı, Ankara.

Kaya N, 2023. Evaluation of Anti-Cytotoxicity and Anti-Genotoxicity of Raphanus sativus L. Tuber on Allium cepa L. Root Tips. Biology Bulletin, *50*(3), 293-299.

Lawrencia, D., Wong, S. K., Low, D. Y. S., Goh, B. H., Goh, J. K., Ruktanonchai, U. R., & Tang, S. Y. (2021). Controlled release fertilizers: A review on coating materials and mechanism of release. *Plants*, *10*(2), 238.

Lv, Q., Zhou, T., Zhou, X., Fan, J., Ren, X., Zhang, L., & Hu, S. (2025). Long Term Rice Cultivation in Saline-Alkaline Soil Improves Phosphorus Availability, Microbial activity, and Reduces P Mass Balance. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 1-17.

Melakeberhan H, Mennan S, Ngouajio M, Dudek T, 2008. Effect of Meloidogyne hapla on multi-purpose use of oilseed radish (Raphanus sativus). Nematology, 10(3), 375-379.

Monib, A. W., Niazi, P., & Sediqi, S. (2023). Investigating approaches for optimizing agricultural yield: A comprehensive review of the crucial role of micronutrients in enhancing plant growth and maximizing production. *Journal for Research in Applied Sciences and Biotechnology*, *2*(5), 168-180.
Osman, K. T. (2012). Plant nutrients and soil fertility management. In *Soils: Principles, properties and management* (pp. 129-159). Dordrecht: Springer Netherlands.
Shah, S. H., Islam, S., & Mohammad, F. (2022). Sulphur as a dynamic mineral element for plants: a review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, *22*(2), 2118-2143.
Shilpa, D., Sharma, M., Kaur, M., Kumar Sharma, A., Sharma, P., & Chauhan, M. (2023). Soil fertility, growth, yield and root quality of radish (Raphanus sativus L.) as influenced by integrated nutrient management practices. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, *54*(10), 1316-1333.
Sinha, D., & Tandon, P. K. (2020). An overview of nitrogen, phosphorus and potassium: Key players of nutrition process in plants. *Sustainable solutions for elemental deficiency and excess in crop plants*, 85-117.
Tahir, S., & Marschner, P. (2017). Clay addition to sandy soil reduces nutrient leaching—effect of clay concentration and ped size. *Communications in soil science and plant analysis*, *48*(15), 1813-1821.
Thakur KS, Yadav N, Bhardwaj RK, 2023. Effect of organic amendments in seed production of radish (Raphanus sativus). Ind. J. Agric. Sci, 93, 181-184.
Timilsena, Y. P., Adhikari, R., Casey, P., Muster, T., Gill, H., & Adhikari, B. (2015). Enhanced efficiency fertilisers: a review of formulation and nutrient release patterns. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *95*(6), 1131-1142.
Vural H, Eşiyok D, Duman İ, 2000. Kültür sebzeleri (Sebze Yetiştirme). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova İzmir, 440s.
Wang, Y., Chen, Y. F., & Wu, W. H. (2021). Potassium and phosphorus transport and signaling in plants. *Journal of Integrative Plant Biology*, *63*(1), 34-52

KAVUN YETİŞTİRİCİLİĞİNDE ELEMENTEL KÜKÜRT DOZLARININ ETKİSİ

Ahmet Şafak MALTAŞ
Akdeniz University, Finike Vocational School, Department of Plant and Animal Production, Finike, Turkiye.
ORCİD: 0000-0001-7056-3771

ÖZET
Bu çalışmada, elementel kükürt dozlarının, örtüaltında yetiştirilen kavun bitkisinin meyve verimi ve kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırma, A0: kontrol, A1: 50 kg/da elementel kükürt ve A2: 100 kg/da elementel kükürt olacak şekilde üç konu üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Kavun meyvelerinin meyve eti rengi değerleri incelendiğinde en yüksek L* değeri A2, en düşük L* değeri kontrol uygulamasından, en yüksek C* değeri A1 ve en düşük C* değeri kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Uygulamaların meyve dış kabuk rengi değerleri incelendiğinde ise, en yüksek C* değeri A2, en düşük C* değeri A1 uygulamasından, en yüksek h değeri A1 ve en düşük h değeri A2 uygulamasından elde edilmiştir. Kavun meyvesinin en yüksek SÇKM değeri A2, en düşük SÇKM değeri kontrol uygulamasında belirlenirken, en yüksek meyve içi sertlik değeri A1 uygulamasından en düşük meyve içi sertlik değeri kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Kavun meyvesinin en yüksek ortalama meyve ağırlığı, ortalama meyve çapı ve dekara verim değerleri A1, en düşük ortalama meyve ağırlığı, ortalama meyve çapı ve dekara verim değerleri kontrol uygulamasından elde edilmiştir. A2 uygulamasından elde edilen ortalama meyve ağırlığı (%10.44), ortalama meyve çapı (%12.35) ve dekara verim (%11.81) değerleri, A1 uygulamasından elde edilen değerlere göre daha düşük olarak belirlenmiştir. Kavun bitkisinin meyve verimi ve kalitesi için 50 kg/da elementel kükürt uygulamasının mevcut koşullar için en uygun doz olduğu belirlenmiştir.
Anahtar kelimeler: Meyve rengi, kireçli toprak, meyve çapı, meyve sertliği

THE EFFECT OF ELEMENTAL SULFUR DOSAGES IN MELON CULTIVATION

ABSTRACT
In this study, the effects of elemental sulfur doses on fruit yield and quality of melon plants grown under greenhouse conditions were investigated. The study was conducted in three replicates with three treatments: A0: control, A1: 50 kg/ha elemental sulfur, and A2: 100 kg/ha elemental sulfur. When examining the flesh color values of melon fruits, the highest L* value was obtained from A2, the lowest L* value from the control application, the highest C* value from A1, and the lowest C* value from the control application. When examining the fruit rind color values of the treatments, the highest C* value was obtained from A2, the lowest C* value from A1, the highest h value from A1, and the lowest h value from A2. The highest TSS value of the melon fruit was determined in A2, the lowest TSS value in the control application, while the highest fruit internal hardness value was determined in the A1 application and the lowest fruit internal hardness value in the control application. The highest average fruit weight, average fruit diameter, and yield per decare values for melon fruit were obtained from A1, while the lowest average fruit weight, average fruit diameter, and yield per decare values were obtained from the control application. The average fruit weight (%10.44), average fruit diameter (%12.35), and yield per decare (%11.81) values obtained from the A2 application were determined to be lower than the values obtained from the A1 application. It has been determined that applying 50 kg/da of elemental sulfur is the most suitable dose for the fruit yield and quality of the melon plant under current conditions.
Keywords: Fruit color, calcareous soil, fruit diameter, fruit firmness

1. INTRODUCTION
Melon (Cucumis melo L.) is a vegetable widely cultivated around the world and in Turkey, with high economic and nutritional value. Melon fruit is one of the most consumed vegetables in the

world due to its fiber, carbohydrates, folic acid, phosphorus, potassium, and calcium content, antioxidant compounds (β-carotene), and vitamins A and C (Ali et al. 2023). Melon plants grow better in temperate climates and require temperatures between 18-24°C for optimal growth (Kumar and Reddy 2021). Achieving high yields and quality products in melon cultivation is closely related to soil properties and plant nutrition management, as well as the selection of suitable varieties. In particular, soil reaction and nutrient availability directly affect the growth and development of the melon plant. A significant portion of agricultural soils in Turkey are calcareous (high $CaCO_3$ content) and exhibit an alkaline reaction (Maltaş et al. 2022). In such soils, high pH limits the availability of some nutrients important for plants, especially micronutrients such as phosphorus, iron, zinc, and manganese (Maltaş and Kaplan 2018). These limitations in nutrient uptake in melon plants grown in calcareous soil conditions can lead to weakened plant development and, consequently, yield losses.

Sulfur (S) is one of the essential nutrients for plants and plays a role in many physiological processes such as protein synthesis, enzyme activity, and chlorophyll formation (Narayan et al. 2023). However, sulfur applications can increase the availability of nutrients, particularly in calcareous soils, by contributing to the reduction of soil pH (Besharati 2017). Sulfuric acid, formed as a result of the oxidation of elemental sulfur or sulfur-containing fertilizers in the soil, can regulate soil reaction and create a more suitable environment for plant nutrition.

Recent studies have reported that sulfur applications have positive effects on growth and nutrient uptake in different plant species grown in calcareous soils (Nadeem et al. 2023; Sakin and Yanardağ 2023; Al-Mayahi et al. 2024; Abd El-Aziz et al. 2025). However, studies revealing the effects of sulfur use on plant development, particularly in calcareous soil conditions, are limited in melon plants. This situation necessitates research into the effectiveness of sulfur applications in melon cultivation.

This study was conducted to determine the effects of different sulfur applications on the growth of melon plants grown in calcareous soil conditions. The findings are expected to contribute to the development of appropriate feeding strategies for melon cultivation in calcareous soils.

2. MATERIAL AND METHODS

This study was conducted in the experimental greenhouse of Akdeniz University Finike Vocational School. The research subjects were determined as A0: Chemical fertilizer (control), A1: 50 kg/da elemental sulfur + chemical fertilizer, and A2: 100 kg/da elemental sulfur + chemical fertilizer. Chemical fertilization was applied as fertigation at a rate of 15 kg/da N, 10 kg/da P2O5, 20 kg/da K2O, 2.5 kg/da CaO, and 1.0 kg/da MgO. Sulfur applications were made 10 days before seedling planting and mixed with the soil. The Çıtırex F1 melon variety was used in the study. Seedlings were planted in the trial plots with 100 cm between rows and 40 cm within rows. All cultural practices (pruning, irrigation, spraying, etc.) after planting were carried out in the same manner in all application plots.

The study determined the flesh color, outer rind color, soluble solids content (TSS), internal firmness, and juice pH of the melon fruits. The average fruit diameter, average fruit weight, and average yield per decare were also determined for the melon fruits.

To determine the soluble dry matter (TSS) content in melon fruits, fruit samples were passed through a solid fruit press to obtain fruit juice. The TSS values in the samples taken from this filtrate were determined using a digital refractometer (Hanna HI96801, Hanna Instruments, USA). In the study, fruit internal firmness was measured at three different points inside the fruit after it was cut in half using a hand penetrometer.

The color measurements of the melon fruits were determined in the L*, C*, and h color planes using a Minolta CR-400 colorimeter (MINOLTA Camera Co, LTD Ramsey, NJ) (McGuire, 1992). To determine the color of the outer rind of the fruits, measurements were taken at three different points on the equatorial region. To determine the flesh color, measurements were taken

from three different points inside the fruit after cutting. The yield per decare was calculated by converting the total yield values obtained from each plot to decares.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The effects of elemental sulfur applications on the L*, C*, and h values of melon flesh color and fruit rind color are presented in Table 1. When examining the effects of elemental sulfur applications on the flesh color of melon plants, the highest L* value was obtained from A2, the lowest L* value from the control application, the highest C* value from A1, and the lowest C* value from the control application. When examining the fruit rind color values of the applications, the highest C* value was obtained from A2, the lowest C* value from A1, the highest h value from A1, and the lowest h value from A2.

Table 1. Effects of applications on the L*, C*, and h values of melon flesh color and fruit rind color

Applications	Flesh color			Fruit outer skin color		
	L* value	C* value	h value	L* value	C* value	h value
A0 (Control)	54.01b	10.08b	106.63	55.09	46.10b	86.51a
A1	56.99ab	13.12a	109.79	57.86	43.23c	88.94a
A2	58.41a	11.17ab	107.29	55.73	51.25a	84.11b
Significance	***	**	ö.d.	Ö.d	*	***
% difference	5.80	30.16	2.96	5.03	18.55	5.74

When considering the highest values obtained from elemental sulfur applications compared to the control application, it was determined that the flesh color L* and C* values of the melon fruit increased by 5.80% and 30.16%, respectively, and the outer peel color C* and h values increased by 18.55% and 5.74%, respectively. The applications did not create a statistical difference between the h value of the fruit flesh color and the L* value of the fruit outer skin color.

When evaluating the effects of elemental sulfur applications on color parameters in melon fruit, significant improvements were observed, particularly in parameters indicating color brightness and saturation in the fruit flesh and outer rind. The observed increases in L* and C* values for fruit flesh color suggest that sulfur applications may have partially regulated soil reaction under calcareous soil conditions, thereby increasing the availability of plant nutrients. Indeed, the acidic effect resulting from the oxidation of sulfur in the soil can increase the uptake of phosphorus and micronutrients (Fe, Zn), which can positively affect pigment synthesis and photosynthetic activity (Shah et al. 2022; Lal and Bhatla 2023).

The increase in fruit flesh color C* value indicates an increase in color saturation and supports the synthesis of pigments such as carotenoids. Similarly, increases in fruit peel color C* and h values suggest that sulfur applications have an indirect effect on the fruit ripening process and metabolic activities. Previous studies on different plants have also reported that sulfur applications can have positive effects on color and quality parameters in calcareous soils (Nazoori et al. 2022). However, the fact that there is no statistically significant difference between applications in terms of the h value of the fruit flesh color and the L* value of the fruit skin color indicates that sulfur applications have a greater effect on color brightness and saturation than on color tone. This situation may be related to the fact that color tone is more strongly controlled by factors such as genetic structure and harvest maturity (Schouten 2004). Elemental sulfur applications partially improve fruit color characteristics in melon plants grown in calcareous soil conditions; however, this effect does not encompass all color parameters. These findings suggest that sulfur applications may play a supportive role in melon fruit, particularly in terms of visual quality elements.

The effects of elemental sulfur applications on the TSS, fruit juice pH value, fruit internal hardness value, average fruit weight, average fruit diameter, and average yield values of melon

fruits are given in Table 2. The lowest values for the melon plant's TSS, fruit internal firmness, average fruit weight, average fruit diameter, and average yield criteria were obtained from the control application; the highest values for the same criteria were obtained from the A2, A1, A1, A1, and A1 applications, respectively. Elemental sulfur applications did not create a statistical difference in the fruit juice pH values of the melon plant.

Table 2. Effects of the applications on the TSS, fruit juice pH value, fruit internal hardness value, average fruit weight, average fruit diameter, and average yield values of melon fruits

Applications	TSS (%)	Fruit juice pH value	Fruit internal hardness value (N)	Average fruit weight (kg)	Average fruit diameter (cm)	Average yield (ton da^{-1})
A0 (Control)	7.20b	6.94	1.62b	1.35c	12.53b	4.15c
A1	9.73a	7.27	2.12a	1.81a	15.47a	5.42a
A2	10.57a	7.18	2.05a	1.62b	13.56ab	4.78b
Significance	*	ö.d.	**	**	**	**
% difference	46.81	4.76	30.86	34.07	23.46	30.60

When considering the highest values obtained from elemental sulfur applications compared to the control application, it was determined that the TSS, fruit flesh firmness, average fruit weight, average fruit diameter, and average yield values increased by 46.81%, 30.86%, 34.07%, 23.46%, and 30.60%, respectively. No statistically significant differences were detected between the applications in terms of fruit juice pH values.

When evaluating the effects of elemental sulfur applications on yield and some quality characteristics in melon plants, it was observed that TSS provided significant increases in fruit internal hardness and average yield components. The increase observed in TSS suggests that sulfur applications may have supported the plant's photosynthetic capacity and carbohydrate metabolism in calcareous soil conditions. Along with sulfur's role in protein and enzyme synthesis, it has been reported that the increase in nutrient element availability promotes the accumulation of assimilation products in the fruit (Marschner, 2012).

The increase in fruit firmness can be attributed to cell wall structure and tissue integrity. Improved nutrient balance in conjunction with sulfur applications may have supported the synthesis of cell wall components and fruit tissue development. Similarly, the observed increases in average fruit weight and fruit diameter indicate that the plant's vegetative growth and nutrient uptake during the fruit filling stage were positively affected. These results are consistent with previous studies reporting that sulfur applications in calcareous soils can have positive effects on plant growth and fruit size (Riffat et al. 2023).

The increase observed in average yield can be considered a result of the indirect effects of sulfur applications on both fruit number and fruit size. The partial regulation of soil pH may have increased the availability of phosphorus and micronutrients, supporting photosynthetic activity and the transport of assimilation products to the fruit. This highlights the yield-enhancing potential of sulfur in calcareous soil conditions (Magodia et al. 2024). However, the fact that there is no statistically significant difference in fruit juice pH values between treatments indicates that sulfur applications have a limited effect on fruit acidity. It has been reported that fruit juice pH is largely controlled by genetic structure and harvest maturity, and that the effect of fertilization practices on this parameter is often limited (Shewfelt and Del Rosario 2000). The findings obtained in this context are consistent with the literature.

CONCLUSIONS

This study has revealed the effects of elemental sulfur applications on fruit quality and yield characteristics in melon plants grown under calcareous soil conditions. The findings indicate that sulfur applications positively affect certain color parameters related to fruit flesh and outer rind color, thereby enhancing the visual quality of melon fruit. In particular, increases in L* and C* values, which indicate color brightness and saturation, indicate the indirect effects of sulfur on pigment formation processes.

Elemental sulfur applications had positive effects on internal quality parameters such as TSS and fruit internal firmness, as well as on average fruit weight, fruit diameter, and total yield. This can be explained by sulfur partially regulating soil reaction in calcareous soils, thereby increasing nutrient availability and consequently supporting plant growth and fruit filling. However, the lack of statistically significant differences between treatments in terms of fruit juice pH and some color parameters indicates that sulfur applications are not equally effective on all quality characteristics.

In general, it has been concluded that elemental sulfur applications have the potential to improve fruit quality and yield in melon cultivation under calcareous soil conditions. However, studies evaluating different sulfur doses, application times, and long-term effects will contribute to determining optimal sulfur usage strategies in melon cultivation.

REFERENCES

Abd El-Aziz, M. A., Abd Elghany, S. H., Elbagory, M., El-Gamal, B. A., AbdEl-Khalek, A. A., AbdEL-Azeem, S. M., & Khalifa, T. H. (2025). Enhancing Soil Health and Crop Performance Under Saline-Sodic Calcareous Soil: A Comparative Study of Nano-Sulfur and Mineral Sulfur Combined with Compost Application. Agronomy, *15*(3), 510.

Ali, S., Rahman, A. U., Ali, E., Karabulut, F., Ali, S., Ahmad, R., & Scopa, A. (2023). Insights on the nutritional profiling of cantaloupe (Cucumis melo L.) via 1-naphthalene acetic acid. Plants, *12*(16), 2969.

Al-Mayahi, A., Menezes-Blackburn, D., Al-Ismaily, S., Al-Busaidi, H., Al-Siyabi, A., Al-Siyabi, B., & Al-Harrasi, N. (2024). Elemental sulfur effects on salt leaching, plant growth, nutrient uptake, and microbial diversity in an arid saline soil. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, *23*(3), 227-235.

Besharati, H. (2017). Effects of sulfur application and Thiobacillus inoculation on soil nutrient availability, wheat yield and plant nutrient concentration in calcareous soils with different calcium carbonate content. Journal of Plant Nutrition, *40*(3), 447-456.

Kumar, R., & Reddy, K. M. (2021). Impact of climate change on cucurbitaceous vegetables in relation to increasing temperature and drought. In Advances in Research on Vegetable Production Under a Changing Climate Vol. 1 (pp. 175-195). Cham: Springer International Publishing.

Lal, M. A., & Bhatla, S. C. (2023). Sulfur, phosphorus, and iron metabolism. In Plant physiology, development and metabolism (pp. 335-359). Singapore: Springer Nature Singapore.

Magodia, H. A., Jagasia, P. V., & Kale, A. P. (2024). Growth attributes of maize (Zea mays L.) crop and nutrient uptake as impacted by sulphur and micronutrients application. Int Res J Adv Eng Hub, 2(04), 907-19.

Maltas, A. S., & Kaplan, M. (2018). Effect of different amounts of acid application in fertigation on calcareous soil pH. Journal of Plant Nutrition, 41(4), 520-525.

Maltaş, A., Güneş, Z. N., & Kaplan, M. (2022). Elementel kükürt kireçli topraktaki baharlık domates yetiştiriciliğinde etkili olabilir mi?. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, 10(2), 97-104.

Mcguire RG 1992. Reporting of objective color measurements. HortScience, 27: 1254-1255.

Nadeem, S. M., Hanif, A., Khan, M. Y., Waqas, M. R., Ahmad, Z., Ashraf, M. R., & Naveed, M. (2023). Elemental sulphur with sulphur oxidizing bacteria enhances phosphorus availability and improves growth and yield of wheat in calcareous soil. Archives of Agronomy and Soil Science, 69(9), 1494-1502.
Narayan, O. P., Kumar, P., Yadav, B., Dua, M., & Johri, A. K. (2023). Sulfur nutrition and its role in plant growth and development. Plant Signaling & Behavior, 18(1), 2030082.
Nazoori, F., ZamaniBahramabadi, E., Mirdehghan, S. H., & Yousefi, M. (2022). Preharvest application of sulfur as pesticide on fresh hull and kernel of pistachio (Pistacia vera L.). International Journal of Horticultural Science and Technology, 9(1), 117-129.
Riffat, A., Ahmad, N., Ahmad, M. S. A., & Alvi, A. K. (2023). Sulfur: A macronutrient having potential to improve salinity tolerance in plants. Pakistan J. Bot, 55, 1321.
Sakin, E., & Yanardağ, İ. H. (2023). The influence of micronized sulfur amendments on the chemical properties of the calcareous soil and wheat growth. Journal of Plant Nutrition, 46(13), 3031-3040.
Schouten, R. E. (2004). Genetic and physiological factors affecting colour and firmness RE Schouten and O. van Kooten, Wageningen University and H. Jalink, IF Kappers, JFH Snel and W. Jordi, Plant Research International, The Netherlands. Understanding and Measuring the Shelf-life of Food, 69.
Shah, S. H., Islam, S., & Mohammad, F. (2022). Sulphur as a dynamic mineral element for plants: a review. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 22(2), 2118-2143.
Shewfelt, R. L., & Del Rosario, B. A. (2000). The role of lipid peroxidation in storage disorders of fresh fruits and vegetables. HortScience, 35(4), 575-579.
.

MINT ÜLKELERİNİN LEGATUM REFAH ENDEKSİ PERFORMANSI: EKONOMİK KALİTE VE YATIRIM ORTAMI BİLEŞENLERİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

Tuğçe ÇITIR
Yüksek Lisans Öğrencisi, İktisat, Karabük Üniversitesi,
ORCID: 0009-0001-9243-867X
Süleyman UĞURLU
Dr. Öğr. Üyesi, İktisat, Karabük Üniversitesi,
ORCID: 0000-0001-5942-9379

ÖZET
Genel olarak refah, ekonomik çıktıların yanısıra sağlık, eğitim, kurumsal kalite, sosyal sermaye ve kurallı bir yatırım ortamı gibi çok boyutlu kriterlerle değerlendirilmektedir. Bu doğrultuda ülkelerin temel makroekonomik hedefi de, Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) artışının ötesinde, toplumun genel refah düzeyini artırmak ve sürdürülebilir kılmaktır. Bu kapsamda çalışma, önemli yükselen ekonomilerden olan MINT (Meksika, Endonezya, Nijerya ve Türkiye) ülkelerinin refah performansını, Legatum Refah Endeksi (LPI) çerçevesinde, 2007-2023 dönemi verilerini kullanarak karşılaştırmalı olarak incelemeye odaklanmaktadır. Dolayısıyla bu çalışmanın temel amacı, sürdürülebilir refahın makro bileşenleri olan Ekonomik Kalite ve Yatırım Ortamı skorlarındaki yıllık değişimlerin analiz edilmesi ve bu değişimlerin ülkelerin genel refah performansı üzerindeki etkisinin ortaya konulmasıdır. Betimsel analiz metodolojisiyle, endeksin 17 yıllık verileri incelenerek MINT ülkelerine ait ilgili bileşenlerin eğilimleri sunulmuştur. Bulgular, ülkelerin refah değişiminde büyük bir kutuplaşma olduğunu ve bazı ülkelerde genel refah skorundaki küçük değişimlerin Ekonomik Kalite ve Yatırım Ortamı gibi makro-kurumsal temellerdeki ciddi düşüşlerden kaynaklandığını ortaya koymuştur.
Anahtar Kelimeler: Legatum Refah Endeksi, Ekonomik Kalite, Yatırım Ortamı

PERFORMANCE OF MINT COUNTRIES IN THE LEGATUM PROSPERITY INDEX: AN ASSESSMENT OF ECONOMIC QUALITY AND INVESTMENT ENVIRONMENT COMPONENTS

ABSTRACT
In general, prosperity is assessed based on multidimensional criteria such as economic output, health, education, institutional quality, social capital, and a regulated investment environment. Accordingly, the fundamental macroeconomic goal of countries is to increase and sustain the overall level of prosperity in society, beyond GDP growth. Within this scope, the study focuses on comparatively examining the prosperity performance of the MINT countries (Mexico, Indonesia, Nigeria, and Türkiye), which are important emerging economies, using data from the 2007-2023 period within the framework of the Legatum Prosperity Index (LPI). Therefore, the main objective of this study is to analyze the annual changes in the Economic Quality and Investment Environment scores, which are the macro components of sustainable prosperity, and to reveal the impact of these changes on the overall prosperity performance of the countries. Using descriptive analysis methodology, trends in the relevant components for MINT countries were presented by examining 17 years of index data. The findings reveal a significant polarization in the welfare changes of countries and that small changes in the overall welfare scores of some countries stem from serious declines in macro-institutional foundations such as Economic Quality and Investment Environment.
Keywords: Legatum Prosperity Index, Economic Quality, Investment Environment

1. GİRİŞ

Ülkelerin temel makroekonomik politika hedefi, ekonomik büyüme verilerinin ötesinde, toplumun genel refah düzeyini sürdürülebilir kılmaktır (Stiglitz vd., 2009). Refah, sadece ulusal gelirin artışını değil; aynı zamanda bu gelirin dağıtımını, yaşam kalitesini, toplumsal düzeni ve küresel rekabet gücünü belirleyen bütüncül bir kavramdır. Sürdürülebilir refahı sağlamak için hükümetler, ekonomik istikrarı, sosyal uyumu ve sağlam kurumsal yapıları hedefleyen uzun vadeli makroekonomik stratejiler uygulamaktadır (Davoodi vd., 2021; Yalçin, 2024).

Geleneksel olarak, ülkelerin gelişmişlik düzeyinin ölçülmesinde Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) gibi tekil ekonomik göstergeler esas alınmaktadır. Ancak GSYİH'nin; gelir eşitsizliğini, çevresel maliyetleri veya kurumsal zayıflıkları yansıtmaması, refah tanımının genişlemesine yol açmıştır (Karacan, 2020). Güncel iktisat literatüründe, refahın artık yalnızca ekonomik çıktı ile değil; aynı zamanda güçlü kurumlar, sosyal sermaye, sağlık, eğitim ve kurallı bir yatırım ortamı gibi çok sayıda faktörle tanımlandığı kabul edilmektedir (Kabakçı Günay & Sülün, 2021; Khan & Ahmad, 2020).

Refah tanımının genişlemesi, GSYİH'nın ekonomik başarının ötesindeki temel unsurları ihmal etmesinden kaynaklanmaktadır. Modern iktisat, sosyal sermayeyi (toplumsal güven ve uyum) ve kurumsal kaliteyi (hukukun üstünlüğü ve mülkiyet hakları) sürdürülebilir refahın temel belirleyicileri olarak görmektedir. Sosyal boyut, ekonomik büyümenin kapsayıcı olmasını ifade etmektedir. Bir diğer ifadeyle iktisadi gelişme dolayısıyla elde edilen faydaların toplumun tüm kesimlerine yayılmasına olanak sağlamaktadır. Bu bağlamda sağlık, eğitim ve sosyal uyum kritik öneme sahiptir. Yüksek insan sermayesi ve düşük gelir eşitsizliği, refahın uzun vadede sürdürülebilir ve istikrarlı olmasına katkı sunar. Kurumsal boyut ise kurumsal kalitenin düzeyine bağlı olarak ekonominin öngörülebilirliğini ve güvenilirliğini belirler. Sağlam kurumlar ve kurallı bir yatırım ortamı, sermaye akışını teşvik eder ve ekonomik aktörlerin uzun vadeli plan yapmasını sağlayarak makroekonomik performansı destekler (Acemoğlu & Robinson, 2012). Bu çok boyutlu refah anlayışı, onu yalnızca GSYİH ile ölçmenin çok zor olduğunu göstererek, yeni ve kapsamlı ölçüm araçlarının geliştirilmesini teşvik etmiştir. Bu araçlardan biri de Londra merkezli Legatum Enstitüsü tarafından geliştirilen Legatum Refah Endeksi (LPI)'dir.

LPI, 2007 yılından bu yana 167 ülkenin refahını 3 tematik alan altında sınıflandırılmış 12 farklı bileşen üzerinden istikrarlı bir şekilde takip etmektedir. Makro-iktisadi bakış açısıyla ele alındığında, LPI'nın 12 bileşeni arasından Ekonomik Kalite ve Yatırım Ortamı bu makalenin temelini oluşturan iki önemli bileşendir. Ekonomik kaliteye odaklanılmasının nedeni refah seviyesinin artırılmasında ekonomik istikrarın büyük rol oynamasıdır. Zira ekonomik istikrarın olmaması, sermaye kaçışını tetikleyerek uzun vadeli refahı doğrudan tehdit etmektedir (Karagöz & Ergün, 2020). Buna benzer bir şekilde güçlü bir Yatırım Ortamının (mülkiyet hakları, sermayeye erişim) olmaması da, yatırım iştahını düşürerek refah seviyesini olumsuz etkilemektedir (Puente-López vd., 2022). Bu kapsamda ekonomik kalite, bir ekonominin ne kadar güçlü ve dayanıklı olduğunu ve sürdürülebilir bir şekilde zenginlik oluşturmak için ne kadar iyi donanımlı olduğunu ölçen bileşendir ve makroekonomik istikrarın temelini oluşturur. Yatırım ortamı bileşeni ise, yatırımların ne ölçüde korunduğunu ve kolayca erişilebilir olup olmadığını ölçerek kurumsal güvenceyi ve girişimciliği yansıtmaktadır (Bu iki bileşenin ve diğer on bileşenin alt kırılımları Tablo 1'de detaylandırılmıştır.)

Bu çalışma, küresel ekonomideki yükselen rolleri nedeniyle dikkat çeken ve iktisat literatüründe önemli bir ülke grubu olarak kabul edilen Meksika, Endonezya, Nijerya ve Türkiye'den oluşan MINT ülkelerine odaklanmaktadır. Çalışmanın temel amacı, MINT ülkelerinin LPI'nin Ekonomik Kalite ve Yatırım Ortamı bileşenlerindeki yıllar içindeki (2007-2023) değişimlerinin kıyaslamalı olarak analiz edilmesidir.

2. LEGATUM REFAH ENDEKSİ HAKKINDA AÇIKLAMALAR

Legatum Refah Endeksi, 167 ülkenin 2007'den bu yana 17 yıllık verisini aynı göstergelerle barındıran ve sekiz bölgede küresel nüfusun %99,4'ünü kapsayan örneklem oranı ile çalışan kapsamlı bir ölçümdür. 81 farklı veri kaynağından beslenen bu endeks için 105 farklı uzmandan tavsiye alınmıştır. Endeks, Legatum Enstitüsü'nün refah anlayışı çerçevesinde oluşturulmuş; buna göre refahın, her bireyin temel özgürlüklerini ve güvenliğini koruyan güçlü bir sosyal sözleşmeye sahip Kapsayıcı Toplumlar tarafından desteklenmesi, sürdürülebilir yollar üretmek için fikirlerden ve yeteneklerden yararlanan Açık Ekonomiler tarafından yönlendirilmesi ve insanların kendi başına bir şeyler yapma yeteneğine sahip olmasıyla mümkün kılan Yetkilendirilmiş/Güçlendirilmiş İnsanlar olmak üzere üç tematik alan altında sınıflandırılması gerekmektedir. Bu tematik alanlar altında yapılandırılan Endeks, 12 refah bileşeni ve 67 uygulanabilir politika alanı (öğe) içermekte olup, bu yapı 300'den fazla gösterge tarafından desteklenmektedir (Legatum Prosperity Index, 2023).

LPI'nın 12 refah bileşeni; Emniyet ve Güvenlik, Kişisel Özgürlük, Yönetişim, Sosyal Sermaye, Yatırım Ortamı, Girişimcilik Koşulları, Pazar Erişimi ve Altyapısı, Ekonomik Kalite, Yaşam Koşulları, Sağlık, Eğitim ve Doğal Çevre olarak sıralanmaktadır. Tablo 1'de Legatum refahının temel bileşenleri ve alt öğeleri gösterilmekte olup, bu tabloda 67 adet uygulanabilir politika alanı tanımlanmıştır.

Tablo 1: Legatum refah bileşenleri ve alt öğeleri

Refah Bileşeni	**Uygulanabilirlik Politika Alanı (Öğeler)**
Yönetişim	Hükümet Etkinliği
	Devlet Bütünlüğü ve Hükümetin Dürüstlüğü
	Düzenleme Kalitesi
	Yönetim Kısıtlamaları
	Hukukun Üstünlüğü
	Siyasi Sorumluluk
	Kurumsal Güven
Kişisel Özgürlük	İfade Özgürlüğü ve Bilgiye Erişim
	Yasal Ayrımcılığın Yokluğu
	Sözleşme Kısıtlamaları
	Toplanma ve Örgütlenme Özgürlüğü
	Ajans (Temsil Yetkisi)
Sosyal Sermaye	Sosyal Ağlar
	Yurttaşlık ve Sosyal Katılım
	Kişisel ve Aile İlişkileri
	Kişilerarası Güven
	İşgücü Piyasası Esnekliği
	Sosyal Hoşgörü
Yatırım Ortamı	Uluslararası Ekonomi
	Uluslararası Yatırıma İlişkin Kısıtlamalar
	Sözleşme Yürütme
	Yatırımcı Koruması

	Finansal Sistem
Girişimcilik Koşulları	İş Oluşturma Ortamı
	Yurtiçi Piyasa Rekabet Edebilirliği
	Mevduat Yükü
	Fiyat Bozulmaları
	Mülkiyet Hakları
Ekonomik Kalite	Mali Sürdürülebilirlik
	Makroekonomik İstikrar
	İşgücü Katılımı
	Hareketlilik
	Üretkenlik ve Rekabet Edebilirlik
Pazar Erişimi ve Altyapısı	Ulaşım
	İletişim
	Enerji
	İthalat Tarifesi Engelleri
	Pazara Erişilebilirlik
Emniyet ve Güvenlik	Siyasi Kaynaklı Terör ve Şiddet
	Terörizm
	Savaş ve İç Çatışma
	Şiddet Suçu
	Mülkiyet Suçu
	Bağlantılılık
Yaşam Koşulları	Temel Hizmetler
	Maddi Kaynaklar
	Barınma
	Zarardan Korunma
	Beslenme
Eğitim	Okul Öncesi Eğitim
	İlköğretim
	Orta öğretim
	Yüksek öğretim
	Yetişkin Becerileri
Sağlık	Fiziksel Sağlık
	Ruh Sağlığı
	Bakım Sistemleri
	Davranışsal Risk Faktörleri
	Uzun Ömür
Doğal Çevre	Emisyonlar

	Hava Kirliliğine Maruz Kalma
	Koruma Çabaları
	Okyanuslar
	Tatlı su
	Orman, Arazi ve Toprak

Kaynak: Legatum Prosperity Index, 2023

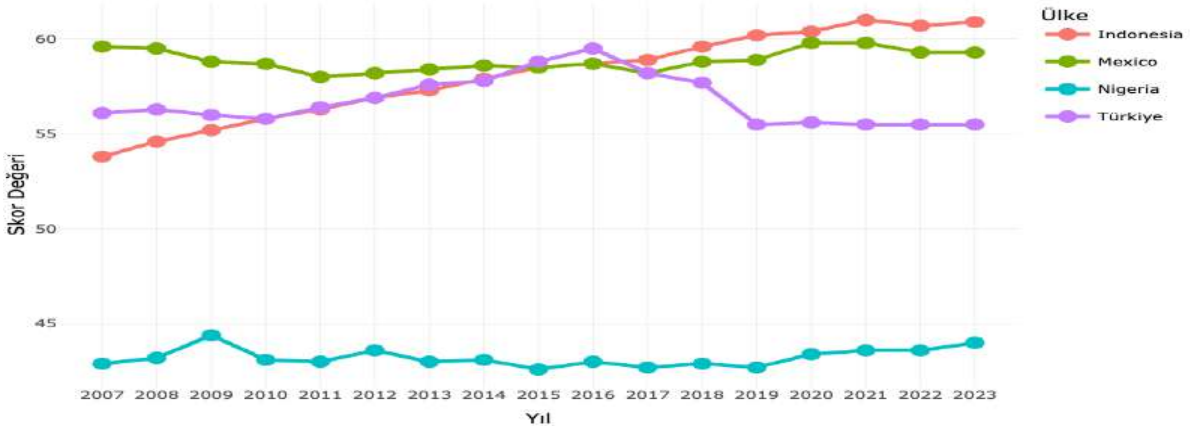
3. MINT ÜLKELERİNİN LEGATUM REFAH ENDEKSİ KAPSAMINDAKİ DURUMU: 2007-2023

Legatum Refah Endeksi skorları 0 ile 100 arasında değişmekteyken yüksek skorlar daha yüksek ve sürdürülebilir refah düzeyine işaret etmektedir. Bu endeks yayınlandığından beri hiçbir ülke tam (100) puana ulaşamamıştır (2023 yılında en yüksek skor 84.5 puan ile Danimarka'ya aittir). Bu bağlamda, MINT ülkelerinin 2023 yılındaki ortalama puanı 54.92 ile küresel ortalamaya yakın olup, gelişmekte olan piyasaların genel refah düzeyini yansıtmaktadır.

MINT ülkelerinin Legatum Refah Endeksi genel skorları (2007-2023) incelendiğinde, Nijerya ile diğer ülkeler arasında belirgin bir kutuplaşma olduğu gözlemlenmektedir. Meksika, Türkiye ve Endonezya yüksek-orta skor aralığında (53-61 puan) yer alırken; Nijerya diğer üçünden belirgin şekilde ayrılarak 42-44 puan aralığında düşük bir performans sergilemiştir.

Endonezya, 2007'den bu yana Genel LPI skorunu %13.20 oranında artırarak refahını en çok iyileştiren MINT ülkesi olmuştur. Nijerya ise aynı dönemde Genel LPI skorunu %2.56 artırmıştır. Buna karşılık Türkiye ve Meksika, 17 yıllık periyotta küçük çaplı gerilemeler yaşamıştır.

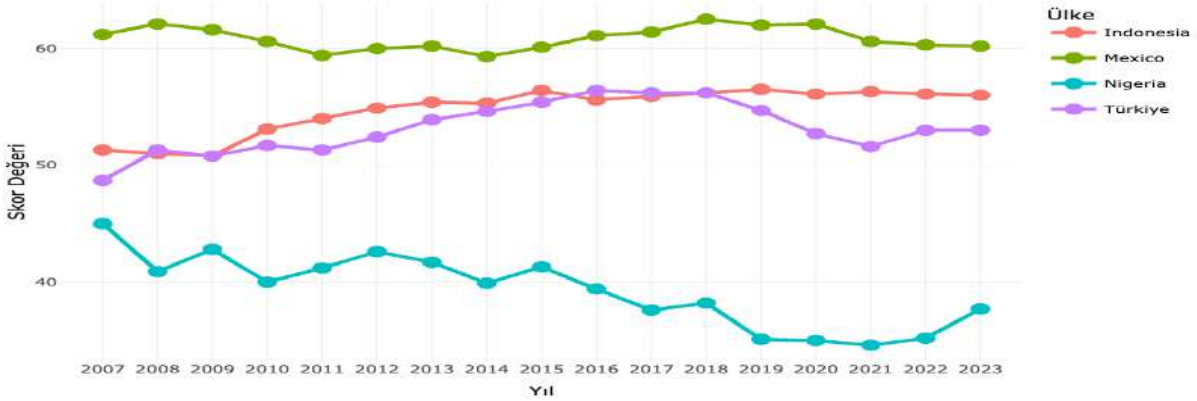
Grafik 1: MINT Ülkeleri: Refah Endeksi Skorları (2007-2023)



3.1. MINT ülkeleri: Ekonomik kalite skoru (2007-2023)

Ekonomik Kalite Skoru eğilimleri, MINT ülkelerinin refahının makroekonomik boyutundaki performansında belirgin bir farklılaşma sergilemektedir. Grafik 2'ye göre Meksika'nın 60 puanın üzerindeki yatay seyri, nispeten yüksek ve istikrarlı bir ekonomik kaliteyi işaret etmektedir. Endonezya ve Türkiye, 2007 yılından 2023 yılına kadar olan süreçte kümülatif olarak sırasıyla %9.16 ve %8.83 oranında pozitif bir gelişim sergileyerek ekonomik kalitelerini artırmayı başarmışlardır. Buna karşın Nijerya, aynı dönemde %16.22'lik bir gerileme yaşayarak makroekonomik istikrar ve mali sürdürülebilirlik alanlarında negatif yönde ayrışmıştır.

Grafik 2: MINT Ülkeleri: Ekonomik Kalite Skorları (2007-2023)

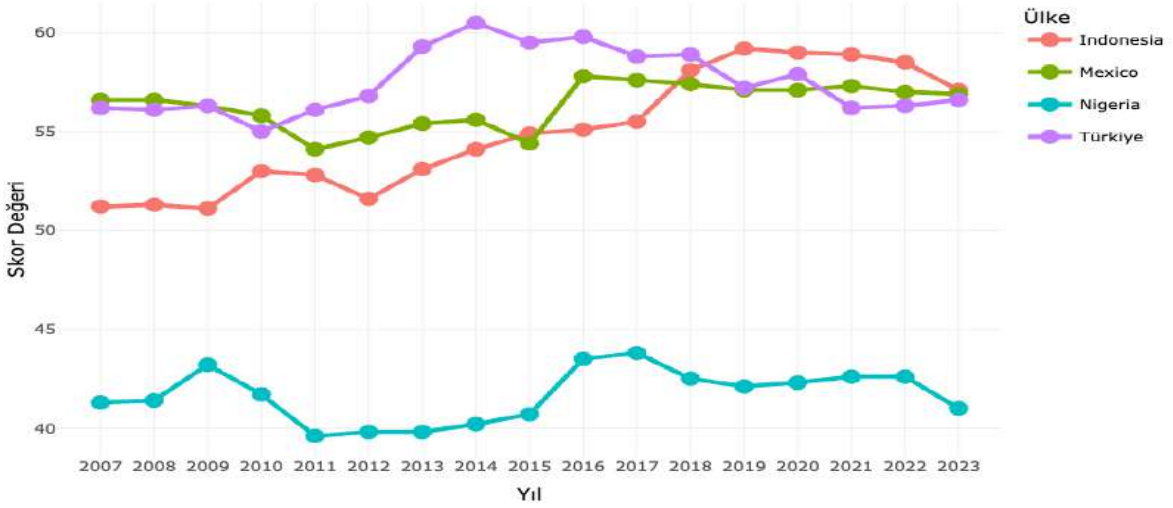


Türkiye, 2016 yılındaki göreceli zirvesinden (56.40 puan) sonra başlayan düşüş trendi (Grafik 2), Ekonomik Kalite bileşenindeki bir gerilemeyi yansıtmaktadır. Bu düşüş, makroekonomik istikrar alt kırılımındaki bozulmanın somut bir çıktısı olarak değerlendirilebilir.

Nijerya ise 45 puanın altındaki en düşük skor aralığında yer almaktadır. Dönem boyunca yaşadığı düşüşler (%-16.22) ile Mali Sürdürülebilirlik ve Üretkenlik öğelerinde zafiyetleri olduğunu düşündürmektedir. Bu durum, ülke ekonomisinin emtia fiyat şoklarına karşı yüksek yapısal hassasiyetini göstermektedir.

3.2. MINT ülkeleri: Yatırım ortamı skoru (2007-2023)

Grafik 3: MINT Ülkeleri: Yatırım Ortamı Skorları (2007-2023)



Yatırım Ortamı Skoru eğilimleri (Grafik 3), MINT ülkelerinin kurumsal güvence, sözleşme yürütme ve yatırımcı koruması alanlarındaki performansını göstererek, ekonomik performanstaki farklılaşmanın kurumsal temellerine ışık tutmaktadır. İncelenen 17 yıllık periyotta, MINT ülkeleri arasında belirgin bir farklılaşma gözlemlenmiştir.

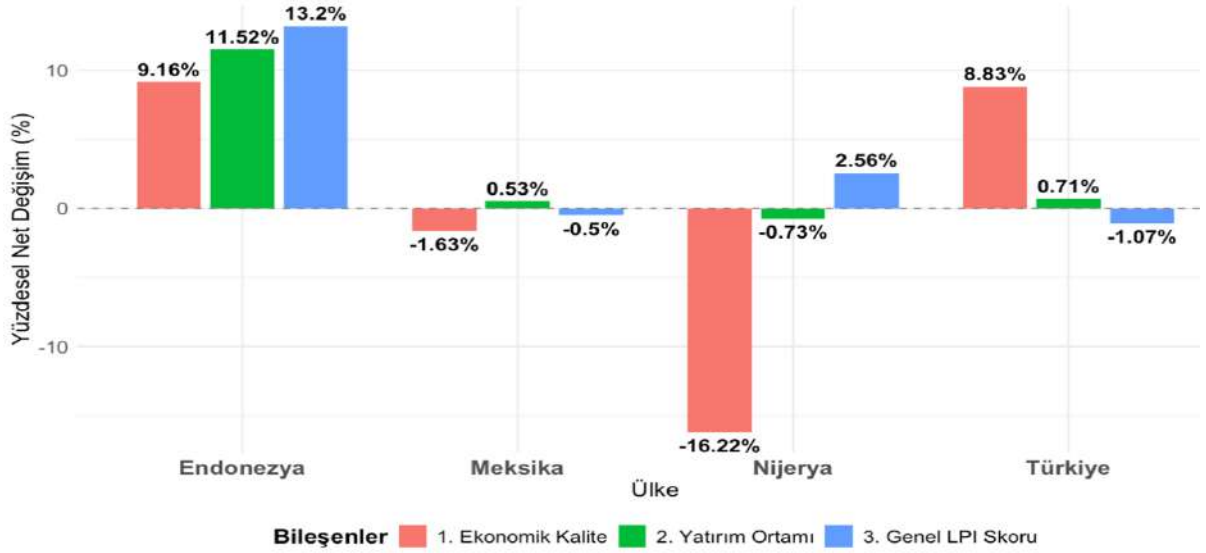
Endonezya, bu bileşende en büyük kurumsal iyileşmeyi kaydetmiştir. Endonezya, 2007'deki 51.20 puandan 2023'te 57.10 puana yükselerek, skorunu %11.52'lik bir artışla tamamlamıştır. Meksika ise dönemin başlangıcında 56.60 puandan 2011'de 54.10 puana kadar düşüş yaşasa da, toparlanarak 2023'te 56.90 puana ulaşmıştır. Türkiye, yatırım ortamı skorunda 2014 yılında 60.50 puanla zirve yapmış, bu tarihten sonra bir gerileme dönemine girmiş olsa da 2023 itibarıyla 56.60 puana ulaşarak 2007 yılındaki seviyesinin kümülatif olarak %0.71 üzerine çıkmayı başarmıştır. Nijerya ise dönemin başından (41.30 puan) sonuna (41.00 puan) hafif bir gerileme yaşayarak %-0.73'lük düşüşle MINT grubundaki en zayıf yatırım ortamı kalitesini sergilemiştir. Nijerya'ya ait puanın düşük ve durağan olmasının, ülkede yatırım iştahının zayıf kalmasında kurumsal güvence eksikliğinin temel faktörlerden biri olduğu düşünülmektedir.

3.4. Refah performansı özet tablosu ve dönem başından itibaren net değişim analizi (2007–2023)

Önceki üç bileşenin skorlarını, ülkelerin 2007-2023 arası dönemde kaydettiği toplam refah değişimi ile özetlemek mümkündür. Bir ülkenin refah performansındaki net değişimi ölçmek için, yüzdesel değişim formülü kullanılmıştır:

$$Yüzdesel\ Değişim = \left(\frac{Son\ Yıl\ Skoru - Başlangıç\ Yılı\ Skoru}{Başlangıç\ Yılı\ Skoru}\right) \times 100$$

Grafik 4: MINT Ülkeleri: Refah Performansında Net Değişim (2007-2023)



Grafik 4'e göre Endonezya, Genel LPI Skorunu %13.20 oranında artırarak refahını en çok iyileştiren ülke olurken, bu kazancın temel olarak Yatırım Ortamı (%11.52) ve Ekonomik Kalite (%9.16) bileşenlerindeki iyileşmelerden beslendiği görülmektedir. Türkiye'nin Genel LPI skorunda %-1.07'lik sınırlı bir gerileme yaşansa da, alt bileşenlerde Ekonomik Kalite (%8.83) ve Yatırım Ortamı (%0.71) bazında pozitif bir kümülatif değişim kaydedilmiştir. Meksika ise Genel LPI Skorunda %-0.50 ve Ekonomik Kalitede %-1.63 ile en durağan performansını sergileyen ülke olurken, Yatırım Ortamında %0.53 ile pozitif ivme yakalamıştır. Nijerya ise Genel LPI skorunu %2.56 oranında artırmasına rağmen Ekonomik Kalite bileşeninde %-16.22 ile ciddi bir bozulma yaşamıştır. Nijerya'daki genel refah artışının ekonomik kalitedeki bu sert düşüşe rağmen endeksin diğer sosyal ve kurumsal bileşenlerindeki iyileşmelerle dengelendiği anlaşılmaktadır.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bir ülkenin ekonomik ve sosyal yapısını şekillendiren temel göstergeler; milli gelir, eğitim, sağlık düzeyi, toplumsal ve bireysel güvenlik, yatırım ortamı, kurumsal koşullar gibi birbirleriyle bağlantılı birçok faktörden oluşmaktadır. Bu unsurların birbirini tamamlayacak şekilde yönetilmesi, sürdürülebilir ekonomik büyüme ve kalkınmanın gerçekleşmesi konusunda büyük öneme sahiptir. Ekonomik gelişmenin diğer alanlara olumlu yansıyarak tüm değişkenlerin karşılıklı olarak birbirini güçlendirdiği bir yapı oluştuğunda ise toplum genelinde daha yüksek refah ve yaşam kalitesi sağlanabilir. Ancak bu değişkenler arasındaki destekleyici bağlar zayıf kaldığında, ekonomik büyüme tek başına refah artışı yaratmayabilir.

Giménez & Zárate (2016)'ya göre, bir ülkede refahın sağlanması için ekonomik büyüme gereklidir ancak ekonomik büyümenin sağlanması refahın artacağı anlamına gelmemektedir. Ekonomik büyümenin yanı sıra ekonomik dönüşüm, eğitim, sağlık, adalet, demokrasi, adil gelir dağılımı gibi birçok alanda ilerleme gerekmektedir.

Yukarıda ifade edilmeye çalışılan duruma, bu çalışmanın bulguları kapsamında Nijerya ve Endonezya zıt örnekler olarak verilebilir. Nijerya, zengin petrol rezervlerine rağmen, Legatum Refah Endeksi genel skorunda (Grafik 1) diğer MINT ülkelerinden belirgin şekilde ayrılarak en düşük performansı sergilemiştir. Ülkenin Ekonomik Kalite (%-16.22) bileşeninde yaşadığı net kayıp, ekonomik gücün ve emtia gelirlerinin refaha bir bütün olarak yansımadığını göstermektedir. Buna karşılık Endonezya, incelenen dönemde hem Yatırım Ortamı (%11.52) hem de Ekonomik Kalite (%9.16) bileşenlerinde kaydettiği güçlü iyileşmelerle, Genel Refah skorunu %13.20 oranında artırarak grubun en başarılı ülkesi olmuştur. Bu iki zıt örnek, ekonomik kalkınmanın tek başına değil, sağlam kurumsal temeller birlikteliğinde ilerlemesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Ülkelerin refah endeksi kapsamında daha iyi bir konuma gelebilmeleri için yukarıda ifade edilen değişkenler konusunda, özellikle de düşük performans sergiledikleri alanlarda yoğunlaşmaları gerekmektedir. Bu açıdan MINT ülkelerinin, çalışmanın ana odak noktası olan makro-kurumsal temeller konusunda köklü reformlara ihtiyaç duydukları sonucu ortaya çıkmaktadır. Endonezya'nın, elde ettiği bu başarıyı kalıcı hale getirmek için ekonomik ve kurumsal düzenlemelere devam etmesi; Türkiye'nin, Ekonomik Kalite ve Yatırım Ortamı bileşenlerinde sergilediği kümülatif gelişimi koruyarak, bu güçlü temelleri makroekonomik istikrar ve küresel rekabet gücüyle daha da desteklemesi ve refah artışını sürdürülebilir kılması; Nijerya'nın, petrol gelirlerine bağımlılıktan kurtulmak için Ekonomik Kalite alanında çeşitliliğe gitmesi ve Yatırım Ortamını daha güvenli hale getirmesi; Meksika'nın ise yatırımcı güvenini artırmak amacıyla ulusal ve uluslararası yatırım politikalarını düzenleyerek ekonomik istikrar ve kalitesini geliştirmesi gerekmektedir. Bu sonuç, refah analizinde makro-kurumsal zemin iyileşmeden elde edilen kısa vadeli sosyal ilerlemelerin kırılgan olduğunu göstermektedir.

KAYNAKÇA

Acemoğlu, D., & Robinson, J. A. (2012). *Ulusların düşüşü: Güç, zenginlik ve yoksulluğun kökenleri* (S. Silahlı, Çev.). Doğan Kitap, İstanbul.

Davoodi, H. R., Montiel, P., & Ter-Martirosyan, A. (2021). Macroeconomic stability and inclusive growth. *IMF Working Papers, 2021*(081), 1-36. https://doi.org/10.5089/9781513574363.001

Kabakçı Günay, E., & Sülün, D. (2021). The evaluation of the impact of social capital on economic development within the framework of the Legatum Prosperity Index: The case of OECD countries. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 20*(80), 1982-1996. https://doi.org/10.17755/esosder.864792

Karacan, R. (2020). Ekonomik büyüme refah düzeyini artırır mı? Hoşnutsuzluk endeksi yaklaşımı ile test edilmesi: Endonezya, İran ve Suudi Arabistan örneği. *Journal of Emerging Economies and Policy, 5*(1), 17-22.

Karagöz, K., & Ergün, S. (2020). Türkiye'de ekonomik istikrarsızlığın kaynakları: Ekonometrik bir değerlendirme. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 15*(2), 169-185.

Khan, A. J., & Ahmad, H. R. (2020). Prosperity and instability: An evaluation of Legatum Prosperity Index. *Papers and Proceedings, 17*(1), 407-431.

Puente-López, J. L., Lis-Gutiérrez, J. P., & Pulido-Flórez, J. S. (2022). The legatum prosperity index and non-cooperative tax jurisdictions (2021). *Procedia Computer Science, 203,* 514-519. https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.07.072

Stiglitz, J. E., Sen, A., & Fitoussi, J. P. (2009). *Report by the commission on the measurement of economic performance and social progress*. Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress.

Şahin, Y., & Aydemir, E. (2022, Kasım 10). Batı Avrupa Ülkelerinin Gelişmişlik Düzeylerinin Legatum Refah Endeksi Göstergeleri Bağlamında Analizi. *ICAENS 2022: 4th International Conference on Applied Engineering and Natural Sciences*. Konya, Türkiye.

Şener, S. (2022). Legatum Refah Endeksi Göstergeleri ve Verileri Kullanılarak Refahın Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Değerlendirilmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 17*(1), 46-70. https://doi.org/10.17153/oguiibf.981581

Uysal Saraç, M., Yıldırım, Y., Eşici, H., Büyüköztürk, Ş., Pagnini, F., & Langer, E. (2024). Validation and measurement invariance of the Langer mindfulness scale: The Turkish version. *Frontiers in Psychology, 15*, 1474577. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1474577

Yalçin, A. (2024). Türkiye'de 2003-2023 Yılları Arasında Gerçekleşen Enflasyonun Mutluluk Düzeyine Etkileri. *Journal of International Management Educational and Economic Perspectives, 12*(2), 135-146.

Yalçin, A., & Yalçin, S. (2022). Legatum refah endeksi kapsamında Güney Kafkasya ülkelerine bakış (2007-2020). *Ekonomi Bilimleri Dergisi, 14*(1), 23-41. https://doi.org/10.55827/ebd.1052840

Yusuf, E., & Şahin, A. (2022). Batı Avrupa Ülkelerinin Gelişmişlik Düzeylerinin Legatum Refah Endeksi Göstergeleri Bağlamında Analizi. *4th International Conference on Applied Engineering and Natural Sciences*, 10-13 Kasım, Konya-Türkiye.

DIŞA AÇIKLIĞIN İŞGÜCÜ PİYASASINDA AYRIŞTIRICI ETKİSİ: GENEL VE GENÇ İŞSİZLİK ANALİZİ

Muhammet ARIKAN
Yüksek Lisans Öğrencisi, İktisat, Karabük Üniversitesi
ORCID: 0009-0000-8006-2268
Süleyman UĞURLU
Dr. Öğr. Üyesi, İktisat, Karabük Üniversitesi
ORCID: 0000-0001-5942-9379

ÖZET
Ülkelerin çözüm aradığı en önemli iktisadi sorunlardan biri işsizliktir. İşsizliğin giderilmesi hususunda neredeyse tüm ülkeler büyük gayret içerisindedirler. Ayrıca politika yapıcılar işsizlikle mücadele ederken sorunun tespiti ve çözüm yollarının geliştirilmesi için işsizliği etkileyen makroekonomik dinamikleri göz önünde bulundurmaktadırlar. Bu kapsamda dış ticaret, sıklıkla değerlendirilen makroekonomik dinamiklerin başında gelmektedir. Dış ticaret hacminin gayrisafi yurtiçi hasılaya oranı olarak ifade edilen ticari açıklık oranının işsizlik üzerindeki etkisine yönelik birçok çalışma bulunmasına rağmen; bu çalışmaların bulguları zıt yönde kanıtlar sunmaktadır. Dolayısıyla literatürde ticari açıklık ve işsizlik arasındaki ilişki hakkında net bir ortak görüş ortaya konulamamıştır. Bu görüş ayrılıkları, konunun ilgi çekici olmasını sürdürmektedir. Bu çalışma, oldukça esnek olan ABD emek piyasasında ticari açıklığın işsizlik üzerindeki ayrıştırıcı etkilerini analiz ederek genel işsizlik ve genç işsizliği arasındaki farklılaşmayı ortaya koymayı amaçlamaktadır. 1970–2024 dönemine ait yıllık zaman serisi verileri kullanılarak gerçekleştirilen analizde, değişkenler arasındaki kısa ve uzun dönem ilişkileri ARDL sınır testi yaklaşımı ile incelenmiştir. Genel işsizlik oranı ve genç işsizlik oranının bağımlı değişken olarak kullanıldığı iki farklı modelde ticari açıklık, doğrudan yabancı yatırımlar, enflasyon ve kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla bağımsız değişkenler olarak yer almıştır. Çalışmanın bulgularına göre ticari açıklık, genel işsizlik üzerinde olumlu bir etki (genel işsizliği azaltma) meydana getirirken, genç işsizlik üzerinde ise olumsuz bir etki (genç işsizliği artırma) meydana getirmektedir. Bu iki zıt bulgunun, çalışmayı oldukça ilgi çekici kıldığı düşünülmektedir.
Anahtar Kelimeler: Dış Açıklık, İşsizlik, Genç İşsizlik, ARDL

THE DIVERGENT EFFECTS OF TRADE OPENNESS IN THE LABOR MARKET: AN ANALYSIS OF OVERALL AND YOUTH UNEMPLOYMENT

ABSTRACT
One of the most important economic problems that countries seek to solve is unemployment. Almost all countries are making great efforts to eliminate unemployment. Furthermore, when combating unemployment, policymakers consider the macroeconomic dynamics that affect unemployment to identify the problem and develop solutions. In this context, foreign trade is one of the most frequently evaluated macroeconomic dynamics. Although there are many studies on the effect of the trade openness ratio, expressed as the ratio of foreign trade volume to gross domestic product, on unemployment, the findings of these studies provide contradictory evidence. Therefore, no clear consensus has been reached in the literature on the relationship between trade openness and unemployment. These differences of opinion continue to make the subject interesting. This study aims to analyze the differential effects of trade openness on unemployment in the highly flexible US labor market and to reveal the differentiation between overall unemployment and youth unemployment. Using annual time

series data for the period 1970–2024, the analysis examines the short- and long-term relationships between the variables using the ARDL bounds test approach. In two different models where the overall unemployment rate and youth unemployment rate were used as dependent variables, trade openness, foreign direct investment, inflation, and gross domestic product per capita were included as independent variables. According to the findings of the study, trade openness has a positive effect (reducing overall unemployment) on overall unemployment, while it has a negative effect (increasing youth unemployment) on youth unemployment. These two contrasting findings are considered to make the study quite interesting.
Keywords: Trade Openness, Unemployment, Youth Unemployment, ARDL

1. GİRİŞ

İşsizlik, ekonomik büyümeyi olumsuz etkilemesinin yanı sıra, gelir dağılımının bozulması ve yoksulluk gibi problemlerle de yakından ilgilidir. Bu yönüyle işsizlik, sosyal ve ekonomik olarak pek çok sorunu da beraberinde getirdiğinden, ülkeler açısından takip edilmesi gereken ciddi bir olgudur (Kingdon ve Knight, 2004). Ülkelerin işsizlik problemini çözme dışında uğraş verdikleri bir diğer konu ise iktisadi büyümedir. İktisat literatüründe, GSYH'deki yüksek büyüme oranlarının istihdamı artırarak işsizliği azalttığı genel kabul gören bir görüştür (Sadiku vd., 2015). İktisadi büyüme sürecinde dış ticaret önemli unsurlar arasında yer almaktadır. Dış ticaretin ülkeler açısından refah artışı sağladığı fikri, A. Smith ve D. Ricardo'ya kadar dayanmaktadır (Saçık, 2009). Ekonominin gelişim aşamasında dış ticaretin artması emek istihdamını artırarak işsizlik probleminin azaltılmasına katkı sağlayabilmektedir. Bu kapsamda literatürde dışa açıklığın (ticari açıklığın) işsizliği azalttığına dair bulgular olması, işsizlikle mücadele ederken dış ticaretin bir politika aracı olarak kullanılmasına olanak sağlayabilir.

Küreselleşmenin hızlanması ülkelerin dış âlemle olan ticari faaliyetlerindeki artışı da beraberinde getirmiştir. Malların, hizmetlerin ve varlıkların ülkeler arasında bir engelle karşılaşmadan hareket etmesine imkân sağlayan küresel ekonomi, gelişmekte olan ekonomilerin uluslararası pazardan ileri teknolojiyi ve görece ucuz sermaye mallarını elde etmesine katkı sağladığı için ekonomik büyüme ve kalkınma açısından önemli bir konumdadır (Rodrik, 2007).

Ülkelerin dış ticaret işlemlerinin büyüklüğü ile ilgili değerlendirme yapabilmek için başvurulan kavramlardan biri olan dışa açıklığı tanımlamak için kullanılan en yaygın ifade, bir ülkenin bir dönemdeki ithalat ve ihracat toplamının GSYH'ye oranıdır. Dışa açıklık oranının artması ülkenin dışa açıklık düzeyinin de arttığını gösterir. Bir ülke açısından dışa açıklığın artmasının beraberinde neleri getirdiğini incelerken odaklanılan konulardan biri de işsizliğin bundan nasıl etkilendiğidir. Literatürde dışa açıklık-işsizlik konusunda farklı yönde bulgular ortaya konularak net bulgulara ulaşılamaması, araştırmacıların ilgisini devam ettirmektedir.

İşsizlik sorunun öğesi insandır. İnsanlar farklı yaş dönemlerinde farklı duygu, beceri ve fiziksel özelliklere sahiptir. Dolayısıyla işsizlik problemini çözmeye çalışırken beşerî ve demografik özellikleri dikkate almamak, istenilen sonuca ulaşılmasını zorlaştıracaktır. Bu düşünce ile yola çıkılarak bu çalışmanın amacı ABD'de dışa açıklığın genel işsizlik ve genç işsizliği üzerindeki etkisini incelemektir. Örneklemin ABD olarak seçilmesinin nedeni, Dünya Bankası (2023) verilerine göre dünyadaki toplam ithalat içindeki %13,45 payı ile ilk sırada ve toplam ihracat içindeki %8,44 payı ile ikinci sırada yer almasıdır. Ayrıca esnek bir işgücü piyasasına sahip olan ABD, dünya ticareti için lokomotif görevi üstlenen önemli ülkelerden biridir. Bununla birlikte ABD, hem yüksek GSYH hem de yüksek dışa açıklık seviyelerine sahip olması sebebi ile küreselleşmenin temel göstergelerinden biri olan dışa açıklığın işsizlik üzerindeki ayrıştırıcı etkilerini analiz etmek için oldukça uygun bir ülke olarak görülmüştür. Bu çalışmada elde edilen dışa açıklığın genel ve genç işsizlik üzerindeki zıt bulgularının, literatüre önemli bir katkı yaptığı düşünülmektedir.

2. LİTERATÜR

Küreselleşmenin hızlanması ve ülkelerin birbirleriyle olan ticaretlerinin artması sonucu dışa açıklık ve işsizlik arasındaki ilişkiyi incelemek üzere birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar incelendiğinde dışa açıklığın işsizliği nasıl etkilediği konusunda farklı bulguların ortaya çıktığı görülmektedir. Genel olarak literatürde dışa açıklığın işsizliği azalttığı tespit edilmiştir. Bu kapsamda Gozgor (2014), G7 ülkeleri için dört farklı dışa açıklık ölçüsü kullanmış (nominal açıklık, reel açıklık, ekonomik küreselleşme endeksi ve KOF küreselleşme endeksi) ve dışa açıklık arttıkça işsizliğin azaldığı sonucuna varmıştır. Nwosa vd. (2020), 1980-2018 yılları arasında Nijerya üzerine yapılan çalışmada dışa açıklığın işsizliğin azalmasını sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde Nijerya üzerine yapılan bir diğer çalışmada ise Imoagwu vd. (2023), 1981-2022 arası dönemi inceleyerek dışa açıklığın işsizliği azalttığını belirtmişlerdir. Çoklu ülke örnekleminde Felbermayr vd. (2011), 20 OECD ülkesini incelemiş ve dışa açıklığın işsizliği azalttığını tespit etmiştir. Benzer bulgulara ulaşan bir diğer çalışma ise Hasnain (2025)'dir. Bu çalışmada, 2005-2024 dönem aralığı için gelişmekte olan 24 ekonomiyi incelenmiş ve dışa açıklığın işsizliği azalttığına dair bulgular elde etmiştir. Cheema ve Atta (2014), 1973-2010 dönemi için Pakistan'ı incelemişler ve dışa açıklığın işsizliği azalttığını göstermişlerdir. Moridian vd. (2025), Romanya'nın 1991-2021 arası dönemini inceleyerek dışa açıklığın işsizliği azalttığı yönünde bir bulgu elde etmişlerdir. Bhat ve Beg (2023), ülkeleri gelir seviyelerine göre sınıflandırmış ve dışa açıklığın işsizliği azalttığı sonucuna ulaşmışlardır. Abdul-Mumuni vd. (2023), 1991-2020 yılları arasında 34 Sahra Altı Afrika ülkesi için yaptıkları analizde dışa açıklığının işsizliği asimetrik olarak etkilediği sonucuna varmışlardır. Buna göre uzun vadede dışa açıklığın işsizlik üzerindeki olumlu etkisi olumsuz etkisine göre daha büyüktür.

Dışa açıklığın işsizliği olumsuz etkilediğini (artırdığını) ortaya koyan çalışmalara bakıldığında ise Alauddin ve Khan (2021), 1995-2016 dönem aralığında 12 az gelişmiş ülkeyi incelemişler ve dışa açıklığın işsizliği artırdığı sonucuna varmışlardır. Hossain vd. (2018) ise, Bangladeş'in 1990-2016 yılları arasındaki dönemini inceleyerek dışa açıklığın işsizliği artırdığını ortaya koymuşlardır. Nwaka vd. (2015), 1970-2010 arası dönemi Nijerya için incelemişler ve dışa açıklığın işsizliği artırdığını ifade etmişlerdir. Nijerya için bu sonucu destekleyen bir başka çalışma ise Onifade vd. (2020), tarafından 1981-2017 arası için yapılmış ve dışa açıklığın işsizliği artırdığı saptanmıştır. Şener (2001) ise, çalışmasında ticaret serbestleşmesinin vasıfsız işgücünün işsizlik oranını artırdığını, ancak ekonomi genelindeki işsizlik oranı üzerinde belirsiz bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Uzun ve kısa dönem odaklı incelenen çalışmalardan olan Awad ve Yussof (2016)'da, 10 Arap ülkesinin 1991-2012 dönemini incelemişler ve dışa açıklığın uzun vadede işsizlik üzerinde olumlu bir etkiye sahipken kısa vadede işsizliği artırdığını ortaya koymuşlardır. Gonese vd. (2023), Güney Afrika Kalkınma Topluluğu (SADC) bölgesinde 1980–2019 döneminde dışa açıklığın işsizlik üzerindeki etkisini incelemiş ve kısa dönemde anlamlı bir ilişki bulunmazken uzun vadede dışa açıklığın işsizliği azalttığını belirlemişlerdir.

Ülkelerin gelir ve gelişmişlik düzeylerini göz önünde bulunduran Ali vd. (2022), İslam İşbirliği Teşkilatı üyesi olan 49 ülke için 1991-2018 arası dönemi incelemişler ve düşük gelirli ülkelerde dışa açıklığın işsizliği azalttığını, ancak yüksek gelirli ülkelerde dışa açıklığın işsizliği artırdığını saptamışlardır. Anjum ve Perviz (2016), 1990-2012 arası dönemi 75 emek zengini, 44 sermaye zengini ülke için incelemişler ve emek zengini ülkelerde uzun ve kısa dönemde dışa açıklık artarsa işsizliğin azalacağını, sermaye zengini ülkelerde ise uzun ve kısa dönemde dışa açıklık artarsa işsizliğin de artacağı bulgusunu elde etmişlerdir.

Genel ve genç işsizliğine odaklanılan çalışmalardan Liu vd. (2022), İslam İşbirliği Teşkilatı'na üye 45 ülke için 1991-2018 arası dönemde dışa açıklığın etkilerini incelemişlerdir. Buna göre düşük gelirli ülkelerde kısa ve uzun dönemde dışa açıklığın hem genel hem de genç işsizliği azalttığını, ancak yüksek gelir seviyesine sahip ülkelerde ise kısa ve uzun dönemde genel ve

genç işsizliği artırdığı sonucuna varmışlardır. Anyanwu (2013) ise, 48 Afrika ülkesi için 1991-2009 zaman aralığında dışa açıklığın Sahra Altı Afrika ülkeleri ve Afrika'nın bütünü için genç istihdamı azalttığını, Kuzey Afrika ülkeleri için ise dışa açıklığın artmasının genç istihdamda artış sağlayarak olumlu bir etkisinin olduğunu tespit etmiştir. Güney ve Balkaya (2018), Türkiye için 2006:Q1 ve 2017:Q3 dönemini incelemişler ve dışa açıklığın hem işsizliği hem de genç işsizliği azalttığı sonucuna varmışlardır.

Dışa açıklığın genç işsizlik üzerinde olumsuz bir etkiye (artırdığı) sahip olduğunu ifade eden çalışmalardan Hasan ve Sasana (2020), 2001-2017 dönemi için Güneydoğu Asya Ülkeleri Birliği'ne üye ülkeleri inceleyerek dışa açıklığın genç işsizliği artırdığını raporlamışlardır. Benzer sonucu veren bir başka çalışmada ise Ebaidalla (2016), İslam İşbirliği Teşkilatı üyesi olan 32 ülke için 1993-2012 döneminde dışa açıklığın genç işsizliği artırdığını ortaya koymuştur.

3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

3.1. Veri

Bu çalışmada ABD'de 1970-2024 döneminde dışa açıklığın genel işsizlik ve genç işsizlik üzerindeki ayrıştırıcı etkisine odaklanılmıştır. Bhat ve Beg (2023) çalışması temel alınarak, bağımlı değişkenlerinin genel işsizlik ve genç işsizlik olduğu iki farklı model oluşturulmuştur. Veriler yıllık olarak kullanılmış olup, genel işsizlik (UNT), genç işsizlik (YUNT), dışa açıklık (TRA), doğrudan yabancı yatırımlar (FDI) ve enflasyon (INF) değişkenleri düzey değerleriyle (oran olmaları dolayısıyla) modele dahil edilirken, kişi başına GSYH (LGDPPC) ise logaritmik formda analize dahil edilmiştir. Çalışmada kullanılan değişkenler ile ilgili bilgiler Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Değişkenler ve Veri Kaynağı

Değişken	Tanım	Kaynak
UNT	İşsizlik, genel (%, ulusal tahmin)	Dünya Bankası
YUNT	Genç işsizlik (%, 15-24, ulusal tahmin)	Dünya Bankası
TRA	Dışa açıklık (%, GSYH)	Dünya Bankası
FDI	Doğrudan yabancı yatırım, net girişler (%, GSYH)	Dünya Bankası
INF	Enflasyon (tüketici fiyatları, yıllık % büyüme)	Dünya Bankası
LGDPPC	Kişi başına GSYH (Sabit fiyatlarla, 2015 $)	Dünya Bankası

3.2. Metodoloji

Bu çalışmada kullanılan değişkenlerin farklı durağanlık seviyelerine sahip olmaları nedeniyle ARDL sınır testi analizi tercih edilmiştir. Bu analiz, Pesaran vd. (2001) tarafından geliştirilen ve farklı seviyelerde durağanlığa sahip değişkenleri birlikte analiz etme avantajı sunan bir yöntemdir. Ayrıca küçük örneklemlerde yüksek istatistiksel güvenilirlik sağlaması ve uzun dönem katsayılarını istikrarlı şekilde tahmin etmesi açısından literatürde sıkça tercih edilen bir yöntemdir (Raihan ve Tuspekova, 2022).

Öncelikle uzun dönem ilişkiyi inceleyen ARDL modeli şu şekilde ifade edilir Esen vd. (2012).

$$Y_t = \Psi_0 + \sum_{i=1}^{m} \Psi_{1i}\Delta Y_{t-i} + \sum_{i=0}^{n} \Psi_{2i}\,\Delta X_{1t-i} + \ldots + \sum_{i=0}^{r} \Psi_{ki}\,\Delta X_{kt-i} + u_t \quad (1)$$

Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişki tespit edildikten sonra, kısa dönemli ilişkilerin incelenmesi için tahmin edilen hata düzeltme modeli ise şu şekilde yazılır.

$$\Delta Y_t = \Psi_0 + \sum_{i=1}^{m} \Psi_{1i}\Delta Y_{t-i} + \sum_{i=0}^{n} \Psi_{2i}\,\Delta X_{1t-i} + \ldots + \sum_{i=0}^{r} \Psi_{ki}\,\Delta X_{kt-i} + \mu ecm_{t-1} + u_t \quad (2)$$

Buna göre, Ψ_0 terimi, Ψ_{1i}, Ψ_{2i} ve Ψ_{ki} ilgili kısa dönem katsayılarını, μ hata düzeltme katsayısını ve u hata terimini ifade eder.

Bu çalışmada kullanılan modeller Bhat ve Beg (2023)'in modelinden yola çıkılarak türetilmiştir. Model I ve Model II sırasıyla aşağıdaki gibidir.

$$UNT_t = \alpha_0 + \alpha_1 TRA_t + \alpha_2 FDI_t + \alpha_3 INF_t + \alpha_4 LGDPPC_t + \epsilon_{1t} \quad (3)$$

$$YUNT_t = \beta_0 + \beta_1 TRA_t + \beta_2 FDI_t + \beta_3 INF_t + \beta_4 LGDPPC_t + \epsilon_{2t} \quad (4)$$

(3) ve (4) numaralı denklemlerde yer alan değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin varlığını test etmek amacıyla oluşturulan ARDL sınır testi modelleri ise şu şekildedir:

$$\Delta UNT_t = \psi + \eta_0 UNT_{t-1} + \eta_1 FDI_{t-1} + \eta_2 INF_{t-1} + \eta_3 LGDPPC_{t-1} + \eta_4 TRA_{t-1} + \sum_{j=1}^{p} \beta_{1j} \Delta UNT_{t-j} + \sum_{j=0}^{q} \beta_{2j} \Delta FDI_{t-j} + \sum_{j=0}^{m} \beta_{3j} \Delta INF_{t-j} + \sum_{j=0}^{n} \beta_{4j} \Delta LGDPPC_{t-j} + \sum_{j=0}^{v} \beta_{5j} \Delta TRA_{t-j} + e_{1t} \quad (5)$$

$$\Delta YUNT_t = \psi + \eta_0 YUNT_{t-1} + \eta_1 FDI_{t-1} + \eta_2 INF_{t-1} + \eta_3 LGDPPC_{t-1} + \eta_4 TRA_{t-1} + \sum_{j=1}^{p} \beta_{1j} \Delta YUNT_{t-j} + \sum_{j=0}^{q} \beta_{2j} \Delta FDI_{t-j} + \sum_{j=0}^{m} \beta_{3j} \Delta INF_{t-j} + \sum_{j=0}^{n} \beta_{4j} \Delta LGDPPC_{t-j} + \sum_{j=0}^{v} \beta_{5j} \Delta TRA_{t-j} + e_{2t} \quad (6)$$

5 ve 6 numaralı denklemlerde ψ ve Φ sabit terimleri, j gecikme indeksini, t zamanı, α ve β değişkenlerin kısa dönem katsayılarını, Δ birinci fark operatörünü, p-q-m-n-v terimleri sırasıyla UNT, FDI, INF, LGDPPC ve TRA değişkenlerine ait kısa dönem dinamiklerini yansıtan optimal gecikme uzunluklarını, η katsayıları her iki model için, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenler üzerindeki uzun dönemli etkilerini ve son olarak e_1 ve e_2 ise hata terimlerini ifade etmektedir.

3.3. Bulgular

Bu çalışmada, ABD örnekleminde dışa açıklık ve işsizlik arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla ARDL sınır testi yaklaşımı kullanılmıştır. Analiz, değişkenlerin durağanlık seviyelerinin belirlenmesi, uzun dönem ilişkinin varlığının test edilmesi, uzun ve kısa dönem katsayıların tahmini ve modelin tanısal testlerle doğrulanması şeklinde ilerlemiştir.

3.3.1. Birim Kök Testi Sonuçları

Çalışmada değişkenlerin durağanlık düzeylerini belirlemek amacıyla literatürde sıklıkla tercih edilen Phillips-Perron (PP) ve Augmented Dickey-Fuller (ADF) birim kök testleri uygulanmıştır. Tablo 2'de görüldüğü üzere, çoğu değişken düzey seviyelerinde (I_0) durağan değildir. FDI ve INF değişkenleri bazı testlerde %10 veya %5 düzeyinde anlamlı ve düzey seviyelerinde (I_0) durağan çıksa da, genel eğilim değişkenlerins birinci farklarında (I_1) durağanlaştığını göstermektedir. Bağımlı değişkenler UNT ve YUNT ile birlikte diğer değişkenlerin birinci farkları (I_1), %1 anlamlılık düzeyinde durağan bulunmuştur. Bu sonuç, seviyede durağan olmayan değişkenler arasında eşbütünleşme olasılığını ortaya koymakta ve ARDL sınır testi yaklaşımının kullanılmasını olanak sağlamaktadır.

Tablo 2. Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler		PP		ADF	
		I(0)	I(1)	I(0)	I(1)
UNT	c	-2.5226	-7.1491***	-2.4126	-4.6212***
	c&t	-2.5712	-7.1407***	-3.0235	-4.5398***
YUNT	c	-2.5776	-7.3415***	-2.5711	-6.6835***
	c&t	-2.7217	-7.3657***	-2.9948	-6.6272***
TRA	c	-2.1866	-7.7000***	-2.1331	-6.5252***
	c&t	-2.0893	-8.1568***	-2.2337	-6.8868***
FDI	c	-2.8195*	-8.0338***	-2.8268*	-8.03110***
	c&t	-3.5379**	-8.0023***	-3.4518*	-7.9990***
INF	c	-2.6848*	-6.2087***	-3.1076**	-7.5475***
	c&t	-3.1103*	-6.1326***	-4.3051***	-7.4593***
LGDPPC	c	-1.9358	-6.0158***	-1.6168	-6.1113***
	c&t	-1.4688	-6.2582***	-1.4778	-6.2583***

Not: *, **, *** sırasıyla %10, %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini ifade eder. "c" sabit, "c&t" ise sabit ve trendi belirtmektedir.

3.3.2. ARDL Sınır Testi ve Uzun Dönem İlişki Bulguları

Birim kök testlerinden elde edilen sonuçlar doğrultusunda, her bir bağımlı değişken için ayrı ayrı ARDL modelleri tahmin edilmiş ve Pesaran vd. (2001) sınır testi ile uzun dönem ilişkinin varlığı incelenmiştir.

Bağımlı değişkenin UNT olduğu Model I'de ARDL(5, 0, 0, 0, 1) modeli uygun model olarak tespit edilmiştir. Model I için ARDL sınır testi ve diagnostik test sonuçları Tablo 3'te gösterilmektedir.

Tablo 3. Model I ve Model II İçin ARDL Sınır Testi ve Diagnostik Test Sonuçları

Model I		**ARDL Modeli**	**k**	**F-İstatistik**	**Diagnostik Testler**	**F-İstatistik**	**Olasılık**
UNT= f (TRA_t, FDI_t, INF_t, $LGDPPC_t$)		(5, 0, 0, 0, 1)	4	**34.83849**	**Jarque-Bera**	4,456	0,107
Kritik Değerler					**Bre-God. LM**	0,580	0,564
	%1	**%2,5**	**%5**	**%10**	**Hete. ARCH**	0,738	0,394
I(0)	3,29	2,88	2,56	2,2	**Ramsey Res.**	0,351	0,556
I(1)	4,37	3,87	3,49	3,09	**CUSUM**	Stabil	
					CUSUMQ	Stabil	
Model II		**ARDL Modeli**	**k**	**F-İstatistik**	**Diagnostik Testler**	**F-İstatistik**	**Olasılık**

YUNT= f (TRA_t, FDI_t, INF_t, $LGDPPC_t$)	(1, 0, 0, 0, 2)		4	**21.69608**	**Jarque-Bera**	0,878	0,644
Kritik Değerler					**Bre-God. LM**	1,036	0,363
	%1	**%2,5**	**%5**	**%10**	**Hete. ARCH**	1,446	0,234
I(0)	3,29	2,88	2,56	2,2	**Ramsey Res.**	2,040	0,160
I(1)	4,37	3,87	3,49	3,09	**CUSUM**	Stabil	
					CUSUMQ	Stabil	

Hesaplanan F-istatistiği (34.84) %1 anlamlılık düzeyindeki üst sınır olan 4.37 değerini aşmaktadır. Bu bulgu UNT ile TRA, FDI, INF ve LGDPPC değişkenleri arasında istatistiksel olarak güçlü bir eşbütünleşme (uzun dönem ilişki) bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bağımlı değişkenin YUNT olduğu Model II'de ise ARDL(1, 0, 0, 0, 2) modeli uygun model olarak belirlenmiştir. YUNT için de ARDL sınır testi ve diagnostik test sonuçları Tablo 3'de gösterilmiştir. YUNT için hesaplanan F-istatistiği (21.70) de %1 anlamlılık düzeyindeki üst sınır olan 4.37 değerini aşmaktadır. Dolayısıyla, YUNT ile açıklayıcı değişkenler arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir uzun dönem ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4. ARDL Model Tahmin Sonuçları (Model I ve Model II)

Model I (5, 0, 0, 0, 1)					Model II (1, 0, 0, 0, 2)				
Değişkenler	**Katsayı**	**Std. Hata**	**t- ist.**	**Olasılık**	**Değişkenler**	**Katsayı**	**Std. Hata**	**t- ist.**	**Olasılık**
C	41.09	15.10	2.72	0.00	**C**	72.17	28.72	2.512	0.01
UNT(-1)*	-0.36	0.08	-4.52	0.00	**YUNT(-1)***	-0.28	0.07	-3.77	0.00
TRA**	-0.03	0.04	-0.75	0.45	**TRA****	0.033	0.083	0.40	0.70
FDI**	-0.08	0.14	-0.58	0.56	**FDI****	-0.35	0.23	-1.51	0.13
INF**	-0.11	0.03	-3.38	0.00	**INF****	-0.18	0.06	-3.11	0.00
LGDPPC(-1)	-2.76	1.19	-2.32	0.02	**LGDPPC(-1)**	-5.03	2.25	-2.23	0.03
D(UNT(-1))	0.30	0.07	4.41	0.00	**D(LGDPPC)**	-173.88	15.61	-11.13	0.00
D(UNT(-2))	0.06	0.07	0.91	0.36	**D(LGDPPC(-1))**	-41.49	15.34	-2.70	0.01
D(UNT(-3))	0.15	0.06	2.37	0.02					
D(UNT(-4))	0.10	0.07	1.52	0.13					
R^2	**0.9410**				**R^2**	**0.9169**			
Adj. R^2	**0.9258**				**Adj. R^2**	**0.9039**			

Tablo 4'te Model I ve Model II için ARDL model tahmin sonuçları yer almaktadır. Tablo 4'e göre Model I için R^2 değeri 0,94 ve düzeltilmiş R^2 değeri ise 0,93 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, bağımlı değişkendeki (UNT) değişimin yaklaşık %94'ünün modelde yer alan bağımsız değişkenler tarafından açıklandığını göstermektedir. Model II için ise R^2 değeri 0,92 ve düzeltilmiş R^2 değeri ise 0,90 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, bağımlı değişkendeki (YUNT)

değişimin yaklaşık %92'sinin modelde yer alan bağımsız değişkenler tarafından açıklandığını göstermektedir.

Tablo 5. Uzun Dönem Katsayıları (Model I ve Model II)

Model I			Model II		
Bağımlı Değişken: UNT			**Bağımlı Değişken: YUNT**		
Değişken	**Katsayı**	**Olasılık**	**Değişken**	**Katsayı**	**Olasılık**
TRA	-0.094630	0.0040***	TRA	0.120078	0.0546*
FDI	-0.233062	0.0400**	FDI	-1.262015	0.0003***
INF	-0.307785	0.0000***	INF	-0.639694	0.0000***
LGDPPC	-7.643505	0.0000***	LGDPPC	-18.07909	0.0000***
C	113.8928	0.0000***	C	259.2053	0.0000***

Not: *, **, *** sırasıyla %10, %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini ifade eder.

Her iki model için uzun dönem tahmin sonuçları Tablo 5'te sunulmaktadır. Model I'e ilişkin bulgulara göre, uzun dönemde dışa açıklığın (TRA), Felbermayr vd. (2011), Nwosa vd. (2020) ve Cheema ve Atta (2014) çalışmaları ile uyumlu şekilde UNT ile negatif ilişkisi tespit edilmiş olup, dışa açıklığın toplam işsizliği (UNT) azalttığı tespit edilmiştir. Yine doğrudan yabancı FDI, INF ve LGSYH değişkenleri ile UNT arasında da negatif ve anlamlı bir ilişki vardır. Buna göre TRA'da %1'lik artış, uzun dönemde bağımsız değişken UNT'yi %0.095 azaltırken, diğer değişkenlerdeki %1'lik artış ise sırasıyla %0.233, %0.31 ve %0.076 azaltmaktadır.

Model II'ye ilişkin uzun dönem tahmin sonuçları incelendiğinde ise FDI, INF ve LGSYH değişkenleri ile YUNT arasında negatif ve anlamlı bir ilişki vardır. Bu değişkenlerdeki %1'lik artış YUNT'yi uzun dönemde sırasıyla %1.262, %0.64 ve %0.18 azaltacaktır. Ancak TRA ve YUNT arasındaki uzun dönemli ilişki ise pozitif bulunmuş olup, %10 anlamlılık düzeyine sahiptir. Buna göre TRA'da %1'lik artış YUNT'yi uzun dönemde %0.12 artırmaktadır. Bu bulgu, Hasan ve Sasana (2020) ile Ebaidalla (2016) çalışmalarının bulguları ile uyumludur.

3.3.3. Hata Düzeltme Modeli (ECM)

Tablo 6. Model I ve Model II İçin ARDL ve Hata Düzeltme Modeli (Kısa Dönem)

Model I					**Model II**				
Değişken	**Katsayı**	**Std. Hata**	**t- ist.**	**Olasılık**	**Değişken**	**Katsayı**	**Std. Hata**	**t- ist.**	**Olasılık**
D(UNT(-1))	0.30	0.0528	5.716	0.000	D(LGDPPC3)	-173.88	11.549	-15.05	0.0000
D(UNT(-2))	0.06	0.0538	1.159	0.253	D(LGDPPC3(-1))	-41.49	13.321	-3.114	0.0032
D(UNT(-3))	0.15	0.0540	2.808	0.007	**ECT(-1)***	**-0.28**	**0.0231**	**-12.03**	**0.0000**
D(UNT(-4))	0.10	0.0560	1.812	0.077					
D(LGDPPC3)	-125.24	6.9654	-17.980	0.000					
ECT(-1)*	**-0.36**	**0.0234**	**-15.356**	**0.0000**					
R-squared	**0.892704**				**R-squared**	**0.84**			
Adj. R.	**0.880511**				**Adj. R.**	**0.8342**			

Tablo 6'ya göre her iki model için de hata düzeltme katsayısı ECT(-1) negatif, istatistiksel olarak %1 düzeyinde anlamlı ve mutlak değer olarak 1'den küçük çıkmıştır. Bu, her iki modelde de dengeden sapmaların düzeltildiğini ve uzun dönem dengesine dönüş mekanizmasının işlediğini göstermektedir. Model I'de hata düzeltme katsayısı -0.36'dır. Bu bulgu, her bir dönemde meydana gelen dengesizliğin yaklaşık %36'sının ortadan kaldırıldığını, yani uzun dönem dengesine nispeten hızlı bir şekilde dönüldüğünü ifade etmektedir. Model II'de ise hata düzeltme katsayısı -0.28'dir. Bu modelde ise dengesizliklerin her dönemde yaklaşık %28'i giderilmekte, dolayısıyla dengeye dönüş hızı Model I'e göre biraz daha yavaş olmaktadır.

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışma, 1970-2024 döneminde ABD'de dışa açıklığın genel işsizlik ve genç işsizliği üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. ARDL sınır testi yaklaşımının kullanıldığı ampirik analizin bulguları, dikkat çekici sonuçlar ortaya koymuştur. Genel işsizlik (UNT) ve genç işsizlik (YUNT) değişkenlerinin bağımlı değişken olarak kullanıldığı her iki model için de yapılan ARDL sınır testi sonuçları, dışa açıklık (TRA), doğrudan yabancı yatırımlar (FDI), enflasyon (INF) ve kişi başına GSYH (LGDPPC) değişkenleri ile genel ve genç işsizlik oranları arasında istatistiksel olarak güçlü ve anlamlı bir uzun dönem ilişki olduğunu kanıtlamıştır.

Çalışmanın bulgularına göre dışa açıklığın UNT üzerinde negatif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmaktadır. Buna göre ABD ekonomisinde dışa açıklıktaki artış, toplam işsizlik oranını düşürücü bir rol oynamaktadır. Bu sonuç, Felbermayr vd. (2011), Gozgor (2014), Cheema ve Atta (2014), Nwosa vd. (2020), Imoagwu vd. (2023), Hasnain (2025) ve çalışmalarıyla uyumludur. Buna karşılık dışa açıklığın YUNT üzerinde etkisi ise pozitif olup, gençlerin işsizlik oranını artırdığını ifade etmektedir. Elde edilen bu bulgu, Hasan ve Sasana (2020) ile Ebaidalla (2016) çalışmalarının bulgularıyla uyumludur. Dışa açıklık düzeyi artan ülkelerde faaliyet gösteren firmalar daha gelişmiş bir rekabet ortamı ile karşılaşırlar. Bu yüksek rekabet koşulları firmaların işgücü tercihlerini görece daha tecrübeli çalışanlardan yana kullanmaları sonucunu doğurabilir. Bu karşıt yöndeki iki bulgu dışa açıklığın işgücü piyasasında ayrıştırıcı bir etki meydana getirdiğini ifade eder. Dışa açıklık genel işsizlik oranını

düşürürken, daha kırılgan ve deneyim düzeyi düşük bir grup olan gençlerin istihdam edilme olasılığını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Sonuç olarak bu çalışma, dışa açıklığın işsizlik üzerindeki etkilerinin homojen olmadığını, emek piyasasının farklı kesimleri için farklı sonuçlar üretebildiğini ortaya koymuştur. ABD özelinde elde edilen bulgular, dışa açıklığın genel refah artırıcı etkisinin sürdürülebilmesi için büyümenin getirilerinin daha kapsayıcı biçimde dağıtılması ve özellikle gençler gibi dezavantajlı grupların bu süreçlere daha etkin şekilde dahil edilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

KAYNAKÇA

Abdul-Mumuni, A., Amakye, K., Abukari, A. L., & Insaidoo, M. (2023). Modeling trade openness–unemployment nexus in sub-Saharan Africa: the role of asymmetries. *African Journal of Economic and Management Studies*, *14*(4), 792-805.

Alauddin, M., & Khan, R. H. (2021). Effects of trade openness on unemployment rate: evidence from selected least developed countries (lDCS). *J Bus Adm*, *42*(1), 59-76.

Ali, S., Yusop, Z., Kaliappan, S. R., Chin, L., & Meo, M. S. (2022). Impact of trade openness, human capital, public expenditure and institutional performance on unemployment: evidence from OIC countries. *International Journal of Manpower*, *43*(5), 1108-1125

Anjum, N., & Perviz, Z. (2016). Effect of trade openness on unemployment in case of labour and capital abundant countries. *Bulletin of Business and Economics (BBE)*, *5*(1), 44-58.

Anyanwu, J. C. (2013). Characteristics and macroeconomic determinants of youth employment in Africa. *African Development Review*, *25*(2), 107-129.

Awad, A., & Yussof, I. (2016). International trade and unemployment: evidence from selected Arab countries. *Middle East Development Journal*, *8*(2), 198-229.

Bhat, M. A., & Beg, M. N. (2023). Revisiting the trade openness–unemployment nexus: an application of the novel JKS panel causality test with static and dynamic panel models. *Journal of Economic Studies*, *50*(8), 1889-1907.

Cheema, A. R., & Atta, A. (2014). Economic determinants of unemployment in Pakistan: Co-integration analysis. *International Journal of Business and Social Science*, *5*(3).

Ebaidalla, E. M. (2016). Determinants of youth unemployment in OIC member states: A dynamic panel data analysis. *Journal of Economic Cooperation & Development*, *37*(2), 81.

Esen, E., Yıldırım, S., & Kostakoğlu, S. F. (2012). Feldstein-Horioka hipotezinin Türkiye ekonomisi için sınanması: ARDL modeli uygulaması. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 7*(1), 251-267.

Felbermayr, G., Prat, J., & Schmerer, H. J. (2011). Trade and unemployment: What do the data say?. *European Economic Review*, *55*(6), 741-758.

Gonese, D., Sibanda, K., & Ngonisa, P. (2023). Trade openness and unemployment in selected Southern African Development Community (SADC) countries. *Economies*, *11*(10), 252.

Gozgor, G. (2014). The impact of trade openness on the unemployment rate in G7 countries. *The Journal of International Trade & Economic Development*, *23*(7), 1018-1037.

Güney, A., & Balkaya, E. (2018). Kamu harcamaları ve ticari açıklığın işsizlik ve genç işsizliğe etkisi. *Sinop Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *2*(2), 49-74.

Hasan, Z., & Sasana, H. (2020). Determinants of youth unemployment rate in Asean. *International Journal of Scientific & Technology Research*, *9*(3), 6687-6691.

Hasnain, A. (2025). Trade openness and unemployment: a panel data analysis of emerging economies. *Contemporary Journal of Social Science Review*, *3*(3), 1282-1290.

Hossain, M. I., Tahrim, F., Hossain, M. S., & Rahman, M. M. (2018). Relationship between trade openness and unemployment: empirical evidence for Bangladesh. *Indian Journal of Economics and Development*, *6*(8), 1-12.

Imoagwu, C. P., Umunna, G. N., Okaforocha, C. M., Ugwunna, O. T., & Eze, E. A. (2023). Does trade liberalization improve unemployment rate in Nigeria: Evidence from recent data. *International Journal of Advanced Economics*, *5*(7), 199-214.

Kingdon, G. G., & Knight, J. (2004). Unemployment in South Africa: The nature of the beast. *World development*, *32*(3), 391-408.

Liu, Z., Ngo, T. Q., Saydaliev, H. B., He, H., & Ali, S. (2022). How do trade openness, public expenditure and institutional performance affect unemployment in OIC countries? Evidence from the DCCE approach. *Economic Systems*, *46*(4), 101023.

Moridian, A., Radulescu, M., Usman, M., Mahdavian, S. M., Hagiu, A., & Serbanescu, L. (2025). Unemployment rate and its relationship with government size, trade, inflation, urbanization, and economic growth in Romania. *Heliyon*, *11*(10).

Nwaka, I. D., Uma, K. E., & Tuna, G. (2015). Trade openness and unemployment: Empirical evidence for Nigeria. *The Economic and Labour Relations Review*, *26*(1), 117-136.

Nwosa, P., Keji, S., Adegboyo, S., & Fasina, O. (2020). Trade openness and unemployment rate in Nigeria. *Oradea Journal of Business and Economics*, *5*(2), 52-62.

Onifade, S. T., Ay, A., Asongu, S., & Bekun, F. V. (2020). Revisiting the trade and unemployment nexus: Empirical evidence from the Nigerian economy. *Journal of Public Affairs*, *20*(3), e2053.

Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, *16*(3), 289-326.

Raihan, A., & Tuspekova, A. (2022). Dynamic impacts of economic growth, energy use, urbanization, agricultural productivity, and forested area on carbon emissions: New insights from Kazakhstan. *World Development Sustainability*, *1*, 100019.

Rodrik, D. (2008). One economics, many recipes: globalization, institutions, and economic growth. In *One Economics, Many Recipes*. Princeton University Press.

Saçık, S. Y. (2009). Dış ticaret politikası ve ekonomik büyüme ilişkisi. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 2009*(1), 162-171.

Sadiku, M., Ibraimi, A., & Sadiku, L. (2015). Econometric estimation of the relationship between unemployment rate and economic growth of FYR of Macedonia. *Procedia Economics and Finance*, 19, 69-81.

Şener, F. (2001). Schumpeterian unemployment, trade and wages. *Journal of International Economics, 54*(1), 119-148.

World Bank. (2023). World Integrated Trade Solution (WITS). 9 Aralık 2025 tarihinde https://wits.worldbank.org/Default.aspx adresinden erişilmiştir.

DATA-DRIVEN ASSESSMENT OF INSTALLED POWER SAFETY MARGINS IN PASSENGER SHIPS

Dr. Volkan ŞAHİN
Van Yuzuncu Yil University, Maritime Faculty, Department of Marine Engineering, 65040, Van, Türkiye
ORCID: 0000-0001-8914-3515
Dr. Orçun GÜNDOĞAN
Van Yuzuncu Yil University, Maritime Faculty, Department of Maritime Transportation Management Engineering, 65040, Van, Türkiye
ORCID: 0000-0001-6013-2441

ABSTRACT
This study aims to quantitatively evaluate installed power safety margins in passenger ships at the fleet scale. For this purpose, a comprehensive database comprising a total of 1,937 passenger vessels of different sizes and types is employed. The relationship between installed power, gross ton (GT), and service speed is calibrated through a logarithmic regression model, yielding a reference power curve for the fleet. The model results indicate that approximately 93% of the variance in installed power can be explained when GT and speed are considered jointly, whereas a simplified model based solely on service speed accounts for only about 35% of the variance.
Using the reference curve, the relative safety margin for each ship is defined as the percentage deviation of installed power from the corresponding reference value and is categorized into three classes: values below −10% are classified as "under-powered," values between −10% and +20% as having an "adequate safety margin," and values above +20% as "over-powered." The fleet-wide distribution of safety margins exhibits a median very close to zero; however, it is strongly right-skewed, with a small number of ships displaying very high positive safety margins. Among the vessels considered, 36.6% fall into the under-powered class, 33.5% into the adequate class, and 29.9% into the over-powered class. Boxplot analyses by GT and speed classes reveal that safety margins are more tightly concentrated for medium-sized passenger ships, whereas power decisions for smaller vessels display a more heterogeneous pattern. The findings provide a data-driven reference for selecting installed power in new passenger ship designs and for defining optimization or repowering strategies in existing fleets.
Keywords: Passenger ships; Installed engine power; Power safety margin; Gross tonnage (GT); Fleet-scale analysis

YOLCU GEMİLERİNDE KURULU MAKİNE GÜCÜ EMNİYET PAYININ VERİ TABANLI DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET
Bu çalışmada, yolcu gemilerinde kurulu makine gücü emniyet payının filo ölçeğinde nicel olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, farklı boyut ve tiplerde toplam 1.937 yolcu gemisinden oluşan kapsamlı bir veri tabanı kullanılmıştır. Kurulu güç ile gross ton (GT) ve servis hızı arasındaki ilişki, logaritmik bir regresyon modeli aracılığıyla kalibre edilerek filo için referans bir güç eğrisi elde edilmiştir. Model sonuçları, kurulu güçteki varyansın yaklaşık %93'ünün GT ve hız birlikte dikkate alındığında açıklandığını, buna karşılık yalnızca hız değişkenine dayalı basitleştirilmiş modelde açıklanan varyansın %35 düzeyinde kaldığını göstermektedir.
Referans eğri kullanılarak her gemi için göreli emniyet payı, kurulu gücün referans güce göre yüzde sapması şeklinde tanımlanmış ve üç sınıfa ayrılmıştır: −%10'un altındaki değerler "yetersiz güçlendirilmiş", −%10 ile +%20 aralığındaki değerler "yeterli emniyet payı",

+%20'nin üzerindeki değerler ise "aşırı güçlendirilmiş" olarak sınıflandırılmıştır. Filo genelinde emniyet payı dağılımının medyanının sıfıra çok yakın olduğu, ancak dağılımın güçlü biçimde sağa çarpık bir yapı sergilediği ve az sayıda gemide çok yüksek pozitif emniyet payları gözlendiği belirlenmiştir. İncelenen gemilerin %36,6'sı yetersiz, %33,5'i yeterli ve %29,9'u aşırı güçlendirilmiş sınıfında yer almaktadır. GT ve hız sınıflarına göre yapılan kutucuk grafik analizleri, özellikle orta tonajlı yolcu gemilerinde emniyet payının daha dar bir aralıkta yoğunlaştığını, küçük tonajlı gemilerde ise güçlendirme kararlarının daha heterojen bir dağılım gösterdiğini ortaya koymaktadır. Elde edilen sonuçlar, yeni yolcu gemisi tasarımlarında kurulu güç seçiminde ve mevcut filoda optimizasyon veya yeniden güçlendirme stratejilerinin belirlenmesinde veri tabanlı bir referans sunmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Yolcu gemileri; Kurulu makine gücü; Güç emniyet payı; Gross ton (GT); Filo ölçekli analiz

1. INTRODUCTION

Global maritime transport forms the backbone of international trade, while at the same time accounting for a significant share of global energy consumption and greenhouse gas (GHG) emissions. In its 2023 GHG strategy, the International Maritime Organization (IMO) set the objective of reducing total annual GHG emissions from international shipping by at least 20% (with a 30% ambition level) by 2030 and by at least 70% (with an 80% ambition level) by 2040, relative to 2008, with the aim of reaching net-zero emissions around 2050 (IMO, 2023). These targets make a transition towards energy-efficient ship design and operation unavoidable, and have brought into force several regulatory instruments such as the Energy Efficiency Design Index (EEDI) for newbuildings, the Energy Efficiency Existing Ship Index (EEXI) for existing ships, and the operational Carbon Intensity Indicator (CII) (Barreiro et al., 2022; ClassNK, 2021).

As a design-based index, the EEXI imposes a direct constraint on the maximum usable installed engine power of existing ships and may require adjustments to propeller configuration and design speed; and in many ship types, compliance with the required limits is achieved either by limiting the maximum available engine power through power-limitation systems such as Engine Power Limitation (EPL) or by implementing additional energy-efficiency measures (ClassNK, 2021). Within this regulatory framework, understanding the extent to which the installed main engine power of ships incorporates a "safety margin" and how this margin is distributed at the fleet level has become an increasingly critical research topic, both from the perspective of regulatory compliance and in terms of energy efficiency.

Passenger ships (including cruise ships, Ro-Pax ferries and urban commuter ferries) have an operational profile that differs markedly from other commercial ship types due to their high hotel loads, frequent service cycles, and stringent comfort and safety requirements. In this segment, studies on power plant design and energy efficiency typically focus on detailed optimisation for a single vessel or a limited fleet. For example, (Bolbot et al., 2020) compare the effects of different fuel types and power plant configurations on life-cycle costs and emissions in the energy system of a cruise ship, thereby demonstrating the potential of hybrid solutions. (El Geneidy et al., 2018) use a detailed case study to investigate the potential of innovative energy-saving measures in passenger ships—particularly improvements in HVAC systems and waste heat recovery—to reduce fuel consumption and CO_2 emissions. (Tokuslu, 2020) evaluates the energy efficiency of a passenger ship operating in Türkiye, calculating specific emission indicators from operational data and proposing improvement scenarios. (Novak et al., 2020) analyse basic dimensions, capacities and power–speed relationships for an extensive database of Ro-Pax and double-ended ferries, develop preliminary sizing equations for new hybrid ferry designs, and propose a data-driven framework for ferry design.

While these studies make important contributions to the energy efficiency and power plant design of passenger ships, they do not directly address the statistical distribution of installed power safety margins at the fleet level.

In conventional ship design practice, the propulsion power required at the design speed is typically estimated using model tests, numerical analyses, or empirical formulae, after which additional "power margins" are added to account for uncertainties, fouling, adverse weather, and operational flexibility. In the guidelines proposed by the ITTC, the total power margin is decomposed into components such as model scaling and prediction uncertainties, sea margin, fouling, and ageing, and it is generally stated that an additional power allowance on the order of 15–25% is required (ITTC, 2017). Similarly, the basic propulsion principles handbook prepared by MAN Energy Solutions emphasizes that the installed engine power is determined by adding sea margin, light running margin and further safety allowances for possible operating scenarios on top of the calculated required power (MAN Energy Solutions, 2023). While these approaches provide a conservative framework from the viewpoint of safe operation, they also indicate that margin levels are often selected as fixed percentages based on past experience and may not always capture the specific characteristics of the ship type and its operational profile.

On the other hand, several studies have shown that, when real sea conditions and long-term speed–power relationships are taken into account, fixed margin assumptions may not be equally appropriate for every ship and service pattern. (Szelangiewicz & Żelazny, 2007) demonstrates, using statistical wave and wind data, that the long-term service speed may systematically deviate from the design speed, and stresses that design margins should be evaluated with explicit consideration of route and environmental conditions. (Esmailian et al., 2022) address ship design under real sea states and uncertainty, integrating uncertainty analysis and optimisation into the design process and showing that margins can be redefined within this framework. (De Geus-Moussault et al., 2024) propose an operational-data-based method to estimate the sea margin and show that the commonly assumed fixed sea margin of 15–20% may be unnecessarily large for some ships and insufficient for others. (You et al., 2020) develop a sea margin framework for LNG carriers that accounts for hydrodynamic characteristics and voyage profiles, emphasizing that margin selection should be sensitive to ship type and operating conditions. Taken together, these studies indicate a growing trend towards defining power margins on the basis of data and uncertainty analysis rather than fixed percentage values, while comprehensive fleet-level assessments based on large databases remain very limited for passenger ships.

In light of this overall framework, the present study aims to evaluate the safety margin of installed engine power at the fleet level in a data-driven manner, using a database of 1,937 passenger ships covering a wide range of sizes and service speeds. First, a logarithmic regression model based on gross tonnage and service speed is used to define a reference power curve for the fleet. Then, for each ship, a relative safety margin (ΔP%) is calculated as the percentage deviation of the installed power from this reference value. Using the ΔP% values, ships are classified into three groups—under-powered, adequately powered, and over-powered—and the distribution of these classes across GT and speed segments is examined through boxplot visualisations. In this way, the study seeks to contribute to the limited body of work that statistically characterises installed power safety margins in passenger ships at the fleet level and systematically analyses margin distributions in relation to GT and speed classes.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Database And Variables

This study is based on a fleet database comprising information on different sizes and types of ships employed in sea passenger transport, covering a total of 1,937 passenger ships. The main quantitative variables used in the analysis are gross tonnage GT, representing the enclosed volume and overall size of the ship; service speed V (knots), representing voyage performance;

and total installed main engine power P_{real} (kW), characterising the size of the propulsion system. Taken together, these variables indicate that the investigated fleet spans a wide diversity, ranging from small-scale local ferries to large-capacity cruise and Ro-Pax ships.

2.2. Reference Power Model

To define the safety margin of the installed engine power, it is first necessary to derive a representative reference power curve for the fleet. For this purpose, the relationship between total installed main engine power P_{real}, gross tonnage GT and service speed V is formulated as a logarithmic regression model, consistent with the power-function approach that is widely used in the maritime literature to model the speed–power relationship. Similar to studies that linearise the classical speed–power law by taking logarithms (Berthelsen & Nielsen, 2021; Taskar & Andersen, 2020), the present study expresses the installed power P_{real} through a multivariate log-linear model in terms of the logarithms of gross tonnage and service speed.

The relationship between installed power and GT and speed is represented by the following logarithmic regression model:

$$ln\,P_{real} = \beta_0 + \beta_{GT} \cdot ln\,(GT) + \beta_V \cdot ln\,(V) + \varepsilon$$

Here, ln(·) denotes the natural logarithm, ε is the error term, β_0 is the intercept, and β_{GT} and β_V represent the elasticity coefficients of GT and speed, respectively. The model parameters are estimated using the classical ordinary least squares (OLS) method, which minimises the sum of squared differences between the observed $\ln(P_{real})$ values and the corresponding model predictions (James et al., 2023). The OLS solution can be written in matrix form as follows:

$$\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T y$$

Here, X is the design matrix in which each row corresponds to a single ship and the columns contain, respectively, the constant term (1), ln(GT) and ln(V). The vector y is the column vector of observed $\ln(P_{real})$ values for the same ships. The estimated coefficients and model fit statistics are summarised in the regression table presented in Section 3.

For comparison purposes, a second model was specified using only service speed as the independent variable, defined as follows:

$$ln\,P_{real} = \alpha_0 + \alpha_V \cdot \ln(V) + \varepsilon$$

This second model is also calibrated using the same OLS procedure, and the resulting coefficients and goodness-of-fit measures are likewise reported in Section 3. In the remainder of the study, the reference value of the installed power P_{ref} is expressed using the exponential transformation of the coefficients estimated from the logarithmic model, as follows:

$$P_{ref} = e^{\{\beta_0\}} \cdot GT^{\{\beta_{GT}\}} \cdot V^{\{\beta_V\}}$$

This expression defines an empirical power–size–speed curve that represents the relationship between installed power, gross tonnage and service speed at the fleet level, and it is treated as the main reference quantity used in the calculation of the power safety margin.

2.3. Definition And Classification Of The Power Safety Margin

For each ship, the installed engine power safety margin is defined with respect to the reference power curve. First, the absolute power safety margin ΔP and the relative power safety margin ΔP% are expressed as follows:

$$\Delta P = P_{real} - P_{ref}$$

$$\Delta P\% = 100 \cdot (P_{real} / P_{ref} - 1)$$

Positive ΔP% values indicate that the installed power is above the reference value, whereas negative values show that it is below the reference. In the remainder of the analysis, ΔP% is used as the indicator of the safety margin, and ships are classified into three groups based on this measure:

- for $\Delta P\% < -10$: “under-powered”,
- for $-10 \leq \Delta P\% \leq 20$: “adequate”,
- for $\Delta P\% > 20$: “over-powered”.

Two considerations were taken into account when defining the threshold values. First, the literature often adopts a nominal sea margin of about 15–20% in ship design studies (Esmailian et al., 2022), while recent data-driven analyses indicate that empirically derived sea margins for different ship types and trades can span a broader range of roughly 15–30% (De Geus-Moussault et al., 2024; You et al., 2020). For this reason, the positive boundary of +20 was selected as an upper threshold representing the typical sea margin range.

The negative boundary of −10, by contrast, is not a value directly proposed in the literature, but is based on an engineering judgement that deviations of the order of ±10% from the reference curve can be regarded as lying within design and prediction uncertainties, whereas values below −10% may indicate potential performance and safety risks under long-term operating conditions. Consequently, ships with deviations larger than −10% from the reference are classified as "under-powered", while those exceeding +20% are classified as "over-powered" and may be relatively disadvantaged in terms of energy efficiency.

2.4. GT And Speed Classes And Statistical Analyses

To examine how the power safety margin relates to ship size and service speed segments, discrete classes were defined for GT and V. In defining these classes, both the distribution of ships in the database and the typical capacity and speed ranges of passenger ships were taken into account. In terms of GT, ships below 10,000 GT mostly correspond to small ferries and similar vessels operating on short-distance routes; the 10,000–20,000 GT range represents medium-sized seagoing passenger ships and regional cruise vessels; and 20,000 GT and above corresponds to large cruise ships and long-range passenger vessels. Accordingly, three size classes were considered in the analysis: <10,000 GT, 10,000–20,000 GT and ≥20,000 GT.

Similarly, three service-speed classes were defined with reference to operational profiles. Speeds below 14 knots characterise relatively low-speed passenger ships mainly employed in short-distance inland and coastal services; the 14–20 knot range reflects typical service speeds of conventional seagoing passenger ships and cruise vessels; and speeds above 20 knots characterise high-speed ferries and similar passenger ships. Within this framework, the speed intervals <14 knots, 14–20 knots and >20 knots are used to represent, respectively, low-, medium- and high-speed passenger ship segments.

For each GT and speed class, the distribution of the power safety margin (ΔP%) is summarised using descriptive statistics and boxplot graphics. In addition, cross-tabulation tables between GT classes and power margin classes are constructed to show the relative frequencies of the power classes within each GT segment, and these are used in the interpretation of the results.

To visually assess how well the reference power curve represents the data, a scatter plot of installed power Preal versus reference power Pref and a histogram of the overall ΔP% distribution are produced. Together with the boxplots of ΔP% by GT and speed class, these form four main figures (Figures 1–4), which are discussed in detail in the Results section.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Performance Of The Reference Power Model

As a first step, logarithmic regression models were calibrated to represent the relationship between installed main engine power (Preal), gross tonnage (GT) and service speed (V). The database contains a total of 1,937 passenger ships with different ranges of tonnage, speed and installed power, and thus represents a wide fleet diversity that spans various passenger ship types from small to large.

Table 1 summarises the two logarithmic regression models calibrated to explain installed power. In the two-variable Model 1, the coefficients of ln GT and ln V are 0.582 and 1.542, respectively, whereas in the single-variable Model 2 the coefficient of ln V alone is 2.299. In both models, the slope coefficients are statistically significant at the $p < 0.001$ level; however, Model 1 explains a much larger share of the variance in installed power, with $R^2 = 0.928$ and RMSE = 0.383. By contrast, Model 2, which includes only speed as an explanatory variable,

yields $R^2 = 0.349$ and RMSE = 1.152. These results indicate that, at the fleet level, both GT and speed must be used together to explain installed power, and that simplified formulations based solely on speed are insufficient to account for the majority of the variance.

Table 1. Summary of log–log OLS regression models for installed power (dependent variable ln P_{real})

Model	Specification	ln GT coefficient	ln V coefficient	R^2	RMSE
Model 1	$ln\,P_{real} = \beta_0 + \beta_{GT} \cdot ln\,(GT) + \beta_V \cdot ln\,(V) +$	0.582	1.542	0.928	0.383
Model 2	$ln\,P_{real} = \alpha_0 + \alpha_V \cdot \ln(V)$	–	2.299	0.349	1.152

In Figure 1, the relationship between Preal and the reference power P_{ref} is shown as a scatter plot. A large proportion of the points cluster around the 45° reference line, indicating that the reference curve represents the fleet well, especially at low and medium power levels. The increasing scatter at higher power values suggests that model deviations become larger in extreme segments such as large and high-speed passenger ships, where design choices and operational requirements are more heterogeneous. At the same time, the overall pattern shows that the P_{real}–P_{ref} relationship is not symmetric around the diagonal reference line: some ships have markedly lower power margins than the reference, whereas others exhibit substantially higher margins.

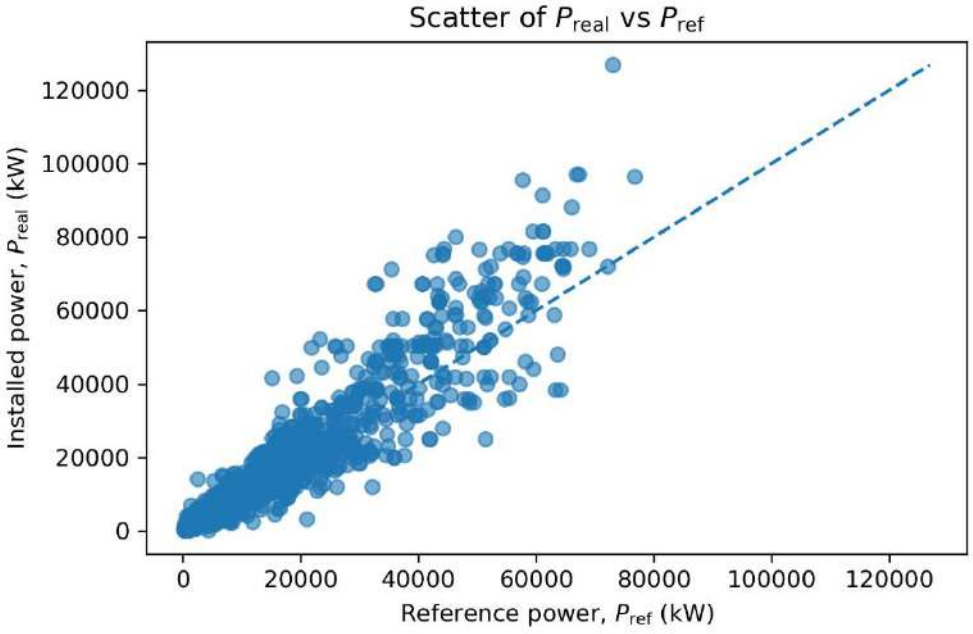


Figure 1. Scatter of installed power P_{real} versus reference power P_{ref}

3.2. Distribution Of Power Safety Margins At The Fleet Level

The distribution of the relative power safety margin ΔP%, calculated from deviations from the reference curve, is shown as a histogram in Figure 2. The fact that the median of ΔP% is very

close to zero (approximately 0.35%) indicates that, at the fleet level, installed power is on average balanced around the reference curve. However, the mean value of 7.7%, together with the presence of ships for which ΔP% reaches very high positive or negative values, reveals that the fleet includes exceptional cases that are markedly under-powered relative to the reference as well as ships with substantially high safety margins.

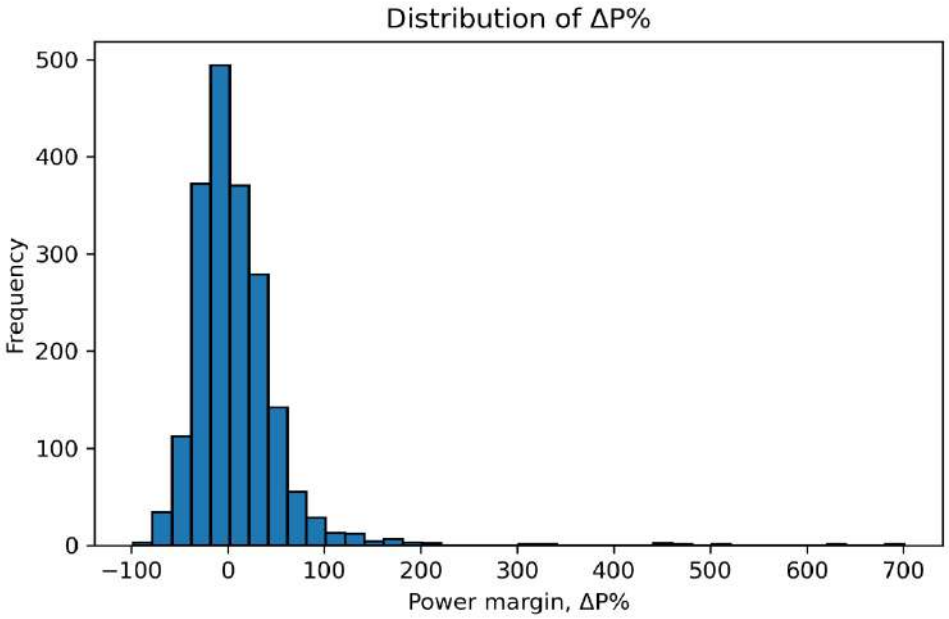


Figure 2. Histogram of the relative power margin ΔP% for all passenger ships in the sample.

The distribution of the three power classes defined using the ΔP% values is summarised in Table 2. Among the 1,937 ships examined, 36.6% (708 ships) fall into the "under-powered" class, 33.5% (649 ships) into the "adequate margin" class, and 29.9% (580 ships) into the "over-powered" class. In other words, only about one third of the ships lie within the −10% to +20% interval defined around the reference curve, while, on average, one of the remaining two ships has a significantly lower installed power than the reference and the other has a substantially higher installed power.

Table 2. Distribution of power margin classes in the passenger ship sample

Power margin class	Number of ships	Share (%)
Under-powered (ΔP% < −10)	708	36.6
Adequate margin (−10 ≤ ΔP% ≤ 20)	649	33.5
Over-powered (ΔP% > 20)	580	29.9
Total	1,937	100.0

This finding indicates that installed power choices across the fleet span a much wider range than is implied by the traditional notion of a "fixed margin". In particular, the roughly one-third of ships classified as under-powered raises questions as to whether sea margins and operational uncertainties can be safely accommodated under long-term service conditions. Conversely, ships in the over-powered class represent potential opportunities for optimizing fuel

consumption and CO_2 emissions at a time when EEXI/CII requirements are becoming increasingly stringent. For these ships, measures such as operating at reduced speed or applying shaft power limitation could bring the operating point closer to the reference curve, providing benefits in terms of both energy efficiency and regulatory compliance.

3.3. Distribution Of Safety Margins By GT Class

To examine how the power safety margin varies with ship size, the ships were divided into three gross tonnage classes: <10,000 GT, 10,000–20,000 GT and ≥20,000 GT. Boxplots of the ΔP% distributions for these classes are presented in Figure 3. The fact that the median values in all GT segments are very close to zero indicates that, on average, installed power is balanced around the reference curve within each size group. However, there are pronounced differences between the classes in terms of the spread of the distribution and the magnitude of extreme values.

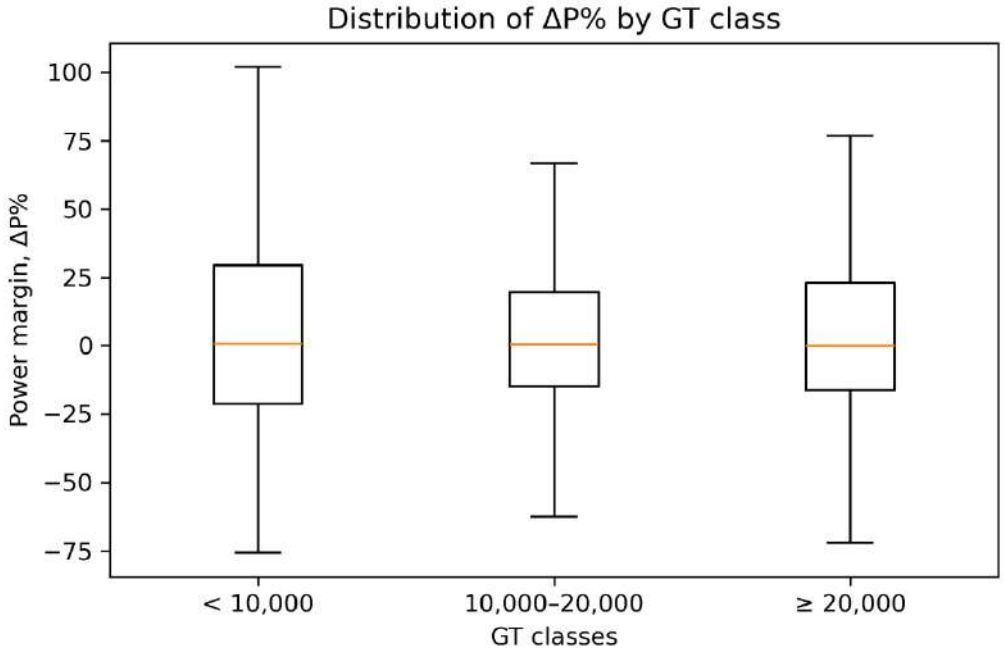


Figure 3. Boxplots of the relative power margin ΔP% by gross tonnage (GT) class

In the <10,000 GT class, ΔP% values span a very wide range, and some ships exhibit extremely low or very high safety margins. This indicates that installed power choices are highly heterogeneous among small passenger ships. In the medium-size 10,000–20,000 GT segment, by contrast, the ΔP% distribution is more compact and most ships display relatively limited deviations from the reference curve. In the ≥20,000 GT class, the distribution is similar to that of medium-size ships, although some large passenger ships are observed to have higher safety margins on the positive side.

The cross-distribution between GT classes and power classes is presented in Table 3. Among small-tonnage ships, the share of under-powered vessels is 38.4%, while the share of over-powered vessels is 32.0%; only 29.6% of ships in this class have an adequate safety margin. In contrast, in the medium-tonnage 10,000–20,000 GT segment, the proportion of ships with an adequate margin increases to 41.9%, and the shares of under-powered (34.3%) and over-powered (23.8%) ships are comparatively lower. For large-tonnage ships (≥20,000 GT), the share of ships with an adequate margin is 38.6%, while the proportions of under-powered and over-powered ships are 33.1% and 28.3%, respectively.

Table 3. Cross-tabulation of GT classes and power margin classes (number of ships; row percentages in parentheses).

GT class	Adequate margin	Over-powered	Under-powered	Total
< 10,000 GT	354 (29.6%)	382 (32.0%)	459 (38.4%)	1,195
10,000–20,000 GT	111 (41.9%)	63 (23.8%)	91 (34.3%)	265
≥ 20,000 GT	184 (38.6%)	135 (28.3%)	158 (33.1%)	477

These results indicate that, for medium-tonnage passenger ships, installed power is chosen in a more balanced manner around the reference curve; in other words, designers in this segment tend neither to adopt overly conservative nor particularly risky power margins. The pronounced heterogeneity observed among small-tonnage passenger ships, by contrast, can be attributed to operational constraints such as frequent service cycles, variable load profiles, short route distances and, at times, very high speed requirements, as well as the influence of local design and classification practices. Ships in this segment, especially those with low ΔP% values, should therefore be treated with particular caution when subjected to power-limiting measures under the EEXI/CII framework, unless such measures are supported by additional assessments based on operational data.

3.4. Distribution Of Safety Margins By Service Speed Class

To investigate the effect of service speed on the power safety margin, the ships were divided into three speed bands: <14 knots (low speed), 14–20 knots (medium speed), and >20 knots (high speed). Boxplots of the ΔP% distributions for these speed classes are presented in Figure 4. As in the GT analysis, the fact that the median values in all three speed classes are close to zero indicates that, on average, installed power is balanced around the reference curve within each speed band. However, among low-speed ships, ΔP% values extend over a much wider range, and some vessels exhibit extremely low or very high safety margins. In the medium- and high-speed classes, the distribution is more compact, and most ships display relatively limited deviations from the reference curve.

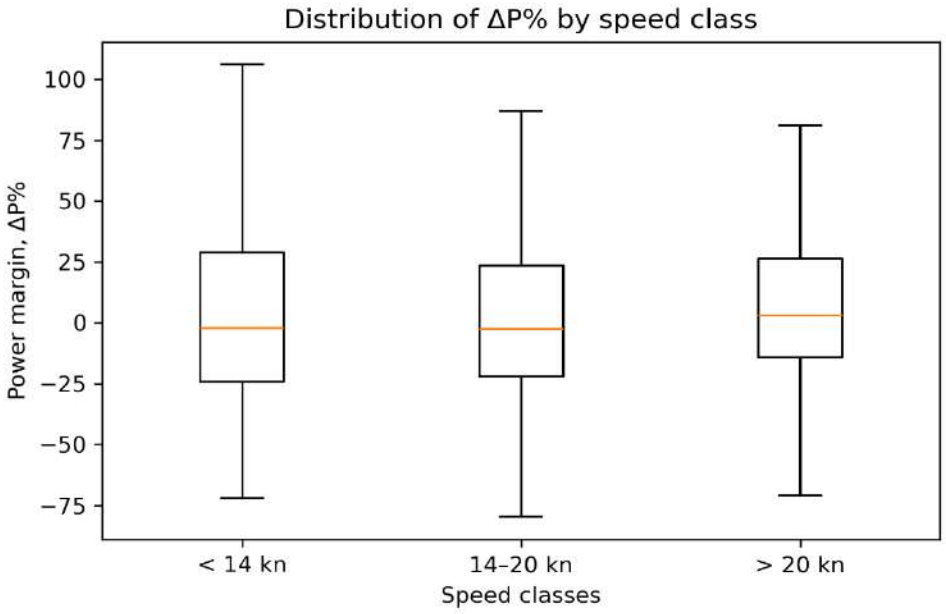


Figure 4. Boxplots of the relative power margin ΔP% by service speed class

The cross-distribution between speed classes and power classes is summarised in Table 4. Among low-speed ships, the share of under-powered vessels is 42.5%, the highest across all

classes; the share of over-powered vessels is 30.0%, while only 27.5% have an adequate safety margin. In the medium-speed 14–20 knot band, the proportions of under-powered, over-powered and adequately powered ships are 41.3%, 27.5% and 31.2%, respectively. In the high-speed segment (>20 knots), the share of under-powered ships decreases to 30.3%, whereas the proportion of ships with an adequate safety margin increases to 38.2%.

Table 4. Cross-tabulation of service speed classes and power margin classes (number of ships; row percentages in parentheses)

Speed class	Adequate margin	Over-powered	Under-powered	Total
< 14 kn	128 (27.5%)	140 (30.0%)	198 (42.5%)	466
14–20 kn	181 (31.2%)	160 (27.5%)	240 (41.3%)	581
> 20 kn	340 (38.2%)	280 (31.5%)	270 (30.3%)	890

These findings suggest that, for high-speed passenger ships, installed power tends to be selected in a relatively more conservative manner. In this segment, where wave resistance increases rapidly with speed, designers are inclined to define higher margins relative to the reference curve in order to mitigate the risk of insufficient power. Nevertheless, the presence of around 30% under-powered ships even among high-speed vessels indicates that speed–power relationships need to be re-evaluated in conjunction with route characteristics, sea states and actual operating profiles.

The high share of under-powered ships in the low- and medium-speed categories suggests that design margins are often determined on the basis of a "nominal service speed", without systematically accounting for speed reductions, fouling and adverse weather conditions observed in real operation. In particular, for low-speed passenger ships operating on short-distance routes, it is plausible that operators tend to choose installed power below the reference curve due to fuel economy pressures, whereas high occupancy levels and manoeuvring requirements on certain voyages may drive power demand above the reference values.

4. CONCLUSION

Using a comprehensive dataset of 1,937 passenger ships, this study statistically examined the relationship between installed main engine power and ship characteristics, and proposed a fleet-level reference power curve. The log–log regression model based on ln(GT) and ln(V) explains approximately 93% of the variance in installed power, thus providing a simple yet powerful prediction tool that can be used at the design stage. The P_{real}–P_{ref} scatter plot shows that the model represents the fleet particularly well at low and medium power levels, while indicating that design and operational choices become more heterogeneous in the extreme segments.

The distribution of the relative power safety margin ΔP%, defined around the reference curve, demonstrates that installed power choices across the fleet span a much wider range than can be captured by a "single fixed margin" assumption. Only about one third of the ships fall into the "adequate margin" class within the −10% to +20% interval around the reference curve, whereas 36.6% are classified as "under-powered" and 29.9% as "over-powered" relative to the reference. This finding points, on the one hand, to potential operational safety risks at sea due to insufficient margins and, on the other hand, to improvement potential in terms of energy efficiency and CO_2 emissions where installed power is unnecessarily high.

Analyses by GT and service-speed classes indicate that this heterogeneity is not evenly distributed across the fleet. Safety margins are relatively well balanced around the reference curve for medium- and large-tonnage, high-speed passenger ships, whereas both under-powered and over-powered ships are markedly more frequent among small-tonnage and low-speed vessels. This suggests that, especially for small passenger ships serving short-distance routes

and local services, installed power decisions are often shaped by empirical practices and operational pressures rather than being systematically anchored to a fleet-level reference.

The findings point to several practical implications for both design and operation. For designers, the use of statistical reference curves and ΔP% classes derived from similar ship types can provide a more transparent and comparable framework than traditional fixed power margin approaches. On the operational side, over-powered ships are natural candidates for power-limiting or speed-reduction strategies under the EEXI and CII regimes; for such ships, moving closer to the reference curve in a controlled manner can yield substantial gains in both fuel consumption and emissions. By contrast, for ships in the under-powered class, it is important to determine safe operating limits through a dedicated engineering assessment that takes into account speed–power curves, route characteristics and environmental conditions.

The main limitations of this study include the use of installed power and catalogue service speed values from a single point in time, and the inability to directly incorporate real operational data (such as hull and propeller fouling, weather and sea conditions, and loading patterns) into the model. Future work could combine this fleet-level statistical framework with AIS-based speed–power data, long-term performance records and different sea-state scenarios, in order to describe in more detail how safety margins evolve over time and how they affect energy efficiency. Applying a similar methodology to other ship types and developing the concept of probabilistic design margins could also contribute to the creation of integrated power-sizing guidelines that jointly support safety and environmental performance objectives in the maritime sector.

REFERENCES

Barreiro, J., Zaragoza, S. & Diaz-Casas, V. (2022). Review of ship energy efficiency. *Ocean Engineering*, *257*(January), 111594. https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2022.111594

Berthelsen, F. H. & Nielsen, U. D. (2021). Prediction of ships' speed-power relationship at speed intervals below the design speed. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, *99*(August), 102996. https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102996

Bolbot, V., Trivyza, N. L., Theotokatos, G., Boulougouris, E., Rentizelas, A. & Vassalos, D. (2020). Cruise ships power plant optimisation and comparative analysis. *Energy*, *196*, 117061. https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117061

ClassNK. (2021). *Outlines of EEXI regulation*. https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/activities/statutory/eexi/eexi_rev3e.pdf

De Geus-Moussault, S., Seubers, H., Linsken, H., Coraddu, A. & Pruyn, J. (2024, May 23). Operational data for sea margin calculations in early ship design. *International Marine Design Conference*. https://doi.org/10.59490/imdc.2024.882

El Geneidy, R., Otto, K., Ahtila, P., Kujala, P., Sillanpää, K. & Mäki-Jouppila, T. (2018). Increasing energy efficiency in passenger ships by novel energy conservation measures. *Journal of Marine Engineering & Technology*, *17*(2), 85–98. https://doi.org/10.1080/20464177.2017.1317430

Esmailian, E., Steen, S. & Koushan, K. (2022). Ship design for real sea states under uncertainty. *Ocean Engineering*, *266*(P5), 113127. https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2022.113127

IMO. (2023). *2023 IMO Strategy on Reduction of GHG Emissions from Ships*. https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/2023-IMO-Strategy-on-Reduction-of-GHG-Emissions-from-Ships.aspx

ITTC. (2017). *ITTC Quality System Manual Recommended Procedures and Guidelines, Predicting Powering Margins*. https://www.ittc.info/media/11798/75-02-03-015.pdf

James, G., Witten, D., Hastie, T., Tibshirani, R. & Taylor, J. (2023). An Introduction to Statistical Learning With Applications in Python. In *Springer Texts in Statistics*. https://www.statlearning.com/

MAN Energy Solutions. (2023). *Basic principles of ship propulsion Optimisation of hull, propeller, and engine interactions for maximum efficiency*.
Novak, L. J., Majnarić, D., Dejhalla, R. & Zamarin, A. (2020). An Analysis of Basic Parameters of Ro-Pax Ships and Double-ended Ferries as Basis for New Hybrid Ferries Designs. *Journal of Maritime & Transportation Science*, *3*, 33–48. https://hrcak.srce.hr/238809
Szelangiewicz, T. & Żelazny, K. (2007). Calculation of the mean long-term service speed of transport ship: Part II Service speed of ship sailing on regular shipping route in real weather conditions. *Polish Maritime Research*, *14*(2), 28–32. https://doi.org/10.2478/v10012-007-0010-4
Taskar, B. & Andersen, P. (2020). Benefit of speed reduction for ships in different weather conditions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, *85*(June), 102337. https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102337
Tokuslu, A. (2020). Energy efficiency of a passenger ship in Turkey. *Scientific Bulletin of Naval Academy*, *XXIII*(1), 15–21. https://doi.org/10.21279/1454-864X-20-I1-002
You, Y., Choi, J. W. & Lee, D. Y. (2020). Development of a framework to estimate the sea margin of an LNGC considering the hydrodynamic characteristics and voyage. *International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering*, *12*, 184–198. https://doi.org/10.1016/j.ijnaoe.2019.09.001

CUMHURİYET DÖNEMİ EKONOMİK YÖNELİMLERİNİN BİR YANSIMASI OLARAK 1930 TÜRK PARASININ KIYMETİNİ KORUMA HAKKINDA KANUN VE DÖNEMİN BASININININ KANUNA BAKIŞI

Dr. Öğr. Üyesi Derya ÇAKICI
Trabzon Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Tarih Bölümü
ORCID:0000-0002-8251-4931

ÖZET
Türk Parasının Kıymetini Koruma Hakkında Kanun 25 Şubat 1930 tarihinde Türkiye Büyük Millet Meclisi'nde kabul edilmiştir. 1929 Dünya Ekonomik Buhranı'nın Türkiye ekonomisi üzerindeki derinleştirici etkileri, dış ticaret açığındaki hızlı büyüme, döviz darboğazı ve ulusal paranın istikrarsız seyri, hükümeti kambiyo kontrolünü hukuki bir çerçeveye oturtmaya yöneltmiştir. Bu bağlamda çıkarılan Türk Parasının Kıymetini Koruma Hakkında Kanun, döviz işlemlerinin denetimi, spekülasyonun önlenmesi ve dış ödemeler dengesinin korunması amaçlarına yönelik kapsamlı bir müdahale niteliği taşımaktadır. Bu çalışma, söz konusu Kanunun erken Cumhuriyet dönemi ekonomi politikaları içindeki konumunu ve yapılan düzenlemelerin dönemin basınında nasıl karşılandığını incelemektedir. Çalışmada, dönemin önde gelen basın-yayın organları olan Cumhuriyet, Milliyet, Vakit, Hâkimiyeti Milliye ve Akşam gazeteleri incelenmiştir. Haberler, köşe yazıları ve yorumlar üzerinden Kanunun kamuoyunda nasıl tartışıldığı ve hangi temalar çerçevesinde ele alındığı analiz edilmiştir. Çoğu basın organının Kanunu, ekonomik istikrarın sağlanması yönünde zorunlu ve yerinde bir adım olarak değerlendirdiği görülmüştür. Ayrıca, devletçilik politikalarının güçlenmesi, ulusal ekonomik çıkarların korunması ve dış spekülasyona karşı millî bir duruş geliştirilmesi gibi temaların da basında öne çıkan yorumlar arasında olduğunu söylemek mümkündür. Elde edilen bulgular, Kanunun yalnızca ekonomik bir düzenleme olmasının ötesinde, erken Cumhuriyet döneminin ulus-devlet inşa süreci, ekonomik bağımsızlık arayışı ve devlet müdahaleciliğinin kurumsallaşması bağlamlarında geniş bir anlam taşıdığını göstermektedir. Dönemin basınının, söz konusu düzenlemeyi hem destekleyen hem de eleştirel boyutlarıyla kamuoyu gündemine taşıması, Kanunun toplumsal düzeyde nasıl algılandığının oluşumunda belirleyici bir etken olduğunu ortaya koymuştur.
Anahtar Kelimeler: Türkiye, Ekonomi, Kanun, Cumhuriyet.

THE 1930 LAW ON THE PROTECTION OF THE VALUE OF THE TURKISH CURRENCY AS A REFLECTION OF ECONOMIC ORIENTATIONS IN THE EARLY REPUBLICAN PERIOD AND THE PRESS'S PERSPECTIVE ON THE LAW

ABSTRACT
The Law on the Protection of the Value of Turkish Currency was adopted by the Grand National Assembly of Turkey on 25 February 1930. The deepening effects of the 1929 World Economic Crisis on the Turkish economy, the rapid expansion of the foreign trade deficit, the shortage of foreign exchange, and the unstable trajectory of the national currency compelled the government to place foreign exchange controls within a legal framework. Enacted in this context, the Law on the Protection of the Value of Turkish Currency constituted a comprehensive intervention aimed at regulating foreign exchange transactions, preventing speculation, and safeguarding the balance of payments. This study examines the position of the Law within the economic policy framework of the early Republican period and analyses how the related regulations were reflected in the press of the time. To this end, major contemporary newspapers Cumhuriyet, Milliyet, Vakit, Hâkimiyeti Milliye, and Akşam were reviewed.

Through an analysis of news reports, opinion pieces, and commentaries, the study investigates how the Law was discussed in the public sphere and the thematic frameworks within which it was addressed. Findings indicate that most press organs considered the Law a necessary and appropriate measure for ensuring economic stability. Themes such as the strengthening of statism, the protection of national economic interests, and the articulation of a national stance against external speculation also featured prominently in press commentaries. The results suggest that the Law carried a broader significance beyond being a mere economic regulation, reflecting the early Republican period's nation-state building process, the quest for economic independence, and the institutionalisation of state interventionism. The fact that the press presented the regulation to the public with both supportive and critical perspectives demonstrates that it played a decisive role in shaping societal perceptions of the Law.
Keywords: Turkey, Economic, Law, Republic.

GİRİŞ

Cumhuriyet'in ilanından sonra hayata geçirilen hukuki düzenlemeler, yapılan ekonomik yatırımlar ve oluşturulan kurumsal yapı, ülkenin toplumsal ve ekonomik dönüşümünde belirleyici bir rol oynamıştır. Atatürk döneminde ekonomi politikasının önemli hedeflerinden biri, Türk lirasının hem iç piyasadaki satın alma gücünü hem de dış ülkeler karşısındaki değerini korumak olmuştur. Cumhuriyet yönetimi, ekonomik politikalarında enflasyondan uzak durmayı, fiyat istikrarını sağlamayı ve ulusal paranın değerini korumayı temel hedeflerinden biri olarak benimsemiştir. Ancak Cumhuriyetin ilk dönemlerinde bir merkez bankasının henüz kurulmamış olması, para politikasının uygulanmasında önemli kısıtlar doğurmuş ve karar alma süreçlerini oldukça sınırlamıştır (Erdoğan, 2022, s. 29).

Cumhuriyet döneminde ekonomi politikalarına yön veren ilk danışma organı olan *Âli İktisat Meclisi,* 25 Haziran 1927'de Türkiye Büyük Millet Meclisi (TBMM) tarafından kabul edilen ve 24 Temmuz 1927'de yürürlüğe giren 1170 sayılı Kanun uyarınca kurulmuştur (T.C. Cumhurbaşkanlığı Devlet Arşivleri Başkanlığı Cumhuriyet Arşivi [BCA], 30-1-0-0/39-232-1, 25.06.1927; T.C. Resmî Gazete, 24 Temmuz 1927, s. 640). *Âli İktisat Meclisi*, uluslararası iktisadî gelişmeleri ve eğilimleri dikkate alarak ülke ekonomisinin güçlendirilmesine yönelik politika alternatiflerini değerlendirmek; hükümetin talebi doğrultusunda bu alanlarda yol gösterici ve danışmanlık niteliği taşıyan görüş ve önerilerde bulunmak amacıyla teşkil edilmiş bir danışma organı olarak faaliyet göstermiştir. *Âli İktisat Meclisi*, her ne kadar Dünya Ekonomik Buhranı'ndan önce teşkil edilmiş olsa da kuruma asıl işlevini kazandıran faaliyetleri bu kriz sürecinde ortaya çıkmıştır (BCA, 30-10-0-0/26-152-10, 1931; Boratav, 2006, s. 132).

Lozan Barış Antlaşması'nın 46-57. maddelerinde, Osmanlı Devleti'nden miras kalan borçların taraflar arasında nasıl paylaştırılacağı ile Türkiye'nin üstleneceği borç miktarının ve yıllık ödemelerin hangi esaslara göre belirleneceği düzenlenmiştir (Düstur, 1931). 1929 Dünya Ekonomik Buhranı'nın etkileriyle birlikte bu borçların tahsil edilmeye başlanması, artan döviz ihtiyacı nedeniyle Türk parasının dış değerini zayıflatan önemli unsurlardan biri haline gelmiştir.

Lozan Barış Antlaşması'na ekli Ticaret Sözleşmesi'nin gümrük rejimine ilişkin sınırlayıcı hükümleri de dönemin ekonomik koşullarını etkileyen diğer önemli bir unsur olarak göze çarpmaktadır. Sözleşme uyarınca Türkiye, 24 Ağustos 1928'e kadar İngiltere, Fransa, İtalya, Japonya, Yunanistan, Romanya ve Yugoslavya'dan gelen mallara 1 Eylül 1916 tarihli Osmanlı gümrük tarifelerini uygulamakla yükümlüydü. Ayrıca, belirli istisnalar dışında, ithalat ve ihracata yönelik yasakların kaldırılması ve yeniden yürürlüğe konulmaması taahhüt edilmişti. Nitekim bu hükümler, Türkiye'nin iç piyasayı korumaya yönelik bağımsız bir gümrük ve dış ticaret politikası oluşturmasını fiilen sınırlandırmaktaydı (Türkiye Dış Politikasında 50 Yıl

Lozan, 1973, s. 260-272). Bu çerçevede 1920'li yıllarda Türkiye ekonomisi, büyük ölçüde dışa açık bir yapı sergilemekteydi.

Gümrük tarifelerinin artacağı yönündeki beklentiler nedeniyle yapılan aşırı ithalat, tarımsal ürünlerde yaşanan fiyat gerilemeleri, ihracattan elde edilen gelirlerin düşmesi ve dış ticaret açığının hızla büyümesi; bunlara ek olarak 1929'un Osmanlı borçlarının ilk taksit ödemesinin yapılacağı yıl olması, Ekonomik Buhranın etkilerini ağırlaştıran başlıca unsurlardı. Bu gelişmeler sonucu Türk lirası belirgin bir değer kaybı yaşamaya başlamıştır (Öztürk, 1994, s. 1).

Türk parasının dış değerinde istikrarı sağlamaya yönelik ilk hukuksal adım, 16 Mayıs 1929 tarihinde yürürlüğe giren 1447 sayılı *Menkul Kıymetler ve Kambiyo Borsaları Kanunu* ile atılmıştır. Bu düzenleme, döviz piyasalarındaki spekülatif işlemleri yasaklamakta ve gerçek ya da tüzel kişilerin, zorunlu ihtiyaçları dışında doğrudan veya dolaylı biçimlerde döviz alım satımı yapmalarını engellemeyi amaçlamaktaydı. Bu çerçevede, döviz talebinin hangi durumlarda meşru kabul edileceği önceden hazırlanacak bir liste ile belirlenmekteydi (Yasaman, 1992; Yılmaz, 2022). Döviz işlemlerine kısmi bir kontrol mekanizması getiren söz konusu Kanun, dönemin kambiyo piyasasında ortaya çıkan krizleri bütünüyle bertaraf edememiştir.

TBMM tarafından 20 Şubat 1930 tarihinde kabul edilen ve 25 Şubat 1930'da Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren *Türk Parasının Kıymetini Koruma Hakkında Kanun* (TPKKHK), hükümete ulusal para değerindeki dalgalanmaları sınırlamaya yönelik düzenleyici kararlar alma yetkisi tanımış; söz konusu yetkiyi ise cezai yaptırımlarla destekleyerek uygulamanın etkinliğini artırmayı amaçlamıştır. Kanunun kabul edildiği dönem, Türkiye ekonomisinde savaş sonrası miras kalan ve 1920'ler boyunca derinleşen yapısal sorunların, 1929 Dünya Ekonomik Buhranı'nın küresel etkileri ile ülke içindeki çeşitli konjonktürel istikrarsızlık unsurlarıyla birleştiği bir sürece denk gelmektedir (Boratav, 2005, s. 48-49).

Kanunun 25 Şubat 1930'da Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmesinden yalnızca iki gün sonra, 27 Şubat'ta Türk parasının değerini korumaya yönelik ilk kapsamlı düzenleme olan ve 33 maddeden oluşan kararname yayımlanmıştır (T.C. Resmî Gazete, 27 Şubat 1930, s. 8741). Kanunun uygulanmaya başlamasının hemen ardından, döviz işlemlerinin denetlenmesi ve spekülasyonun önlenmesi amacıyla yerli ve yabancı bankaların katılımıyla bir Bankalar Konsorsiyumu oluşturulmuştur (Tezel, 2002, s. 170-173). Maliye Vekâleti ile bankaların ortaklığı temelinde özel bir şirket niteliğinde kurulan bu yapı, 11 Haziran 1930 tarihli ve 1715 sayılı *Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Kanunu* ile Merkez Bankası faaliyete geçinceye kadar, Türk parasının istikrarını sağlama görevini üstlenmiştir (Tezel, 2002, s. 170-173).

TPKKHK'nın başlangıçta üç yıl olarak öngörülen yürürlük süresi, 14 Ocak 1933 tarihli ve 2100 sayılı Kanunla önce beş yıla yükseltilmiş; 3 Şubat 1970 tarihli ve 1224 sayılı Kanunla da bu süre tamamen kaldırılmış ve Kanun sürekli hale getirilmiştir. Söz konusu Kanun bugün de yürürlükte bulunmaktadır.

Çalışmada, dönemin önde gelen basın-yayın organları olan Cumhuriyet, Milliyet, Vakit, Hâkimiyeti Milliye ve Akşam gazeteleri incelenerek, söz konusu Kanunun Türk basınında nasıl yorumlandığı ve hangi ideolojik çerçevelerle ilişkilendirildiği analiz edilmiştir. Bu kapsamda, gazetelerde yer alan haberler, köşe yazıları ve yorumlar üzerinden yapılan değerlendirme, TPKKHK'nın yalnızca ekonomik boyutuyla ele alınmadığını; aynı zamanda ulusal kimlik inşası, ekonomide millîlik söylemi ve devlet-toplum ilişkilerinin yeniden tanımlanması gibi daha geniş bir ideolojik ve siyasal bağlam içinde değerlendirildiğini göstermektedir. Çalışmada, basın-yayın organlarının yanı sıra farklı nitelikteki kaynaklar da sistematik biçimde analiz edilmiş ve literatüre katkı sağlamak hedeflenmiştir.

1. TÜRK PARASININ KIYMETİNİ KORUMA HAKKINDA KANUN

1929'da meydana gelen Dünya Ekonomik Buhranı, yalnızca ortaya çıktığı yıl ile sınırlı kalmayıp uzun süre küresel ölçekte etkisini hissettirmiştir. Bu kriz, ekonomik alanın ötesine

geçerek toplumsal ve kültürel yapıda da derin dönüşümlere yol açacak derecede kapsamlı sonuçlar doğurmuştur. Böylesine geniş çaplı bir krizin, henüz kuruluş sürecindeki ve ekonomik yapısı oldukça hassas olan Türkiye'yi etkilememesi beklenemezdi. Nitekim söz konusu buhran, kısa sürede Türkiye'de de hissedilmiş ve ülkeyi önemli politika değişikliklerine yöneltmiştir (Yenal, 2011).

Dünya genelinde yaşanan Ekonomik Buhran, hammadde fiyatlarında sert bir düşüşe yol açmıştır. Bu durum, ihracata dayalı ekonomisi olan Türkiye'de ihraç ürünlerinin fiyatlarına doğrudan olumsuz yansımıştır (Yerasimos, 1989, s. 116; Çavdar, 2002, s. 225). Ayrıca 1929 yılında meydana gelen kuraklık nedeniyle de üretim hacmi daralmış ve bunun sonucunda da ihracat gerilemiş ve ekonomik sıkıntılar daha da belirginleşmiştir. Türkiye, özellikle tarımsal ürün ihracatından elde edilen gelirle dış ticaret dengesini korumayı amaçlamaktaydı. Ancak, durum beklenenin aksi yönünde gelişmiş ve ülkenin üretim kapasitesi dış ticaret taahhütlerini karşılayacak düzeye ulaşamamıştır. Neticede krizin Türkiye ve Türk ekonomisi üzerindeki etkisi en belirgin biçimde tarım sektöründe hissedilmiştir (Pamuk, 2017, s. 187; Tuncay, 1999; Keyder, 1993). Bunun yanı sıra, millîleştirme politikaları kapsamında devlet tarafından gerçekleştirilen satın almalar ve özellikle de yabancı şirketlerin kontrolündeki demiryolu hatlarının devletleştirilmesi ve yeni hatların inşası, bütçe üzerinde kayda değer bir mali baskı yaratmıştır (Aysan, 1980, s. 47-48; Sarıgüzel, 2021, s. 7057).

Buhran sürecinin kamuoyunda hissedilen ilk etkisi ise Türk lirasının hızla değer kaybetmesi şeklinde ortaya çıkmıştır. 1929 yılında Türkiye'nin dış ticaret hadleri, önceki yıllara kıyasla yaklaşık % 15 oranında bozulma göstermiştir. Türk lirasının kambiyo kurunda gözlenen hızlı değer kaybı, spekülatif ithalat hareketleri ve Dünya Ekonomik Buhranı'nın etkileriyle birleşerek hükümetin karşısına belirgin bir "para krizi" olarak çıkmıştır. 1920'li yıllarda Türk lirasının yabancı paralar karşısındaki değeri, esas itibarıyla özel piyasada gerçekleştirilen işlemler çerçevesinde belirlenmekteydi. Dalgalı kur niteliği taşıyan bu yapı içinde, dış ticaret açıkları liranın değerini doğrudan etkileyen temel unsurlar arasında yer almıştır (Tezel, 2002, s. 170-172).

Hükümetin Türk parasını destekleyecek yeterli rezerv ve kurumsal araçlardan yoksun olduğu 1925-1928 döneminde lira, dış ticaret açıklarının etkisiyle sterlin karşısında yaklaşık % 6, dolar karşısında ise % 5 oranında değer kaybetmiştir. Liranın dolar ve sterlin karşısındaki gerilemesi 1929 yılında % 5 düzeyine ulaşmıştır. Bu değer kaybının hızlanmasında, 1929'da ortaya çıkan büyük dış ticaret açığının yanı sıra, Osmanlı Düyûn-ı Umûmiyesi'nden kaynaklanan ilk borç taksitinin de aynı yıl içinde ödenmesi etkili olmuştur. Türk hükümeti, kambiyo piyasasını düzenlemeye yönelik ilk somut adımlarını 1929 yılı Mayıs ayında atmıştır. Liranın dış değerindeki düşüşün hız kazanmasının ardından, Aralık 1929'da kamu kesimi tarafından gerçekleştirilen ithalat geçici olarak durdurulmuştur (Tezel, 2002, s. 170-173; Tekeli ve İlkin, 2009, s. 80-81).

TBMM 1930 yılı Şubat ayında, Türk lirasının döviz kurunu altına bağlayarak istikrarlı bir şekilde sürdürülmesi yönünde karar almış ve tüm döviz işlemleri devlet denetimine bırakılmıştır. Bunu takiben Mart 1930'da bir Bankalar Konsorsiyumu kurulmuş ve yarısı Türkiye'de faaliyet gösteren yabancı sermayeli bankalar tarafından sağlanan bir döviz fonu oluşturularak hükümetin kullanımına tahsis edilmiştir. Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası'nın kuruluşuna kadar geçen süreçte hükümet, söz konusu rezervden yararlanarak kambiyo piyasasına müdahalede bulunmuştur (Tezel, 2002, s. 170-173; Tekeli ve İlkin, 2009, s. 80-81).

Türkiye, krizin yol açtığı olumsuz ekonomik koşullardan korunabilmek için çeşitli stratejik önlemler hayata geçirmiştir. Bu süreçte hükümet, Ekonomik Buhrana karşı Atatürk'ün benimsediği denge politikasını devam ettirmiştir. Türk parasındaki değer kaybını sınırlamak ve dış ticarette ortaya çıkan açığı kontrol altına almak amacıyla uygulanan kısıtlayıcı düzenlemeler

sayesinde de dış ekonomi politikasında istikrarlı ve koruyucu bir çerçeve oluşturularak kayda değer sonuçlar elde edilmiştir (Sarıgüzel, 2021, s. 7058).

Yaşanan gelişmelere bağlı olarak 27 Mayıs 1929'da *Menkul Kıymetler ve Kambiyo Kanunu* (Eroğlu, 2010, s. 27; Tokgöz, 2011, s. 104), 25 Şubat 1930 da *ise Türk Parasının Kıymetini Koruma Hakkında Kanunu* (TPKKHK) çıkarılmıştır (BCA, 30-18-1-2/8-9-19, 26.02.1930). Maliye Vekâletinin hazırladığı kanun teklifi, İcra Vekilleri Heyeti tarafından 19 Şubat 1930'da TBMM'ye sunulmuştur. Tasarı, Menkul Kıymetler ve Kambiyo Borsaları Hakkında 1447 sayılı Kanuna (MKKBHK) müzeyyel bir kanun layihası olarak teklif edilmiş ve 16 Mayıs 1929'da yürürlüğe girmiştir (T.C. Resmi Gazete, 30 Mayıs 1929, s. 7404-7409). Teklifin sebebi olarak ise "artan ithalat stokçuluğu ve döviz piyasasındaki spekülatif hareketler" gösterilmiştir.

TBMM, Kanun teklifinin yaşanan olağanüstü durumdan hareketle hazırlandığını, normal bir süreçle düzenlenen 1447 sayılı Kanuna ek veya değiştirilen bir kanun olmaması gerektiğini ve ayrı bir düzenleme altında ele alınmasını istemiştir. Kanun ilk önce, *Türk Parasının Korunması Hakkında Kanun* adıyla teklif edilmiştir. Altı maddelik Kanun teklifinin birinci ve dördüncü maddeleri biçimsel açıdan, diğer maddeleri ise çeşitli değişikliklere uğratılarak kabul edilmiş ve ivedilikle görüşülmek üzere karma komisyona gönderilmiştir. Komisyon aşamasında metin yedi maddelik bir Kanun hâline getirilmiş ve *Türk Parasının Kıymetini Koruma Hakkında Kanun* ismiyle düzenlenmiştir. Ardından da TBMM tarafından onaylanmıştır (TBMM ZC, 20.02.1930, s. 42-48).

Meclis'te bir konuşma yapan Başvekil İsmet İnönü, millî paranın değerini etkileyen unsurlar hakkında bilgi vermiş ve ardından millî paranın değerini korumak için alınacak olan önlemlerden bahsetmiştir. Özellikle millî bir bankanın kurulmasına değinen İnönü şöyle demiştir:

> *Millî ve müstakil bir Devlet Bankası tesisi, millî paranın muhafazasında ve memleket iktisadiyatında faydalı bir nazım rolü oynayacağı zeminindedir. Bunu açık söylemek şu noktadan faydalıdır ki Devlet Bankasını şu veya bu şekilde yapacağız, millî bir şekilde olmasından başka bir şekil düşünüyoruz gibi vahi ümitleri, vahi hayalleri kimsede bırakmamak için istical ettim. Bundan sonraki içtimalarınız millete müstakil ve millî bir merkezî banka vücuda getirmek için vereceğiniz nizamı ve kanunu müzakere ile geçecektir* (TBMM ZC, 20.02.1930, s. 43).

Konuşmasına devam eden İnönü, millî paranın değerinin korunması için devletin bütün gerekli tedbirleri alacağını ve bunun için de her vasıtaya başvuracağını, ancak birçok suistimallerle karşılaştıklarını ve bu durumla da mücadele edeceklerini vurgulamıştır (TBMM ZC, 20.02.1930, s. 43-44). İnönü'nün ardından bir konuşma yapan Maliye Vekili Şükrü Saraçoğlu ise ifadelerini şu şekilde dile getirmiştir:

> *Birkaç aydan beri memleket ecnebi parası ihtiyacı ve döviz sıkıntısı geçirmektedir. Geçirmekte olduğumuz bu sıkıntı zaman zaman bir buhran kokusu da neşretmemiş değildir. Sadece bir döviz buhranı belki de tek başına çok büyük ehemmiyetle mütalaa edilecek mevzu değildir. Döviz buhranından çıkabilecek olan diğer neticeler vardır ki memleketin maliyesini, iktisadiyatını, ticaretini birer birer ve bir biri arkasından bir buhrana sürükleyebilir. Maliyeyi bozar, çünkü evvela alınan maaş ve ücretler alanları geçindiremez bir hale getirir, saniyen masraf tertipleri gayri kâfî gelir. Bunlardan tevkif edilemeyenlere munzam tahsisatlar verilmek zarureti tahaddüs eder. Böylece bütçedeki tevazün bozulur. İktisadiyatı ve ticareti bozar. Hiç kimse uzun müddetli işlere cesaret edemez. Onun içindir ki tesiratı itibariyle döviz buhranı çok ehemmiyetli bir buhrandır ve bunun önüne geçmek için icap eden tedbirleri bir an evvel almak lâzımdır* (TBMM ZC, 20.02.1930, s. 44).

Şükrü Saraçoğlu, konuşmasının devamında, yaşanan iktisadi buhranın uygun ekonomik tedbirler aracılığıyla aşılabileceğini vurgulamış ve bu doğrultuda gerekli önlemlerin ivedilikle

hayata geçirildiğini ifade etmiştir. Meclis görüşmelerinin ardından 1567 sayılı *Türk Parasının Kıymetini Koruma Hakkında Kanun* oybirliği ile kabul edilmiştir. Yedi maddeden oluşan kanunun birinci maddesinde; *"Kambiyo, nükut, esham ve tahvilât alım-satımının ve memleketten ihracının tanzim ve tahdidi ve Türk parası kıymetinin korunması zımnında kararlar ittihazına İcra Vekilleri Heyeti salahiyetlidir"* (BCA, 30-18-1-2/8-9-19, 26.02.1930; T.C. Resmi Gazete, 25 Şubat 1930, s. 8733; TBMM ZC, 20.02.1930, s. 47) denilerek, yurt içinde döviz, nakit para, hisse senedi alım satımı ve ihracı gibi düzenlemelerde dönemin bakanlar kurulu yetkili kılınmıştır. İkinci madde, alınan kararların gazeteler ve diğer uygun araçlar vasıtasıyla yayımlanıp ilan edileceğini bildirmektedir.

Üç ve dördüncü maddelerde ise kanuna aykırı eylemlerde bulunanlar ile bankaların merkez ve şube teşkilatlarında görev yapanlar ve para piyasasında faaliyet gösteren meslek mensuplarına ilişkin olarak, meslekten iki yıla kadar men, işlem yetkisinin sınırlandırılması ve yüksek tutarlı para cezaları öngörülmüştür. Her ne kadar maddede "ağır ceza" ibaresi yer alsa da aynı zamanda düzenlemenin, aşırı tedirginlik oluşturmamasına da özen gösterilmiştir. Ceza yaptırımının belirli bir süreyle sınırlandırılması ve gerektiğinde yalnızca ilgili şubenin sorumluluğuna gidilmesi de bu dengenin korunma çabasına örnek teşkil etmektedir (T.C. Resmi Gazete, 25 Şubat 1930, s. 8733).

Beşinci maddede; *"İcra Vekilleri Heyeti tarafından alınacak kararlara aykırı davranışlar için, 1447 sayılı Kanun ve diğer Kanunlarda yer alan ceza hükümleri uygulanmayacak; yalnızca bu Kanunda belirtilen cezalar geçerli olacaktır"* (T.C. Resmi Gazete, 25 Şubat 1930, s. 8733) ifadeleri ile *Menkul Kıymetler ve Kambiyo Borsaları Hakkında Kanun*'da belirtilen cezalar yerine sadece bu Kanundaki cezaların geçerliliğinden bahsedilmiştir. Altıncı maddede Kanunun yayımlandığı tarihten itibaren üç yıl geçerli olacağı belirtilirken, yedinci maddede de Kanun hükümlerinin uygulanmasından İcra Vekillerinin sorumlu olduğu vurgulanmıştır (T.C. Resmi Gazete, 25 Şubat 1930, s. 8733).

TPKKHK, iktisadi açıdan iki temel alanda denetim tesis etmeyi amaçlamıştır. Bunlar, döviz kurlarının devlet otoritesi tarafından belirlenmesi ve ithalat faaliyetlerinin izne tâbi kılınmasıydı. Aynı dönemde birçok ülkenin benzer düzenlemelere yönelerek özellikle Ekonomik Buhran'ın olumsuz etkilerinden korunmaya çalıştığı dikkat çekmektedir. Bu çerçevede getirilen hükümler, Türkiye'nin sanayi yapısını dış piyasalardaki rekabet baskısına karşı korumaya yönelik ilk yapısal adımlar arasında değerlendirilebilir. Ayrıca bu hükümler devletçi ve korumacı ekonomi politikalarının uygulanabilmesine imkân tanımış ve 1930'lu yılların ekonomik modernleşme programına hukuki temel oluşturmuştur.

TPKKHK'nın otuz üç maddeden oluşan 1 numaralı kararnamesi T.C. Resmi Gazete de 27 Şubat 1930 tarihinde yayımlanmıştır. Kararnamenin ilk maddelerinde, kambiyo spekülasyonuna ilişkin bir tanımlama yapılmış ve bu tür işlemler açıkça yasaklanmıştır. Kambiyo işleriyle uğraşanların, bu işlemleri kimin adına yaptıklarını kambiyo denetleme birimine bildirmek zorunda oldukları; iş yaptıran kişiler ise, yaptırdıkları işlerin ihtiyaç listesine uygun olduğunu gösteren belgeleri listede belirtilen yerlere sunmak ve teslim etmek; ayrıca istenecek bilgi ve açıklamaları vermekle yükümlü oldukları, bu belgeler de bir daha kullanılmamak üzere banka, bankerler veya denetim birimi tarafından iptal edileceği veya gerekli olanların saklanacağı kararnamede belirtilmiştir (T.C. Resmi Gazete, 27 Şubat 1930, s. 8741).

Yine kararname kapsamında bankalar ve bankerlerin döviz karşılığı Türk parası avans vermelerinin yasak olduğu; maliyenin ihtiyaç listesi dışında kambiyo tahviline izin verilmeyeceği; Türkiye'de faaliyet göstermeyen ve şubesi bulunmayan gerçek veya tüzel kişiler adına, bankalar, bankerler ve diğer kurumlar tarafından Türk parası üzerinden kredi açılamayacağı; kamu iştirakleri ve imtiyaz tanınan işletmelerin bankalardaki mevduatlarını Türk parası olarak tutmak zorunda oldukları; Maliye Vekâletinden izinsiz şekilde ülkede esham, tahvil ve kuponları ile Türk parasının ihracının yasaklandığı, aynı şekilde esham, tahvil ve kupon ithaline de izin verilmeyeceği; borsa acentelerinin acentelik dışında hiçbir iş

yapamayacağı, kendi ad ve hesaplarına döviz, nakit, hisse senedi ve tahvil alıp satamayacakları ya da alım-satım yaptıramayacakları, yaptıkları işlemleri de günlük olarak defterlerine kaydetmek ve aynı gün bir cetvel ile borsa komiserliğine veya denetim makamına bildirmek zorunda oldukları belirtilmiştir (T.C. Resmi Gazete, 27 Şubat 1930, s. 8741-8742).

Kararnamenin devamında; kambiyo, nakit para, hisse senedi ve tahvil alıp satmaya yetkili banka ve bankerlerin, aldıkları ve sattıkları döviz ile hisse senedi ve tahvillerin türünü, miktarını, tarihini, alım satımın yapıldığı saat ve dakikayı, fiyatını ve müşterinin adını, kimliğini ve imzasını gösteren bir belge vermek zorunda oldukları, ayrıca bu işlemleri denetim makamınca onaylanmış bir deftere aynen kaydetmek ve bu defterlere bir gün içinde yazılan işlemleri ertesi gün öğleye kadar bir bordro ile denetim makamına bildirmekle yükümlü oldukları vurgulanmıştır (T.C. Resmi Gazete, 27 Şubat 1930, s. 8741-8742).

Yurtdışına nakit para, döviz, hisse senedi ve tahvili doğrudan ya da dolaylı yoldan ve Maliye Vekâleti'nin izni olmadan çıkarmanın ve yurtdışına sermaye kaçırmanın yasak olduğu, bu nedenle de işleri gereği özellikle inşaat şirketleri ve müteahhitlerin faaliyetleri sırasında hesap üzerinde yurtdışından getirip harcamak zorunda oldukları dövizleri Türkiye'de hangi bankaya sattıklarının sorulması hâlinde, bunu kanıtlayan belgeleri hazır bulundurmak zorunda oldukları da kararname içeriğinde belirtilmiştir (T.C. Resmi Gazete, 27 Şubat 1930, s. 8742).

TPKKHK ile ithalat ve yurtdışına döviz çıkışı denetim altına alınarak dış ödemeler dengesinin istikrara kavuşturulması hedeflenmiştir. Kanunun ilk düzenlemelerinin ardındaki yaklaşımın, devletçi ve ithal ikameci politikaların gerektirdiği koruyucu çerçeveyi oluşturma amacına dayandığı anlaşılmaktadır.

2. KANUNUN BASINA YANSIMALARI

Kanunun ilanından önceki dönemde, kamuoyunda millî paranın değer kaybını önlemeye yönelik tedbirlerin alınması gerektiğine ilişkin değerlendirmeler sıklıkla dile getirilmiş; hükümetin bu doğrultuda çeşitli hazırlıklar yürüttüğü basında geniş yer bulmuştur. Milliyet gazetesinin başyazarlarından olan Siirt Mebusu Mahmut, konuya dair bir yazısında devletin kambiyo işlemlerinde istikrarı sağlamak amacıyla kapsamlı önlemler geliştirdiğini ve bu girişimlerin olumlu sonuçlar vermesinin beklendiğini ifade etmiştir. Mahmut, daha önce de benzer nitelikte adımlar atıldığını fakat bunların yeterli olmadığını, özellikle borsa çevresindeki suistimallerin ve spekülatif faaliyetlerin engellenebilmesi için ilave ticarî düzenlemelere ihtiyaç duyulduğunu belirtmiş; bu nedenle hükümetin Meclis'ten geniş yetkiler talep ettiğini vurgulamıştır. Mahmut, yazısının devamında millî paranın değer kaybetmesini gerektirecek esaslı bir ekonomik neden bulunmadığını, hükümetin çıkarılacak yeni kanunla istismar girişimlerine karşı daha donanımlı bir konuma geleceğinin de altını çizmiştir (Mahmut, 22 Şubat 1930, s. 1).

Akşam gazetesinin başyazarı Necmettin Sadak, hükümetin Türk parasının değerini düşürmeye yönelik girişimlere karşı kararlı bir mücadele yürüttüğünü ve bu doğrultuda Meclis'ten idari ve cezai yetkiler aldığını ifade etmiştir. Sadak, paranın değer kaybının nedenlerine ilişkin değerlendirmesinde ise şöyle demiştir:

> *Geçen seneye kadar hükümet borsadan mütemadiyen ecnebi dövizi satın alıyordu. Paramızı düşüren sebeplerin en büyüğü bu idi. Geçen sene, gümrük tarifesi artacak diye, tüccarlar memleketimize birçok stok eşya ithal ettiler. Bunların bedelini ödemek için piyasadan külliyetli İngiliz lirası satın alındı. Paramızı düşüren sebeplerden biri de budur* (Sadak, 23 Şubat 1930, s. 1).

Sadak, değerlendirmesinin sonunda kamuoyunun İsmet Paşa'ya duyduğu güvenin tam olduğunu, bu güvenin de paranın değerinin yeniden artacağı yönündeki beklentiyi güçlendirdiğini ifade etmiştir (Sadak, 23 Şubat 1930, s. 1).

Kanunun ilan edildiği günlerde dönemin basını incelendiğinde, basının neredeyse ortak bir dille "ulusal bir sorumluluk" çağrısı yaptığı görülmüştür (Cumhuriyet, 26 Şubat 1930; s. 1 Milliyet, 27 Şubat 1930, s. 1-2). Cumhuriyet gazetesi, İstanbul merkezli okur kitlesine hitap eden

haberlerinde, tasarrufu ve Türk parasına olan güveni vurgulamıştır. Gazete yazarları, Türk parasının korunmasının "millî bir ödev" olduğunun altını çizmiştir. Cumhuriyet gazetesi Kanunu, "millî paranın itibarını yükseltmeye yönelik gerekli bir adım" olarak nitelendirmiş ve hükümetin ekonomik bağımsızlık politikalarıyla uyumlu olduğunu belirtmiştir. Hükümetin aldığı tedbirler ile amacının ihtiyaç ve kaide dışında "para oyununa" meydan vermemek olduğunu da vurgulamıştır (Cumhuriyet, 26 Şubat 1930, s. 1).

28 Şubat 1930 tarihli Cumhuriyet gazetesinde bir makale kaleme alan Yunus Nadi, Kanunu memnuniyetle karşıladığını belirterek hükümetin aldığı tedbirleri, "millî paranın ıslahı için atılmış tarihi adımlar" olarak nitelendirmiştir. Türk parasının değerinin korunmasına yönelik olarak yürürlüğe konulan sert tedbirlerin, piyasa işlemlerinin gelişigüzel veya denetimsiz biçimde yürütülmesini önlediğini belirtmiştir (Nadi, 28 Şubat 1930, s. 1). Ayrıca Nadi, Türk parası üzerinde kur oynamanın kesin olarak yasak olduğunu ve bunu yapanların ağır cezalara çarptırılacağını, Kanundan sonra Türk ve yabancı paralarla döviz işlemlerinin herkesin gözü önünde ve yalnızca açıkça belirlenmiş ihtiyaç sınırları dâhilinde yapılabileceğini vurgulamıştır. Nadi ifadelerini şu şekilde devam ettirmiştir:

> *Yapılan şeyler bizden evvel parasını düzeltmek isteyen her memleketin yaptığı şeylerden başka değildir. Biz almakta olduğumuz tedbirlere başkalarının yaptıklarını hemen hemen aynen tekrar etmekte bulunuyoruz denebilir. Bozuk dememek için dalgalı bir paranın tespitine her memlekette az çok bir buhran ve az çok şiddetli tedbirler takaddüm etmiştir. Oralarda herkes buhran içinde daha şiddetli görünen tedbirlere tahammül ederek nihayet millî paranın salâha mazhar olduğunu görebilmiştir. Bizde de çaresiz biraz dikkatli, biraz şiddetli davranılacaktır. Ta ki millî para dâhilde ve hariçte herkes için sabit kıymet arz edecek bir hale gelebilsin diye* (Nadi, 28 Şubat 1930, s. 1).

Nadi, hükümet tarafından uygulamaya konulan tedbirlerin millî paranın istikrarının sağlanması açısından zorunlu olduğunu, bu çerçevede toplumun söz konusu düzenlemeleri olumlu karşılaması gerektiğini ve alınan önlemlerin sonuçlarının da beklenmesi gerektiğini vurgulamıştır (Nadi, 28 Şubat 1930, s. 1).

Milliyet gazetesi, 26-28 Şubat 1930 tarihli sayılarında kanuna ilişkin haberlere ön sayfasında yer vermiş ve yeni düzenlemelerin "millî paranın istikrarı için zorunlu" olduğunu vurgulanmıştır. Milliyet gazetesinin 27 Şubat 1930 tarihli sayısında, "Millî Parayı Koruma İçin" başlığı altında bir yazı yayımlanmış ve 1 numaralı kararnamenin otuz üç maddesine kapsamlı bir şekilde yer verilmiştir. Kararnamenin Atatürk tarafından onaylandığı belirtilmiş ve Kanunun mühim kararlar içerdiği üzerinde durulmuştur (Milliyet, 27 Şubat 1930, s. 1-2). Milliyet'in haber dili incelendiğinde, Kanunun sert tedbirler içerdiğine değinilirken kamu yararı da sık sık ön plana çıkarılmıştır. Gazete, Kanunun amaçlarını açıklarken "millî menfaat", "iktisadi istikrar", "spekülasyonun önlenmesi" gibi kavramları da sıkça kullanmıştır. Ayrıca bu söylemler, dönemin devletçi ekonomi politikalarının basında yeniden üretildiğini göstermektedir.

Gazetenin başyazarlarından Siirt Mebusu Mahmut, "Etrafımızı Görelim" başlığı altında bir yazı kaleme almış ve Kanun ile ilgili görüşlerine yazının içeriğinde yer vermiştir. Mahmut, demokrasi ilkelerine bağlı tüm ülkelerin ekonomik ve toplumsal hedeflerinin büyük ölçüde örtüştüğünü ve bu hedeflerin çoğunun halkın refahını artırmaya yönelik olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca, çağdaş ulusların toplumsal refahı temin etmek amacıyla benimsedikleri tedbirlerin yakından takip edilmesinin önemine dikkat çekmiş; yalnızca kendi içine kapanarak yaşamanın ve dünyadaki gelişmelere kayıtsız kalmanın, uluslararası rekabet alanında yenilgiyi ve bağımlılığı peşinen kabul etmek anlamına geldiğini vurgulamıştır (Mahmut, 28 Şubat 1930, s. 1).

Mahmut yazısının devamında ise, son dönemde hükümet tarafından çeşitli iktisadi tedbirlerin yürürlüğe konulduğunu, millî para biriminin istikrarını temin edebilmek amacıyla idari ve mali

yetkilerin arttırıldığını ve kamusal müdahale alanın da aynı oranda genişletildiğini ileri sürmüştür. Bu kapsamda toplumun, tüketim alışkanlıklarını gözden geçirerek ihtiyaçlarını asgari düzeye indirmesini ve yerli malı kullanımına yönelmesini tavsiye etmiştir. Bu fedakârlıkların yalnızca Türkiye'ye özgü olmadığını ve diğer ulusların da katlandığı ağır bir yük olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca dönemin uluslararası ekonomik şartları dikkate alındığında, pek çok ülkenin benzer sıkıntılarla karşı karşıya olduğunu, millî paralarını korumaya yönelik politikalar geliştirdiklerini ve yerli üretimi yabancı mallara tercih etmeyi millî bir görev olarak benimsediklerini ileri sürmüştür. Dolayısıyla millî iktisadi politikalara yönelişin, yalnızca ulusal bir tercih değil, aynı zamanda küresel ekonomik krizin zorunlu kıldığı ortak bir uygulama alanı olarak değerlendirilmesi gerektiğinin de üstünü çizmiştir (Mahmut, 28 Şubat 1930, s. 1).

Vakit gazetesinin 27 Şubat 1930 tarihli sayısında, Kanunun 1 numaralı kararnamesine ilk sayfada geniş yer verildiği görülmüştür (Vakit, 27 Şubat 1930, s. 1-2). Gazete muhabiri, parayı koruma tedbirleri kapsamında Maliye Vekili ile bir görüşmede bulunduğunu, Maliye Vekilinin alınan ilk tedbirleri şimdilik yeterli gördüğünü ve elde edilen neticelere göre tedbirlerin bir kısmının da kaldırılabileceğini ifade ettiğini ileri sürmüştür (Vakit, 28 Şubat 1930, s. 1). Genel olarak değerlendirildiğinde Vakit gazetesi, Kanuna büyük ölçüde destek veren bir tutum benimsemiş, kamuoyunda güven oluşturmayı hedefleyen söylemler geliştirmiş ve hükümetin istikrar politikalarını iktisadi milliyetçilik temelinde meşrulaştırmıştır.

Akşam gazetesi, Kanunun yürürlüğe girmesiyle birlikte konuyu ön sayfalara taşımış ve haber dilinde genellikle hükümet politikalarına paralel, destekleyici bir üslup benimsemiştir (Akşam, 26 Şubat 1930, s. 1). Gazete, yeni Kanunun ihracat tacirlerinin alacakları kambiyoları zorunlu olarak piyasaya sürmelerini öngördüğünü, bu düzenlemenin ise fırsatçı aktörlerin gayrimeşru girişimlerine önemli bir sınırlama getirdiğini belirtmiş; böylece söz konusu Kanuna yönelik desteğini açık bir biçimde ortaya koymuştur (Akşam, 27 Şubat 1930, s. 1).

Gazetenin 27 Şubat 1930 tarihli nüshasında Necmettin Sadak tarafından kaleme alınan bir yazıda, döviz piyasasında ortaya çıkan "şanj oyunları"nın ekonomik istikrarı zayıflattığı ifade edilmiş ve bu nedenle de uygulamaya konulan sıkı önlemlerin isabetli olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca Sadak, piyasanın kendiliğinden işleyen dinamiklerinin, devletin denetim ve yönlendirmesi altında daha rasyonel ve düzenli bir çerçevede işletilmesinin gerekli olduğuna dair bir görüş ortaya koymuştur (Akşam, 26 Şubat 1930, s. 1). Sadak, yazısının devamında şöyle demiştir:

> *Umumi harbin bütün dünyaya miras bıraktığı en müthiş sıkıntı şanj namı verilen, altın kıymetinde para ile kıymeti altına nispetle düşük paraların cihan piyasasında birlikte bulunmasından hasıl olan meseledir. Parasının kıymeti İngiliz lirasına, dolara (yani altın paraya) nispetle düşük olan memleketlerde, bu şanj yahut kambiyo meselesinin ticaret hayatına ne kadar zarar verdiğini anlamak için tüccar olmaya hacet yoktur. Bu meselenin cihan iktisadiyatında husule getirdiği muvazenesizliklerin en mühimi, yüksek paralı piyasalardan (mesela İngiltere'den) mal satın almaya mecbur olan düşük paralı memleketlerde hayat pahalılığının artmasıdır. İngiliz lirası yahut dolar ile Avrupa'dan mal getiren bir tüccar, sipariş verdiği anda Türk lirasının birkaç ay içerisinde düşmesi ihtimaline karşı maruf tabir ile siparişini örtmeye, yani lazım olan ecnebi kambiyosunu satın almaya mecburdur. Bu yüzden hayat pahalılığı bir kat daha artıyor. Çünkü Avrupa'dan gelen malı, yalnız İngiliz lirası ile ödediğimiz için pahalıya almakla kalmıyoruz, bir de tüccarın İngiliz'in yükselmesi ihtimaline karşı fiyatlara ilave ettiği zammı ödüyoruz. Millî mahsul ve mamulattan olan eşya fiyatı daima Avrupa malları fiyatına yaklaştığı için, paramızın düşmesi ve ecnebi kambiyosunun yükselmesi bütün eşya fiyatlarını arttırır. Bu surette sırf paramızda istikrar olmadığı için hariçten gelen mallar üzerinde yüzde 300-400 gibi müthiş bir zam vardır* (Sadak, 27 Şubat 1930, s. 1-2).

Düşük paranın da bazı faydaları olduğu üzerinde duran Sadak sözlerini şöyle devam ettirmiştir:

> *Tecrübe gösteriyor ki bir memleket parasının cihan piyasasında iştira kudretinin azalması, kendi dâhili piyasasında da derhal iştira kabiliyetinin azalmasına intaç etmez. Bir müddet, millî mahsul ve mamulat fiyatları ve amele ücreti, altın kıymetlerinin altında kalır. Maliyet fiyatıyla, harice satış fiyatı arasındaki bu fark neticesi olarak, parası düşük memleketlerin ihracat eşyası ucuz olur, hariçte daha kolay müşteri bulur. Bilakis, parası yüksek olan memleketlerde ihracat buhranı vardır. Parası altın kıymetinde olan memleketler mallarını satamıyorlar. Parası düşük olan memleketlerde mal satın alamıyorlar. Bir tarafta işlemeyen duran fabrikalar, diğer tarafta her şeyden mahrum müstehlikler. Parası altın olmak da nihayet çok iyi bir şey değil. Çünkü altın kıymetinde olan İngiliz lirasının günahını, İngiltere'de bir buçuk milyon daimi işsiz amele çekiyor* (Sadak, 27 Şubat 1930, s. 1-2).

Sadak, ulusal paranın aşırı değer kaybetmesini ve özellikle de sürekli dalgalanan bir seyir izlemesini, bir ülkenin ticari faaliyetlerini tahrip eden ve hayat pahalılığını artıran başlıca etkenlerden biri olarak değerlendirmiştir. Bu durumun nedenlerini ve buna yönelik çözüm yollarını irdeleyen Sadak, özellikle kambiyo meselesinin önemine dikkat çekmiş ve bu hususun altını çizerek görüşlerini şu şekilde ifade etmiştir: *"Memleketten çıktığı kadar memlekete döviz girerse, paramızın hemen düzeleceğini zannediyoruz. Eğer bir memleketin harici ticaret ve hesap muvazenesi şanj kargaşalığını izah ve ıslah etmeye kâfi gelseydi bu ticaret muvazenesi salah buldukça o millet parasının yükselmesi lazımdı. Hâlbuki ne bizde ne de mesela Fransa'da böyle olmamıştır"* (Sadak, 27 Şubat 1930, s. 2).

Sadak, Mecliste şanj istikrarının olmadığı yönünde bir açıklama yapıldığını ve bunun doğru olduğunu, emniyet ve itimadın şanj meselesinde en esaslı unsur olduklarını, parayı tutacak olan bu unsura her şeyden fazla itibar edilmesi gerektiğini, emniyetin sağlam olduğu gün paranın da sağlam olacağını ancak itimat sarsılırsa Türk lirasının da sarsılacağını belirterek yazısına son vermiştir (Sadak, 1930, s. 2).

Akşam gazetesi, TPKKHK'nın yürürlüğe girmesine ilişkin yayınlarında hükümet yanlısı ve iktisadi milliyetçiliği önceleyen bir söylem benimsemiştir. Millî para etrafında oluşturulan korumacı söylem, gazetenin haber ve köşe yazılarında güçlü biçimde işlenmiş, spekülasyona karşı devlet müdahalesi gerekli ve kaçınılmaz bir adım olarak sunulmuştur

Dönemin diğer önemli bir gazetesi olan Hâkimiyeti Milliye, Kanunun kabul edildiği günlerden başlayarak konuyu geniş bir çerçevede ele almış ve uygulamayı büyük ölçüde destekleyici bir tutum sergilemiştir. Hâkimiyeti Milliye'ye göre Kanun, sadece ekonomik bir düzenleme değil, aynı zamanda millî egemenliğin ekonomik alandaki görünümüdür. Millî paranın istikrarı, devletin ekonomik ve siyasi bağımsızlığının temeli olarak görülmüş; dolayısıyla devletin para politikalarına güçlü müdahalesi meşru ve gerekli kabul edilmiştir. Gazete, millî paranın değer kaybetmesinin memleketin ticari faaliyetlerini "felce uğratabileceğini" belirterek istikrarı öncelikli hedef olarak sunmuştur (Hâkimiyeti Milliye, 27 Şubat 1930, s. 1).

Kanunun ilanını izleyen dönemde basında söz konusu düzenlemeye yönelik destek sürmüştür. Cumhuriyet gazetesinin başyazarı Yunus Nadi, bir süredir ulusal para biriminde gözlemlenen belirgin değer kaybı eğiliminin hükümeti kapsamlı önlemler almaya yönelttiğini belirtmiştir. Nadi'ye göre, uygulamaya konulan bu tedbirler sayesinde Türk lirasının daha derin bir değer kaybına uğraması engellenmiş; bununla birlikte kaçınılmaz olarak ulusal paranın istikrarlı ve kalıcı bir değere kavuşturulmasına yönelik sürecin de artık gündeme düşmesi beklenir hâle gelmiştir. Ayrıca Nadi, benzer ekonomik buhranlardan geçen birçok devletin aynı nitelikte tedbirler aldığını ve bu sayede ulusal paralarının değerini istikrara kavuşturmayı başardığını ifade etmiştir. Türkiye'nin de bu ülkelerin takip ettikleri çözüm yollarını tespit ederek, benzer ekonomik sorunlar karşısında onların izledikleri politika ve uygulamaları incelemesinin yararlı olacağı yönünde değerlendirmelerde bulunmuştur (Nadi, 15 Mart 1930, s. 1). Nadi bir başka

değerlendirmesinde, para meselesinin dönemin en güç konularından biri olduğunu belirtmiş, para değerine zarar veren temel unsurun esasen fiyat seviyelerindeki dalgalanmalar ve buna bağlı istikrarsızlık olduğunu vurgulamıştır. Bu çerçevede parayı, "eşya mübadelesinde nispeti tayin etmeye yarayan bir vasıta" olarak tanımlamış; ayrıca bu vasıtanın mümkün olduğunca istikrarlı bir değer taşımasının ekonomik düzen açısından önemini vurgulamıştır (Nadi, 29 Ağustos 1930, s. 1).

Necmettin Sadak, yaptığı bir değerlendirmede hükümetin öncelikli olarak iki temel mesele üzerinde yoğunlaştığını ifade etmiştir. Bunlardan ilkinin mali yapının iyileştirilmesi, ikincisinin ise ekonomik kalkınmanın sağlanması olduğunu belirten Sadak, bu çerçevede hükümetin söz konusu alanlarda bütüncül ve kararlı politikalar yürütmekte olduğunu belirtmiştir. Ardından ise şöyle demiştir:

> *Mali vaziyetimizdeki bozukluk, paramızın düşmesi ve kıymetini kaybetmesi şeklinde tezahür ettiği için, hükümet Türk parasının istikrarı çarelerini arıyor. Harici borçlar, millî parayı düşüren amillerden biri hatta birincisi olduğu için paramızın istikrarı düşünülürken bu borçlar meselesi de kendiliğinden bizzarur ortaya çıktı. Her halde, paramızın istikrarı ve harici borçlar, birbirine sıkı surette bağlı iki meseledir. Bunları birbirinden ayıramayız, her birini müstakillen halledemeyiz. Paramız bu şekilde kaldıkça borç taksitlerini ödemek memleketi daha büyük felâketlere sürükler; borç taksitlerini önümüzdeki senelerde ve malûm miktarda ödemeye devam edersek paramızın istikrarına imkân kalmaz. Bunun içindir ki borçlar ve istikrar, bunların her ikisini de birlikte halletmeye mecburuz. İki meselenin birbirine bu sıkı merbutiyetini ilan ve iddia edişimiz siyasi bir manevra addolunamaz. Samimiyetimizden şüphe eden artık kalmamıştır zannederiz* (Sadak, 2 Nisan 1930, s. 1).

Devletin borsada tatbik ettiği idari kambiyo tedbirlerine de değinen Sadak, hiçbir hükümetin durup dururken böyle bir yola başvurmayacağının da altını çizmiştir.

1715 sayılı TPKKHK'nın varlığına rağmen ekonomik dalgalanmaların devam etmesi üzerine, bu Kanunun uygulanmasında ortaya çıkan yeni ihtiyaçlar gündeme getirilmiştir. Bu doğrultuda 25 Eylül 1930 tarihli ve 1726 sayılı Kanun, 1715 sayılı Kanunun tamamlayıcısı niteliğinde çıkarılarak kambiyo rejiminin güçlendirilmesi amaçlanmıştır. Dört maddeden oluşan bu ek Kanun, mevcut düzenlemelerin daha etkin şekilde uygulanmasını sağlayacak idari, cezai ve teknik hükümler içermekteydi (TBMM ZC, 25.09.1930, s. 23-24; Cumhuriyet, 26 Eylül 1930, s. 1; Milliyet, 26 Eylül 1930, s. 1; Vakit, 26 Eylül 1930, s. 1; Son Posta, 27 Eylül 1930, s. 1). Kanuna göre, karşılığı altın olan ya da fiilen altına bire bir çevrilebilen yabancı dövizleri satın almak amacıyla, ihtiyaç ve gereklilik ölçüsünde ihtiyat kâğıt para stokundan belirli bir miktarın dolaşıma sokulması hususunda hükümete yetki verilecekti. Satın alınacak dövizler, bankada muhafaza edilecek ve yalnızca dolaşımdaki kâğıt paranın piyasadan çekilmesi ve imha edilmesi amacıyla kullanılacaktı. Dolaşıma çıkarılacak kâğıt paralar, hâlihazırda tedavülde bulunan paralarla aynı hukuki niteliklere sahip olacaktı. Bu şekilde tedavüle sokulan Türk lirası miktarı ile bunun karşılığını oluşturan döviz tutarı, her hafta sonunda hem Maliye Vekâleti hem de depoziter banka tarafından kamuoyuna ilan edilecekti (Milliyet, 26 Eylül 1930, s. 1).

Maliye Vekili Şükrü Saraçoğlu söz konusu Kanuna ilişkin olarak TBMM'de yaptığı bir konuşmada, Kanunun gerekçesini ve hedeflerini açıklayan değerlendirmelerde bulunmuştur. Bu çerçevede Saraçoğlu, düzenlemenin mali istikrarın sağlanması, millî paranın değerinin korunması ve iktisadi düzenin disiplin altına alınması amacıyla hazırlandığını vurgulamış; Meclis'ten talep edilen yetkilerin keyfî değil, dönemin iktisadi şartlarının zorunlu kıldığı tedbirler kapsamında ele alınması gerektiğini ifade etmiştir. Ayrıca, Kanunun yürürlüğe girmesiyle birlikte devletin para ve kambiyo politikalarında daha etkin bir denetim mekanizmasına kavuşacağını ve bu sayede ekonomik istikrarın teminat altına alınacağını belirtmiştir (Milliyet, 26 Eylül 1930, s. 1-6).

Cumhuriyet gazetesi başyazarı Yunus Nadi, kabul edilen Kanun layihasını paranın istikrarının sağlanmasına yönelik ikinci önemli aşama olarak nitelendirmiş; söz konusu düzenleme ile Türk parasının fiilî istikrarının hazırlanıp güvence altına alınacağını, bunun ise millî iktisat hayatı üzerinde kayda değer etkiler doğuracağını ifade etmiştir. Paranın değerinde çok yönlü dalgalanmaların ülke ekonomisi açısından çeşitli zararlara yol açtığını ileri süren Nadi, para değerinin mümkün olan en kısa sürede istikrara kavuşturulması gerektiğini de özellikle vurgulamıştır (Nadi, 27 Eylül 1930, s. 1).

Dönemin gazeteleri incelendiğinde, Kanunun ilan edildiği günlerde basının büyük ölçüde ortak bir söylem benimsediği ve kamuoyunu "ulusal bir sorumluluk" bilinci etrafında harekete geçirmeye yönelik çağrılarda bulunduğu anlaşılmaktadır. Bu dönemin basın-yayın organlarında eleştirel söylemin oldukça sınırlı kaldığı görülmektedir.

SONUÇ

25 Şubat 1930 tarihli TPKKHK, Cumhuriyet'in erken dönem ekonomi politikalarının yönünü ve kapsamını belirleyen temel düzenlemelerden biri olarak, Türkiye'nin dış ekonomik kırılganlıklara karşı geliştirdiği kurumsal tepkilerin başında gelmektedir. 1929 Dünya Ekonomik Buhranı'nın derinleştirdiği dış ticaret dengesizlikleri, döviz kıtlığı, sermaye hareketlerindeki dalgalanmalar ve ulusal paranın hızla değer kaybetmesi, devlet müdahalesini zorunlu kılmış; söz konusu Kanun bu bağlamda ulusal ekonomiyi istikrara kavuşturmayı amaçlayan kapsamlı bir hukuki çerçeve sunmuştur.

Kanunun yayımlanmasının hemen ardından basında yer alan haberler, yorumlar ve köşe yazıları, söz konusu düzenlemenin dönemin kamuoyunda nasıl karşılandığını, hangi beklentilerle ilişkilendirildiğini ve nasıl bir ideolojik çerçeveye oturtulduğunu anlamak bakımından önemli ipuçları sunmaktadır. Cumhuriyet, Hâkimiyeti Milliye ve Akşam gibi hükümete yakın gazeteler, Kanunu çoğunlukla millî ekonomi inşasının zorunlu ve gecikmiş bir adımı olarak değerlendirmiş; devlet müdahalesini ekonomik bağımsızlığın bir gereği olarak sunmuşlardır. Milliyet ve Vakit gibi daha geniş bir okur kitlesine hitap eden gazeteler ise uygulamaya dair teknik yönleri vurgulamakla birlikte, piyasanın tepkilerine ve olası aksaklıklara ilişkin daha temkinli değerlendirmelere yer vermiştir. Basındaki ortak kanaatin ise söz konusu düzenlemenin Türkiye'nin uluslararası ekonomik dalgalanmalar karşısında güçlenmesi için zorunlu olduğu yönünde söylenebilir.

Bu bağlamda çalışma, TPKKHK'nın yalnızca ekonomik gerekçelerle değil, aynı zamanda siyasal meşruiyet üretimi ve kamuoyu yönlendirmesi açısından da önemli bir düzenleme olduğunu ortaya koymaktadır. Basın aracılığıyla oluşturulan söylem, devletin ekonomik müdahalesini "millî menfaat", "istikrar", "dış baskılara karşı direnç" gibi kavramlarla meşrulaştırmış; böylece Kanun, dönemin kalkınmacı ve korumacı ekonomi anlayışının bir yansıması olarak toplumsal kabul görmüştür.

KAYNAKÇA

T.C. Cumhurbaşkanlığı Devlet Arşivleri Başkanlığı Cumhuriyet Arşivi (BCA). 30-18-1-2/8-9-19. 26.02.1930.

BCA. 30-1-0-0/39-232-1, 25.06.1927.

BCA. 30-10-0-0/26-152-10, 1931.

Akşam. (1930, 26 Şubat). Türk parasını koruma, 1.

Akşam. (1930, 27 Şubat). Paramızı koruma, 1.

Aysan, M. A. (1980). *Atatürk'ün ekonomi politikası.* İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayını.

Boratav, K. (2005). *Türkiye iktisat tarihi (1908-2002).* Ankara: İmge Kitabevi Yayınları.

Boratav, K. (2006). *Türkiye'de Devletçilik.* Ankara: İmge Kitabevi Yayınları.

Cumhuriyet. (1930, 26 Eylül). Fethi B. dün Meclis'te ilk tenkitlerini yaptı, 1.

Cumhuriyet. (1930, 26 Şubat). Paramızı koruma, 1.

Çavdar, T. (2002). *Türkiye ekonomisinin tarihi (1900-1960).* Ankara: İmge Kitabevi.

Düstur. (1930). Cilt: 5, Tertip: 3, İstanbul: Necmi İstiklal Matbaası.

Erdoğan, F. (2022). "Atatürk döneminde ekonomik ve sosyal yapının kurumsallaşmasına yönelik politikalar üzerine bir inceleme", *Giresun Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi,* 8 (2), 25-40.
Hâkimiyeti Milliye. (1930, 27 Şubat). Türk parasının kıymetini koruma, 1-2.
Keyder, Ç. (1993). *Dünya Ekonomisi içinde Türkiye (1923-1929).* İstanbul: Tarih Vakfı Yurt Yayınları.
Mahmut. S. M. (1930, 22 Şubat). Millî paramızı korumak için, *Milliyet,* 1.
Mahmut. S. M. (1930, 28 Şubat). Etrafımızı görelim, *Milliyet,* 1.
Milliyet. (1930, 26 Eylül). Maliye Vekili para istikrar kanunu etrafında milletvekillerine izahat verdi, 1-6.
Milliyet. (1930, 26 Eylül). Mecliste çok hararetli bir celse, 1.
Milliyet. (1930, 26 Eylül). Paramızı koruma, 1.
Milliyet. (1930, 27 Şubat). Millî parayı koruma için, 1-2.
Nadi. Y. (1930, 13 Mart). Telaşa mahal yok, *Cumhuriyet,* 1.
Nadi. Y. (1930, 27 Eylül). İkinci adım, *Cumhuriyet,* 1.
Nadi. Y. (1930, 27 Şubat). Malî cidal. *Cumhuriyet,* 1.
Nadi. Y. (1930, 29 Ağustos). Paramızın istikrarı, *Cumhuriyet,* 1.
Öztürk. K. (1994). *Türk parlamento tarihi TBMM III. Dönem (1927-1931).* 3, Ankara: TBMM Vakfı Yayınları.
Pamuk, Ş. (2017). *Türkiye'nin 200 yıllık iktisadi tarihi.* İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
Sadak. N. (1930, 2 Nisan). Maliyemizin temeli iktisadiyattır, *Akşam,* 1.
Sadak. N. (1930, 23 Şubat). Millî Mücadele'nin ikinci sayfası, *Akşam,* 1.
Sadak. N. (1930, 27 Şubat). Şanj hastalığı, *Akşam,* 1-2.
Sarıgüzel, N. (2021). Türkiye'nin 1929 Dünya Ekonomik Krizine karşı aldığı mali ve ticari tedbirler. *OPUS–Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi,* 18 (43), 7055-7081.
Son Posta. (1930, 27 Eylül). Maliye Vekili mali vaziyeti anlatırken muhtelif hatalarda bulundu, 1.
TBMM Zabıt Ceridesi. Cilt: 22, Dönem: 3, İçtima: 1, 1 Kasım 1930.
TBMM Zabıt Ceridesi. Cilt:21, Devre: 3. 82. İnikat, 25 Eylül 1930.
TBMM Zabıt Ceridesi. Cilt:46, Devre: 3, 33. İnikat, 20 Şubat 1930.
T.C. Resmi Gazete. (1929, 30 Mayıs). Sayı: 1203, 7404-7409.
T.C. Resmi Gazete. (1930, 25 Şubat). Sayı: 1433, 8733.
T.C. Resmi Gazete. (1930, 27 Şubat). Sayı: 1435, 8741-8742.
Tekeli, İ. ve İlkin, S. (2009). *1929 Dünya Buhranında Türkiye'nin iktisadi politika arayışları.* İstanbul: Bilge Kültür Sanat.
Tezel, Y. S. (2002). *Cumhuriyet döneminin iktisadi tarihi (1923-1950).* İstanbul: Tarih Vakfı Yurt Yayınları.
Tokgöz, E. (2011). *Türkiye'nin iktisadi gelişme tarihi (1914-2011).* Ankara: Kalkan Matbaacılık.
Tuncay, M. (1999). *Türkiye Cumhuriyeti'nde tek parti yönetiminin kurulması.* İstanbul: Türk Vakfı Yurt Yayınları.
Türkiye Dış Politikasında 50 Yıl Lozan (1922-1923). (1973). Ankara: T.C. Dışişleri Bakanlığı Araştırma ve Siyaset Planlama Genel Müdürlüğü.
Vakit. (1930, 26 Eylül). Para kanunu müttefikan kabul edildi, 1.
Vakit. (1930, 27 Şubat). Paramız için hükümet ilk tedbir kararnamesini tanzim etti, 1-2.
Vakit. (1930, 28 Şubat). Paramızı koruma, 1.
Yasaman, İ. H. (1992). *Menkul kıymetler borsası hukuku.* İstanbul: Kazancı Matbaası.
Yenal, O. (2010). *Cumhuriyet'in iktisat tarihi.* İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
Yılmaz, C. (2020). "Menkul Kıymetler ve Kambiyo Borsası Bütçeleri (1931-1975)", *Muhasebe ve Finans Tarihi Araştırmaları Dergisi.* 18, 92-115.

DİJİTAL ÇAĞDA GENÇLERDE RUH SAĞLIĞI: SOSYAL MEDYA KULLANIMI, DİJİTAL BAĞIMLILIKLAR VE PSİKOLOJİK İYİ OLUŞ

Kadriye OLĞAÇ AK
Mardin Artuklu University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, 47100, Mardin.
ORCID: 0009-0006-8957-2524
Hasret YALÇINÖZ BAYSAL
Atatürk University, Faculty of Nursing, Department of Nursing, 25030, Erzurum.
ORCID: 0000-0003-2177-3486

ÖZET
Dijital teknolojilerin hızla gelişmesi, gençlerin günlük yaşam alışkanlıklarını, iletişim biçimlerini ve psikolojik süreçlerini önemli ölçüde dönüştürmüştür. Bu çalışmanın amacı, gençlerde sosyal medya kullanımı ve dijital bağımlılıkların psikolojik iyi oluş üzerindeki etkilerini güncel literatür ışığında tartışmaktır. Sosyal medya platformları gençlere bilgiye erişim, sosyal bağlantı ve kendini ifade etme fırsatı sunarken; aşırı ve kontrolsüz kullanım durumunda kaygı, yalnızlık, uyku bozuklukları, benlik saygısında azalma ve dikkat sorunları gibi olumsuz sonuçlar ortaya çıkabilmektedir. Özellikle dopamin temelli ödül mekanizmalarını tetikleyen dijital ortamlar, gençlerde davranışsal bağımlılık riskini artırmakta ve bu durum eğitim yaşamı, sosyal ilişkiler ve öz düzenleme becerileri üzerinde baskı oluşturmaktadır.
Araştırmalar, sosyal karşılaştırma, siber zorbalığa maruz kalma ve sürekli çevrimiçi olma baskısının psikolojik iyi oluşu olumsuz etkilediğini göstermektedir. Bununla birlikte dijital okuryazarlık, aile ve akran desteği, sağlıklı dijital alışkanlıklar ve teknolojinin bilinçli kullanımı gibi koruyucu faktörler gençlerin ruh sağlığını güçlendirmektedir. Bu bağlamda, gençlerin dijital ortamlarla sağlıklı ilişki kurmasını destekleyen okul temelli eğitim programları, farkındalık çalışmaları ve politika geliştirme süreçleri önem taşımaktadır.
Sonuç olarak dijital çağın sunduğu fırsatlar ve riskler bir arada değerlendirilmelidir. Gençlerde dijital bağımlılıkların önlenmesi ve psikolojik iyi oluşun desteklenmesi için aileler, eğitimciler, sağlık profesyonelleri ve karar vericilerin bütüncül ve kanıta dayalı yaklaşımlar geliştirmesi gerekmektedir.
Anahtar Kelimeler: Ruh sağlığı, genç, sosyal medya, internet bağımlılığı, iyi oluş

MENTAL HEALTH AMONG YOUNG PEOPLE IN THE DIGITAL AGE: SOCIAL MEDIA USE, DIGITAL ADDICTIONS AND PSYCHOLOGICAL WELL-BEING

ABSTRACT
The rapid advancement of digital technologies has significantly transformed young people's daily habits, communication patterns, and psychological processes. The aim of this study is to discuss the effects of social media use and digital addictions on psychological well-being among young people in light of current literature. While social media platforms offer young people access to information, social connections, and opportunities for self-expression, excessive and uncontrolled use can lead to negative outcomes such as anxiety, loneliness, sleep disorders, decreased self-esteem, and attention problems.
Digital environments, which trigger dopamine-based reward mechanisms, increase the risk of behavioural addiction in young people, placing pressure on their educational life, social relationships, and self-regulation skills. Research shows that social comparison, exposure to cyberbullying, and the pressure to be constantly online negatively affect psychological well-being.

However, protective factors such as digital literacy, family and peer support, healthy digital habits, and conscious use of technology strengthen young people's mental health. In this context, school-based educational programmes, awareness-raising initiatives, and policy development processes that support young people in establishing healthy relationships with digital environments are important.
As a result, the opportunities and risks presented by the digital age must be evaluated together. To prevent digital addiction among young people and support their psychological well-being, families, educators, health professionals, and decision-makers must develop holistic and evidence-based approaches.
Keywords: Mental health, adolescent, social media, ınternet addiction, well-being

GİRİŞ

Ergenlik ve genç yetişkinlik dönemi; kimlik oluşumu, akran ilişkileri, duygusal düzenleme ve öz-yeterlik gibi gelişimsel görevlerin yoğunlaştığı kritik bir evredir. Bu süreçte sosyal medya platformları, gençlere bağlantı, bilgiye erişim, topluluk hissi ve kendini ifade etme olanakları sunarken; aynı zamanda olumsuz içeriklere maruziyet, sürekli karşılaştırma, siber zorbalık ve uyku düzeninin bozulması gibi risklerle de ilişkilendirilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) Avrupa Bölgesi'nin 2024 tarihli "teens, screens and mental health" değerlendirmesi, ergenlerin çevrimiçi davranışlarında sağlıklı alışkanlıkların önemine dikkat çekerek dijital ortamların ruh sağlığı belirleyicisi haline geldiğini vurgular (WHO, 2024).

Küresel ölçekte ergen ruh sağlığı yükü zaten kayda değerdir: DSÖ'nün 2025 tarihli bilgi notu, 10–19 yaş grubunda ruhsal bozuklukların önemli bir paya sahip olduğunu; depresyon ve anksiyetenin başlıca sorun alanları arasında yer aldığını belirtmektedir. Bu tablo, dijital ortamların koruyucu/riski artırıcı etkilerinin halk sağlığı perspektifiyle ele alınmasını daha da kritik kılar (WHO, 2025).

Bu bildirinin amacı; sosyal medya kullanımının genç ruh sağlığı ve psikolojik iyi oluşla ilişkisini güncel kanıtlarla özetlemek, problemli sosyal medya kullanımı ve dijital bağımlılık kavramlarını saydamlaştırmak, etkilenim mekanizmalarını (uyku, karşılaştırma, içerik maruziyeti vb.) açıklamak ve aile-okul-toplum düzeyinde uygulanabilir öneriler geliştirmektir.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Sosyal medya kullanımı: riskler ve fırsatlar

osyal medya kullanımı, gençlerin ruh sağlığı üzerinde tek yönlü ve homojen etkilere sahip değildir. Literatür, sosyal medya kullanımının etkilerinin; kullanım süresi kadar kullanım amacı, biçimi ve içeriğine bağlı olarak değiştiğini ortaya koymaktadır. Sosyal medya, gençler için sosyal bağlanma, akran desteği, bilgiye erişim ve kendini ifade etme açısından önemli fırsatlar sunabilmektedir. Özellikle sosyal destek ağları sınırlı olan gençler için çevrimiçi platformlar, aidiyet duygusunu güçlendiren ve yalnızlık hissini azaltabilen bir alan işlevi görebilmektedir.

Buna karşın, yoğun ve kontrolsüz sosyal medya kullanımı çeşitli ruhsal risklerle ilişkilendirilmektedir. Araştırmalar, sosyal medya kullanımının uyku düzeninin bozulması, olumsuz beden algısı, sosyal karşılaştırma, siber zorbalık ve duygusal dalgalanmalar ile bağlantılı olabileceğini göstermektedir. Özellikle pasif kullanım (örneğin, uzun süre içerik tüketme ve başkalarının paylaşımlarını izleme), gençlerde yetersizlik duygusu ve düşük özsaygı ile ilişkilendirilmektedir. Ayrıca "kaçırma korkusu (FOMO)" olarak tanımlanan durum, sosyal medyaya sık ve tekrarlayıcı şekilde yönelmeyi artırarak psikolojik yükü ağırlaştırabilmektedir.

Güncel literatürde öne çıkan ortak görüş, sosyal medya kullanımının ruh sağlığı üzerindeki etkilerinin "ne kadar kullanıldığı"ndan çok "nasıl kullanıldığı" ile ilişkili olduğu yönündedir. Bu nedenle sosyal medya, uygun sınırlar ve bilinçli kullanım koşullarında koruyucu bir kaynak olabilecekken, işlev bozucu kullanım örüntülerinde risk faktörüne dönüşebilmektedir (Fassi ve ark., 2025).

2.2. Problemli sosyal medya kullanımı

Problemli sosyal medya kullanımı, sosyal medya davranışlarının bireyin günlük yaşamını, akademik işlevselliğini, sosyal ilişkilerini ve psikolojik durumunu olumsuz etkilemesine rağmen sürdürülmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu kavram, yalnızca uzun süreli kullanımı değil; kontrol kaybı, öncelik verme, bırakıldığında huzursuzluk, duygusal kaçış amacıyla kullanım ve işlevsel bozulma gibi özellikleri içermektedir.

Literatürde problemli sosyal medya kullanımı ile depresyon, anksiyete, stres, düşük özsaygı ve yaşam doyumunda azalma arasında anlamlı ilişkiler bildirilmektedir. Problemli kullanım gösteren gençlerin, sosyal medyayı daha çok olumsuz duygularla başa çıkma aracı olarak kullandıkları; bu durumun ise kısa vadede rahatlama sağlasa da uzun vadede ruhsal belirtileri artırabildiği belirtilmektedir. Ayrıca problemli kullanımın akademik performansı olumsuz etkileyebildiği ve yüz yüze sosyal etkileşimleri azaltabildiği vurgulanmaktadır (Shannon ve ark., 2022).

Problemli sosyal medya kullanımının gelişiminde bireysel (duygu düzenleme güçlüğü, düşük özsaygı), ailesel (yetersiz sınır koyma, ebeveyn denetiminin azlığı) ve çevresel (akran baskısı, platform tasarımı) faktörlerin birlikte rol oynadığı kabul edilmektedir. Bununla birlikte, literatürde sosyal medya kullanımı ile ruh sağlığı arasındaki ilişkinin çift yönlü olabileceği; yani ruhsal sıkıntıların problemli kullanımı artırabileceği gibi, problemli kullanımın da ruhsal sıkıntıları derinleştirebileceği ifade edilmektedir. (Montag ve ark., 2024).

2.3. Dijital bağımlılıklar: akıllı telefon bağımlılığı ve daha geniş çerçeve

Dijital bağımlılıklar, bireyin dijital araç ve uygulamaları kontrolsüz ve işlev bozucu biçimde kullanmasıyla karakterize edilen davranış örüntülerini kapsayan geniş bir kavramdır. Bu çerçeve içinde en sık ele alınan alanlardan biri akıllı telefon bağımlılığıdır. Akıllı telefon bağımlılığı, cihazın aşırı ve kompulsif kullanımını, kullanım kısıtlandığında huzursuzluk hissini ve günlük işlevlerin aksamasını içermektedir.

Literatür, akıllı telefon bağımlılığı ile uyku sorunları, gündüz yorgunluğu, anksiyete, depresif belirtiler, dikkat sorunları ve akademik işlev kaybı arasında ilişkiler bulunduğunu göstermektedir. Özellikle yatmadan önce ve gece saatlerinde yoğun telefon kullanımı, uyku süresini ve kalitesini azaltarak duygusal düzenleme süreçlerini olumsuz etkileyebilmektedir. Uyku bozulması, dijital bağımlılıklar ile ruh sağlığı arasındaki ilişkide önemli bir aracı mekanizma olarak değerlendirilmektedir (Shiferaw ve ark., 2025).

Dijital bağımlılıklar başlığı altında ayrıca problemli internet kullanımı ve oyun oynama bozukluğu gibi örüntüler de ele alınmaktadır. Oyun oynama bozukluğu, uluslararası sınıflandırma sistemlerinde tanımlanmış bir durum olup; kontrol kaybı, oyuna öncelik verme ve olumsuz sonuçlara rağmen sürdürme ile karakterizedir. Diğer dijital bağımlılık türlerinde ise tanı ve kavramlaştırma konusunda literatürde görüş birliği tam olarak sağlanmamış olmakla birlikte, gençlerin ruhsal ve sosyal işlevselliği üzerindeki olası etkiler giderek daha fazla tartışılmaktadır (Giansanti ve ark., 2025).

Genel olarak literatür, dijital bağımlılıkların gençlerde ruh sağlığını doğrudan veya dolaylı yollarla etkileyebildiğini; özellikle duygu düzenleme güçlükleri, ödül mekanizmaları, alışkanlık döngüleri ve sosyal karşılaştırma süreçlerinin bu ilişkide belirleyici rol oynadığını ortaya koymaktadır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Ruh sağlığı ile ilişki

Gençlerde sosyal medya ve dijital teknoloji kullanımı ile ruh sağlığı arasındaki ilişki karmaşık ve çok boyutludur. Araştırmalar, sosyal medya kullanımının gençlerin duygusal durumları, stres düzeyleri, benlik algıları ve sosyal ilişkileriyle yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Bazı gençler için sosyal medya, sosyal destek ve aidiyet hissini artırarak ruhsal açıdan koruyucu

bir işlev görebilirken; bazı kullanım örüntülerinde kaygı, mutsuzluk ve duygusal tükenmişlik gibi olumsuz sonuçlar ortaya çıkabilmektedir.
Bu farklılaşmada bireysel özellikler (kişilik yapısı, duygu düzenleme becerileri), çevresel faktörler (aile ilişkileri, akran etkileşimi) ve dijital ortamın yapısal özellikleri belirleyici rol oynamaktadır. Özellikle ruhsal açıdan kırılgan gençlerin, dijital ortamların olumsuz etkilerine karşı daha duyarlı olabildiği; buna karşın destekleyici sosyal çevreye sahip gençlerde olumsuz etkilerin daha sınırlı kaldığı bildirilmektedir (U.S. Department of Health and Human Services, 2023).

3.2. Problemli sosyal medya kullanımı ve ruhsal belirtiler

Problemli sosyal medya kullanımı, gençlerde ruhsal belirtilerle yakından ilişkili bir olgu olarak ele alınmaktadır. Literatürde bu kullanım biçiminin depresif duygu durum, anksiyete, stres, yalnızlık ve yaşam doyumunda azalma ile ilişkili olduğu belirtilmektedir. Problemli kullanım gösteren gençlerin, sosyal medyayı sıklıkla olumsuz duygularla başa çıkma aracı olarak kullandıkları; bu durumun ise kısa vadede rahatlama sağlasa da uzun vadede ruhsal belirtileri artırabildiği ifade edilmektedir.
Ayrıca problemli sosyal medya kullanımının akademik performans üzerinde olumsuz etkiler yarattığı, dikkat ve odaklanma güçlükleriyle ilişkili olduğu ve yüz yüze sosyal etkileşimleri sınırlayabildiği vurgulanmaktadır. Ruhsal belirtiler ile problemli kullanım arasındaki ilişkinin tek yönlü olmadığı; ruhsal sıkıntıların problemli kullanımı artırabileceği gibi, problemli kullanımın da ruhsal sıkıntıları derinleştirebileceği kabul edilmektedir (Shannon ve ark., 2022).

3.3. Mekanizmalar: Uyku, sosyal karşılaştırma, içerik maruziyeti ve siber zorbalık

Sosyal medya ve dijital bağımlılıkların ruh sağlığı üzerindeki etkileri, çeşitli aracılık mekanizmaları üzerinden gerçekleşmektedir. Bu mekanizmalar arasında uyku bozuklukları, sosyal karşılaştırma, olumsuz içerik maruziyeti ve siber zorbalık öne çıkmaktadır.
Yoğun dijital medya kullanımı, özellikle gece saatlerinde gerçekleştiğinde uyku süresini ve kalitesini olumsuz etkilemektedir. Uyku yoksunluğu ise duygusal düzenleme güçlükleri, artmış kaygı düzeyi ve depresif belirtilerle ilişkilendirilmektedir. Sosyal medya platformlarında sürekli olarak başkalarının idealize edilmiş yaşamlarına maruz kalmak, gençlerde sosyal karşılaştırma eğilimini artırarak yetersizlik, değersizlik ve beden memnuniyetsizliği duygularını güçlendirebilmektedir (Ütük ve ark., 2025).
Bunun yanı sıra, algoritmalar aracılığıyla tekrarlayan biçimde benzer içeriklere maruz kalmak, özellikle ruhsal açıdan kırılgan gençlerde olumsuz düşünce örüntülerini pekiştirebilmektedir. Siber zorbalık ise gençlerin özgüvenini zedeleyen, kaygı ve depresyon riskini artıran önemli bir dijital stresör olarak tanımlanmaktadır. Bu mekanizmalar, sosyal medya kullanımının ruh sağlığı üzerindeki etkilerini açıklamada kritik öneme sahiptir (World Health Organization Regional Office for Europe, 2025).

3.4. Psikolojik iyi oluş: risk azaltma ve koruyucu alanlar

Psikolojik iyi oluş; bireyin yaşam doyumu, olumlu duygulanımı, işlevselliği ve kendilik algısını kapsayan çok boyutlu bir kavramdır. Sosyal medya kullanımının psikolojik iyi oluş üzerindeki etkisi, kullanım biçimine ve bireyin kaynaklarına bağlı olarak değişmektedir. Destekleyici sosyal etkileşimler, olumlu geri bildirimler ve anlamlı içeriklerle etkileşim, psikolojik iyi oluşu destekleyici rol oynayabilmektedir.
Buna karşılık, yoğun sosyal karşılaştırma, olumsuz geri bildirimler ve sürekli çevrimiçi olma baskısı, psikolojik iyi oluşu zayıflatabilmektedir. Literatür, psikolojik iyi oluşu koruyucu faktörler arasında güçlü aile ilişkileri, sağlıklı uyku düzeni, fiziksel aktivite, çevrimdışı sosyal etkileşimler ve dijital ortamda sınır koyabilme becerilerini öne çıkarmaktadır. Bu nedenle, dijital çağda gençlerin psikolojik iyi oluşunu desteklemek, risk azaltıcı ve güçlendirici yaklaşımların birlikte ele alınmasını gerektirmektedir (WHO, 2025).

3.5. Toplum Sağlığı Perspektifi: Müdahale ve Önleme Önerileri

3.5.1. Aile düzeyi

Aile, gençlerin dijital davranışlarının şekillenmesinde temel belirleyicilerden biridir. Aile düzeyinde uygulanacak müdahaleler; açık iletişimin teşvik edilmesi, dijital kullanım sınırlarının birlikte belirlenmesi ve ebeveynlerin rol model olması üzerine odaklanmalıdır. Ailelerin, gençlerin çevrimiçi deneyimlerine ilgi göstermesi ve yargılayıcı olmayan bir tutumla rehberlik sunması, problemli kullanım riskini azaltabilmektedir (American Psychological Association, 2023).

3.5.2. Okul düzeyi

Okullar, gençlere yönelik koruyucu ve geliştirici müdahaleler için önemli bir ortam sunmaktadır. Okul temelli programlar kapsamında dijital sağlık okuryazarlığı, güvenli internet kullanımı, siber zorbalıkla baş etme ve psikososyal becerilerin geliştirilmesi hedeflenmelidir. Rehberlik hizmetleri aracılığıyla riskli kullanım örüntülerinin erken fark edilmesi ve gerekli yönlendirmelerin yapılması, okulun ruh sağlığını destekleyici rolünü güçlendirmektedir (Williams ve ark., 2023).

3.5.3. Birinci basamak ve toplum düzeyi (hizmet entegrasyonu)

Birinci basamak sağlık hizmetleri ve toplum temelli yapılar, gençlerin dijital yaşamla ilişkili ruh sağlığı risklerinin erken belirlenmesinde önemli bir konumdadır. Bu düzeyde yapılacak çalışmalar; tarama, danışmanlık, izlem ve gerektiğinde uzman hizmetlere yönlendirmeyi içermelidir. Ayrıca toplum merkezleri, gençlik merkezleri ve sivil toplum kuruluşlarıyla iş birliği içinde yürütülen programlar, gençlerin güvenli sosyal alanlara erişimini artırabilir (Doe ve ark., 2025).

3.5.4. Halk sağlığı hemşireliği için uygulama önerileri

Halk sağlığı hemşireleri, gençlerin dijital çağda karşılaştıkları ruh sağlığı risklerini ele almada koruyucu, eğitici, izleyici ve koordinatör roller üstlenmektedir. Okul sağlığı ve aile sağlığı hizmetleri kapsamında problemli sosyal medya kullanımı ve dijital bağımlılık belirtilerinin erken tanılanması, uyku ve yaşam tarzı danışmanlığı verilmesi ve psikolojik iyi oluşu destekleyici eğitimlerin planlanması halk sağlığı hemşireliğinin temel uygulama alanları arasında yer almaktadır.

Ayrıca halk sağlığı hemşireleri, aileler ve eğitimcilerle iş birliği içinde gençlere yönelik bilinçlendirme çalışmalarını yürüterek, riskli grupların uygun hizmet basamaklarına yönlendirilmesini sağlayabilir. Bu bütüncül yaklaşım, dijital çağda genç ruh sağlığının korunması ve geliştirilmesinde halk sağlığı hemşireliğini vazgeçilmez bir aktör haline getirmektedir (Amin ve ark., 2025).

6. SONUÇ

Dijital çağda gençlerin ruh sağlığı, sosyal medya kullanım biçimleri, problemli dijital davranış örüntüleri ve psikolojik iyi oluş arasındaki karmaşık etkileşimler çerçevesinde ele alınması gereken önemli bir halk sağlığı sorunu haline gelmiştir. Güncel kanıtlar, sosyal medya kullanımının tek başına olumsuz bir etken olmadığını; ancak problemli ve kontrolsüz kullanım, uyku bozuklukları, olumsuz içerik maruziyeti, sosyal karşılaştırma ve siber zorbalık gibi mekanizmalar üzerinden gençlerin ruh sağlığı ve psikolojik iyi oluşunu olumsuz etkileyebildiğini göstermektedir. Bu durum, bireysel müdahalelerin ötesinde çok düzeyli ve koruyucu yaklaşımların gerekliliğine işaret etmektedir.

Bu bağlamda halk sağlığı hemşireliği, gençlerin dijital yaşamla ilişkili ruh sağlığı risklerinin erken dönemde belirlenmesi, önlenmesi ve yönetilmesinde kilit bir mesleki rol üstlenmektedir. Halk sağlığı hemşireleri; okul sağlığı hizmetleri, aile sağlığı merkezleri ve toplum temelli programlar aracılığıyla problemli sosyal medya kullanımı ve dijital bağımlılık belirtilerinin taranması, uyku ve yaşam tarzı danışmanlığı, psikolojik iyi oluşu destekleyen psikoeğitimler ve ailelere yönelik rehberlik hizmetlerini bütüncül bir yaklaşımla sunabilir. Ayrıca riskli

grupların (ruhsal sorun öyküsü olanlar, siber zorbalığa maruz kalanlar, beden algısı sorunları yaşayan gençler) belirlenmesi ve uygun basamaklara yönlendirilmesi, halk sağlığı hemşireliğinin temel sorumluluk alanları arasında yer almaktadır.

Sonuç olarak, dijital çağda genç ruh sağlığının korunması ve geliştirilmesi; halk sağlığı hemşireliğinin koruyucu, geliştirici, savunucu ve koordinatör rollerinin güçlendirilmesini gerektirmektedir. Dijital sağlık okuryazarlığını artıran, sağlıklı ekran alışkanlıklarını teşvik eden ve aile–okul–birinci basamak entegrasyonunu destekleyen halk sağlığı hemşireliği temelli girişimler, gençlerin psikolojik iyi oluşunun sürdürülebilir biçimde desteklenmesine önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

American Psychological Association. (2023, May 9). *Health advisory on social media use in adolescence*. American Psychological Association. https://www.apa.org/topics/social-media-internet/health-advisory-adolescent-social-media-use

Amin, S. M., Mohamed, M. A. E. S., Metwally El-Sayed, M., & El-Ashry, A. M. (2025). Nursing in the digital age: The role of nursing in addressing cyberbullying and adolescents' mental health. *Journal of Psychiatric and Mental Health Nursing, 32*(1), 57–70. https://doi.org/10.1111/jpm.13085

Doe, J., Smith, A., & Lee, K. (2025). The impact of urban green spaces on adolescent mental health: A cross-sectional analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 20*(19), 6854. https://doi.org/10.3390/ijerph20196854

Fassi, L., Ferguson, A. M., Przybylski, A. K., Ford, T. J., & Orben, A. (2025). Social media use in adolescents with and without mental health conditions. *Nature Human Behaviour, 9*(6), 1283–1299. https://doi.org/10.1038/s41562-025-02134-4

Giansanti, D. (2025). Smartphone addiction in youth: A narrative review of systematic evidence and emerging strategies. *Psychiatry International, 6*(4), 118. https://doi.org/10.3390/psychiatryint6040118

Montag, C., Demetrovics, Z., Elhai, J. D., Grant, D., Koning, I., Rumpf, H.-J., Spada, M. M., Throuvala, M., & van den Eijnden, R. (2024). Problematic social media use in childhood and adolescence. *Addictive Behaviors, 153*, 1–6. https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2024.107980

Sala, A., Porcaro, L., & Gómez, E. (2024). Social media use and adolescents' mental health and well-being: An umbrella review. *Computers in Human Behavior Reports, 14*, 100404. https://doi.org/10.1016/j.chbr.2024.100404

Shiferaw, B. D., Tang, J., Wang, Y., Wang, Y., Wang, Y., Mackay, L. E., Luo, Y., Yan, N., Shen, X., Zhou, T., Zhu, Y., Cai, J., Wang, Q., Yan, W., Gao, X., Pan, H., & Wang, W. (2025). Impact of digital addiction on youth health: A systematic review and meta-analysis. *Journal of behavioral addictions, 14*(3), 1129–1158. https://doi.org/10.1556/2006.2025.00081

Shannon, H., Bush, K., Villeneuve, P. J., Hellemans, K. G., & Guimond, S. (2022). Problematic Social Media Use in Adolescents and Young Adults: Systematic Review and Meta-analysis. *JMIR mental health, 9*(4), e33450. https://doi.org/10.2196/33450

U.S. Department of Health and Human Services. (2023). *Youth mental health and social media advisory report*. U.S. Department of Health and Human Services. https://www.hhs.gov/sites/default/files/sg-youth-mental-health-social-media-advisory.pdf

Ütük, F. A., Yücel, O., Asadi, M., Yücel, M., Yanık, D., Demirhindi, H., Mete, B., & Mete, E. D. (2025). A mediational evaluation of smartphone addiction effect on insomnia and sleepiness in adolescents and young adults. *Journal of Turkish Sleep Medicine, 12*(1), 24–31. https://doi.org/10.4274/jtsm.galenos.2024.30074

Williams, C., Griffin, K. W., Botvin, C. M., Sousa, S., & Botvin, G. J. (2023). Effectiveness of digital health tools to prevent bullying among middle school students. *Adolescents, 3*(1), 110–130. https://doi.org/10.3390/adolescents3010009

World Health Organization Regional Office for Europe. (2025). *Addressing the digital determinants of youth mental health and well-being: Policy brief* (WHO Reference Number: WHO/EURO:2025-12187-51959-79685). World Health Organization. https://www.who.int/europe/publications/i/item/WHO-EURO-2025-12187-51959-79685

World Health Organization Regional Office for Europe. (2024, September 25). *Teens, screens and mental health.* World Health Organization. https://www.who.int/europe/news/item/25-09-2024-teens--screens-and-mental-health

World Health Organization. (2023). *Adolescent mental health.* World Health Organization. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/adolescent-mental-health

TOPLUMDA AFET SONRASI RUH SAĞLIĞI: PSİKOLOJİK SAĞLAMLIK, TRAVMA SONRASI STRES VE TOPLUM TEMELLİ MÜDAHALELER

Kadriye OLĞAÇ AK
Mardin Artuklu University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, 47100, Mardin.
ORCID: 0009-0006-8957-2524
Hasret YALÇINÖZ BAYSAL
Atatürk University, Faculty of Nursing, Department of Nursing, 25030, Erzurum.
ORCID: 0000-0003-2177-3486

ÖZET
Afetler, bireyler ve toplumlar üzerinde derin psikososyal etkiler bırakarak ruh sağlığını tehdit eden önemli toplumsal olaylardır. Afet sonrası dönemde travma sonrası stres belirtileri, kayıp ve yas süreçleri, anksiyete, depresyon ve uyku bozuklukları sıkça gözlenmekte; bu durum hem bireysel işlevselliği hem de toplumsal dayanıklılığı zayıflatmaktadır. Bu çalışmanın amacı, afet sonrası ruh sağlığını etkileyen başlıca süreçleri, psikolojik sağlamlığın koruyucu rolünü ve toplum temelli müdahalelerin önemini ele almaktır. Psikolojik sağlamlık, bireylerin stresörlere karşı uyum sağlayabilme kapasitesini güçlendirir ve travmatik deneyimlerin uzun vadeli etkilerini azaltmada kritik bir rol oynar. Sosyal destek, topluluk bağlılığı, kültürel dayanışma ve kaynaklara erişim gibi faktörler, afet sonrası iyileşme sürecinin temel belirleyicileri arasındadır.

Toplum temelli müdahaleler; psikolojik ilk yardım uygulamaları, toplumsal destek ağlarının güçlendirilmesi, güvenli alanların oluşturulması, bilgilendirme ve farkındalık çalışmaları gibi çok boyutlu stratejileri içerir. Bu müdahaleler, bireylerin yeniden güven duygusu geliştirmesine, travmatik yaşantıları anlamlandırmasına ve sosyal işlevselliğini yeniden kazandırmasına katkı sağlamaktadır. Ayrıca yerel liderlerin, sağlık profesyonellerinin ve gönüllülerin aktif rol aldığı katılımcı modeller, toplumsal iyileşmeyi desteklemekte ve uzun vadeli dayanıklılık kapasitesini artırmaktadır.

Sonuç olarak afet sonrası ruh sağlığı yönetimi, bireysel ve toplumsal düzeyde bütüncül yaklaşımlar gerektirir. Psikolojik sağlamlığın güçlendirilmesi, travma sonrası stresin erken tanınması ve toplum temelli müdahalelerin sistematik biçimde uygulanması, afet sonrası iyileşme sürecinin sürdürülebilirliğini desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: Travma sonrası stres bozuklukları, psikolojik sağlamlık, afetler, toplum sağlığı hizmetleri, ruh sağlığı

MENTAL HEALTH IN THE COMMUNITY AFTER A DISASTER: PSYCHOLOGICAL RESILIENCE, POST-TRAUMATIC STRESS AND COMMUNITY-BASED INTERVENTIONS

ABSTRACT
Disasters are significant social events that threaten mental health by leaving profound psychosocial effects on individuals and communities. In the post-disaster period, post-traumatic stress symptoms, loss and grief processes, anxiety, depression, and sleep disorders are frequently observed; this situation weakens both individual functioning and social resilience. The aim of this study is to address the main processes affecting mental health after a disaster, the protective role of psychological resilience, and the importance of community-based interventions. Psychological resilience strengthens individuals' capacity to adapt to stressors and plays a critical role in reducing the long-term effects of traumatic experiences.

Factors such as social support, community belonging, cultural solidarity, and access to resources are among the key determinants of the post-disaster recovery process. Community-based interventions include multidimensional strategies such as psychological first aid practices, strengthening social support networks, creating safe spaces, and awareness-raising activities.
These interventions contribute to individuals developing a renewed sense of trust, making sense of traumatic experiences, and regaining social functionality. Furthermore, participatory models involving the active role of local leaders, health professionals, and volunteers support social recovery and increase long-term resilience capacity.
Consequently, post-disaster mental health management requires holistic approaches at both the individual and community levels. Strengthening psychological resilience, early recognition of post-traumatic stress, and the systematic implementation of community-based interventions support the sustainability of the post-disaster recovery process.
Keywords: Post-traumatic stress disorders, resilience, psychological, disasters, community health services, mental health

1. GİRİŞ

Afetler, yalnızca fiziksel yaralanma ve altyapı yıkımıyla sınırlı olmayan; aynı zamanda toplumsal bağları, güvenlik algısını, gündelik yaşam pratiklerini ve sağlık hizmetlerine erişimi etkileyen çok boyutlu olaylardır. Afet sonrası ruh sağlığı sorunları, bireysel kırılganlıklarla birlikte maruziyet şiddeti, kayıplar, yerinden edilme, ekonomik stresörler ve hizmet sürekliliğinin bozulması gibi toplumsal belirleyicilerle yakından ilişkilidir. Bu nedenle afet sonrası ruh sağlığı yaklaşımı; klinik tedaviye ek olarak, toplum düzeyinde koruyucu-önleyici ve iyileştirici müdahaleleri içermelidir.
Afet sonrası dönemde Travma Sonrası Stres Bozukluğu (TSSB) belirtileri yaygın olarak rapor edilmekte, farklı afet türlerinde ve farklı örneklemlerde değişen oranlar bildirilmektedir. Örneğin sel afetleri sonrasında TSSB prevalansını derleyen bir meta-analizde yüksek ve heterojen oranlar bildirilmiştir (Golitaleb ve ark., 2022). Deprem sonrası TSSB görülme sıklığı, özellikle kırılgan gruplarda (yaşlılar, kadınlar, kronik hastalığı olanlar, yerinden edilenler) artabilmektedir (Liang ve ark., 2021). Türkiye bağlamında da büyük ölçekli depremler sonrası ruh sağlığı sorunlarının görünür biçimde arttığını bildiren çalışmalar bulunmaktadır (Aker ve Önder, 2025).
Bununla birlikte afet sonrası sonuçlar yalnızca psikopatolojiyle açıklanamaz. İnsanların önemli bir kısmı, kısa süreli stres tepkileri yaşasa da zaman içinde işlevselliğini yeniden kazanabilir. Bu durum, psikolojik sağlamlık literatürü ile uyumludur (Bonanno, 2024).
Bu bildirinin amacı; afet sonrası ruh sağlığında TSSB ve ilişkili sorunların temel belirleyicilerini özetlemek, psikolojik sağlamlık ve toplum dayanıklılığı kavramlarını afet bağlamında tartışmak ve kanıt temelli toplum temelli müdahale çerçevelerini sunmaktır.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Afet Sonrası Psikolojik Tepkiler ve TSSB

Afet sonrası dönemde sık görülen tepkiler; tekrar yaşantılama (intrüzyon), kaçınma, aşırı uyarılmışlık, uyku sorunları, irritabilite, yoğun kaygı, bedensel yakınmalar ve işlev kaybıdır. Bu tepkilerin bir kısmı akut stres tepkisi kapsamında beklenen ve geçici olabilir; ancak belirtiler süreğenleştiğinde ya da işlevselliği belirgin bozduğunda klinik değerlendirme ve tedavi gerektirir. Afet sonrası psikososyal müdahalelerde kritik nokta, normal stres tepkileri ile klinik düzeyde bozukluğu ayırt ederken damgalayıcı olmayan bir dil kullanmak ve uygun yönlendirme mekanizmaları kurmaktır. Dünya Sağlık Örgütü(DSÖ)'nün insani krizler için mhGAP kılavuzu, birinci basamak düzeyinde öncelikli ruh sağlığı durumlarının tanınması ve ilk basamak yönetimine ilişkin pratik öneriler sunar (WHO, 2013).

2.2. Psikolojik Sağlamlık

Psikolojik sağlamlık, travmatik olaylara rağmen uyumlanma ve işlevselliği sürdürme/yeniden kazanma kapasitesi olarak ele alınır. Bonanno (2024), travma ve kayıp sonrası "kalıcı bozulma" anlatısının her zaman geçerli olmadığını; birçok bireyin zaman içinde iyileşme ve uyumlanma gösterebildiğini vurgular. Bu yaklaşım, afet sonrası müdahalelerde yalnızca risk ve semptomlara değil; koruyucu faktörlere (sosyal destek, güvenlik, anlamlandırma, öz-yeterlik, hizmet erişimi) odaklanmanın önemini artırır.

2.3. Toplum Dayanıklılığı ve Kaynak Dinamikleri

Toplum dayanıklılığı, yalnızca bireysel "güçlü olma" hâli değil; kaynakların dağılımı, sosyal ağlar, kurumlar arası bağlar ve hizmetlerin sürekliliğiyle ilişkili bir süreçtir. Guimaraes ve arkadaşları (2025), toplum dayanıklılığını uyum kapasitesi ağlarıyla ilişkilendirerek; ekonomik gelişim, sosyal sermaye, bilgi-iletişim ve topluluk yeterliği gibi kaynakların afet sonrası toparlanmada belirleyici olduğunu öne sürer. Bu bakış, toplum temelli müdahalelerin neden yalnızca psikoeğitimle sınırlı kalmaması gerektiğini; sosyal ve yapısal düzenlemeleri de hedeflemesi gerektiğini gösterir.

3. Afet Sonrası Müdahalelerde Kanıt Temelli İlkeler

3.1. "Beş Temel Öğe" Yaklaşımı

Hobfoll ve arkadaşları (2007), afet ve kitlesel travma sonrası erken/orta dönem müdahaleleri yönlendiren beş temel ilkeyi tanımlar:

1. Güvenliği artırmak,
2. Sakinleştirmeyi desteklemek,
3. Öz ve kolektif yeterliği güçlendirmek,
4. Bağlantılılığı artırmak,
5. Umut aşılamak.

Bu ilkeler; saha uygulamalarında iletişim dili, hizmet organizasyonu ve topluluk mobilizasyonu için pratik bir çerçeve sağlar.

3.2. Katmanlı (Piramidal) Psikososyal Destek Modeli

Afet sonrası ruh sağlığı hizmetlerinin planlanmasında yaygın kabul gören yaklaşım, katmanlı hizmet organizasyonudur. IASC (2007) rehberi; temel hizmetler ve güvenlikten başlayarak, topluluk ve aile destekleri, odaklı (hedefli) psikososyal müdahaleler ve uzman klinik hizmetler şeklinde bir sistem önerir. Bu model, sınırlı kaynakların en etkili biçimde dağıtılmasını ve sevk zincirinin kurulmasını kolaylaştırır.

3.3. İnsani Standartlar ve Hesap Verebilirlik

Sphere El Kitabı (2018), insani yardımın asgari standartları içinde ruh sağlığı ve psikososyal desteğin (MHPSS) sağlık hizmetlerinin ayrılmaz bir parçası olduğunu vurgular; özellikle erişilebilirlik, kapsayıcılık ve güvenli hizmet sunumu açısından yol gösterir.

4. Toplum Temelli Müdahaleler: Uygulanabilir Bir Çerçeve

4.1. Psikolojik İlk Yardım (PİY)

Psikolojik İlk Yardım (PİY), afetin hemen sonrasında uygulanan; insani, destekleyici ve pratik yardım sunmayı hedefleyen bir yaklaşımdır. WHO, War Trauma Foundation ve World Vision (2011) kılavuzu; PİY'yi "bak-dinle-bağ kur" prensipleriyle yapılandırır ve profesyonel olmayan yardımcılar dahil birçok saha çalışanı için uygulanabilir öneriler içerir. PİY, travma odaklı derinlemesine işlemleme yapmadan; güvenlik, temel ihtiyaçlar, bilgilendirme, sosyal destek ve uygun yönlendirmeye odaklanır.

Uygulama önerileri (toplum düzeyi):

- Barınma alanlarında görünür bilgilendirme ve yönlendirme noktaları kurmak
- Güvenli alanlar (çocuk, kadın, yaşlı) ve mahremiyetin sağlanması
- Kayıp-yas yaşayanlar için destekleyici iletişim ve izlem
- Sağlık hizmeti, sosyal hizmet, hukuki destek ve koruma mekanizmalarına hızlı yönlendirme

4.2. Tarama, Risk Sınıflama ve Yönlendirme

Afet sonrası herkesin uzman psikoterapiye erişimi mümkün olmadığından, katmanlı model doğrultusunda risk taraması ve basamaklandırılmış bakım önemlidir. mhGAP İnsani Müdahale Rehberi, birinci basamakta ruhsal sorunların tanınması ve ilk yönetimi için pratik algoritmalar sunar (United Nations High Commissioner for Refugees, 2011).

Öncelikli risk grupları:

- Yakın kaybı, ağır yaralanma, ağır yıkım/yerinden edilme yaşayanlar
- Çocuklar/ergenler, gebeler, yaşlılar, engelliler
- Önceden ruhsal bozukluğu olanlar, madde kullanım riski olanlar
- Şiddet/istismar riski altındaki bireyler

4.3. Topluluk Ağlarını ve Sosyal Sermayeyi Güçlendirme

van Kessel ve arkadaşlarının (2025) toplum dayanıklılığı yaklaşımı, afet sonrası toparlanmayı "kaynak ağlarının" yeniden inşası olarak ele alır. Bu nedenle toplum temelli müdahaleler; sadece bireye değil, topluluğun bağ kurma ve birlikte eyleme kapasitesine de odaklanmalıdır

Örnek stratejiler:

- Mahalle/yerleşke düzeyinde gönüllü destek ağları ve akran destek grupları
- Yerel liderler, muhtarlar, öğretmenler, imamlar, STK'lar ile koordinasyon
- Doğru bilgi akışı ve söylenti yönetimi (risk iletişimi)
- Topluluk etkinlikleriyle (ritüeller, anma, dayanışma) anlamlandırmayı destekleme

4.4. Okul ve İş Yeri Temelli Müdahaleler

Afet sonrası çocuk ve ergenlerde okulun yeniden başlaması, "rutinlerin geri gelmesi" üzerinden koruyucu etki yaratabilir. Okul temelli psikososyal programlar; öğretmen eğitimi, sınıf içi destekleyici uygulamalar ve gerektiğinde uzman yönlendirmesi bileşenleriyle yapılandırılabilir. Benzer şekilde iş yeri temelli destek, yetişkinlerde işlevselliğe dönüş ve ekonomik stresin yönetiminde önemlidir (IASC, 2007).

4.5. Klinik Hizmetlere Erişim ve Süreklilik

Afetlerde sağlık sisteminin kesintiye uğraması, ruh sağlığı hizmet açığını büyütür. Bu nedenle:

- Birinci basamakla entegre ruh sağlığı hizmetleri,
- Sevk zinciri,
- Tele-sağlık seçenekleri,
- İlaç sürekliliği ve takip planları,
- Travma odaklı psikoterapilere (gerektiğinde) erişim

planlanmalıdır (Who Mhgap-Hıg) (World Health Organization, 2011).

5. Tartışma

Afet sonrası ruh sağlığına ilişkin kanıtlar, TSSB ve ilişkili sorunların belirli gruplarda anlamlı ölçüde arttığını göstermektedir. Sel sonrası TSSB prevalansına ilişkin meta-analiz bulguları, afet türü ve bağlama göre değişen ancak kayda değer oranlara işaret eder (Golitaleb et al., 2022). Deprem sonrası, özellikle kırılgan gruplarda, TSSB görülebilirliği yükselmektedir (Liang et al., 2021).

Öte yandan, sadece bozukluk odaklı bir çerçeve, sahadaki gerçekliği eksik yansıtabilir. Bonanno'nun (2024) vurguladığı biçimde, birçok kişi travma sonrası dönemde işlevselliğini yeniden kazanabilmektedir. Bu, müdahalelerin "iyileşmeyi kolaylaştıran çevresel koşulları" kurmaya odaklanması gerektiğini düşündürür.

Bu bağlamda katmanlı hizmet modeli (IASC, 2007) ile beş temel öğe yaklaşımı (Hobfoll et al., 2007) birlikte ele alındığında, halk sağlığı hemşireliği afet sonrası ruh sağlığı çalışmalarında toplumun en yakın temas noktası olarak erken dönemde güvenliği ve temel gereksinimlere erişimi destekleyen, psikolojik ilk yardım ilkeleriyle sakinleştirme, doğru bilgilendirme ve riskli bireyleri belirleyip uygun basamaklara yönlendirme süreçlerini koordine eden; aynı zamanda bağlantılılığı ve umudu güçlendirmek için aile, mahalle ve kurum ağlarını harekete

geçiren bir rol üstlenir. Orta dönemde ise halk sağlığı hemşireleri, izlem-ev ziyareti-toplum taramaları yoluyla öz/kollektif yeterliği güçlendiren psikoeğitim ve beceri geliştirme faaliyetlerini sürdürerek, akran/topluluk destek grupları ve yerel kaynaklarla iş birliği içinde sosyal sermayeyi artıran girişimleri yaygınlaştırır; birinci basamakla bütünleşik sevk zincirini işletip hizmet sürekliliğini güvence altına alan vaka yönetimi ve multidisipliner koordinasyonu önceliklendirir.

6. SONUÇ

Afet sonrası ruh sağlığı; bireysel belirtiler, toplumsal kaynaklar ve hizmet sistemi etkileşimi içinde ele alınmalıdır. Kanıtlar, afet sonrası TSSB ve diğer ruhsal sorunların önemli bir yük oluşturduğunu; ancak uygun toplum temelli müdahalelerle riskin azaltılabileceğini göstermektedir.

Bu nedenle:

1. **Katmanlı psikososyal destek sistemi** (IASC) yerel düzeyde yapılandırılmalıdır.
2. **Psikolojik İlk Yardım** eğitimleri yaygınlaştırılmalı; sahada "bak-dinle-bağ kur" yaklaşımı standardize edilmelidir.
3. Birinci basamakta **mhGAP** uyumlu tarama, ilk yönetim ve sevk zinciri güçlendirilmelidir.
4. **Toplum dayanıklılığını** artıran sosyal sermaye ve kurumsal bağlantılar desteklenmeli (Norris modeli), risk iletişimi ve koordinasyon mekanizmaları kurulmalıdır.
5. Sphere standartları doğrultusunda hizmetler **kapsayıcı, erişilebilir, güvenli ve hesap verebilir** biçimde yürütülmelidir.

Halk sağlığı hemşireleri, toplumun en yakın ve sürekli temas noktası olarak erken dönemde **psikolojik ilk yardım, riskli grupların belirlenmesi, temel gereksinimlere erişimin kolaylaştırılması** ve **uygun hizmet basamaklarına yönlendirme** süreçlerinde aktif görev alırken; orta ve uzun vadede **izlem, ev ziyaretleri, psikoeğitim, akran ve topluluk desteklerinin güçlendirilmesi** yoluyla psikolojik sağlamlığı destekleyen koruyucu ve geliştirici müdahaleleri sürdürmektedir.

Ayrıca halk sağlığı hemşireliği, bireysel bakımın ötesinde **toplum dayanıklılığını artırmaya yönelik sosyal sermaye odaklı girişimlerin** geliştirilmesinde; yerel yönetimler, sivil toplum kuruluşları ve birinci basamak sağlık hizmetleriyle iş birliği içinde **koordinatör ve savunucu** bir rol üstlenmektedir. Bu yönüyle halk sağlığı hemşireleri, afet sonrası ruh sağlığı hizmetlerinde **hizmet sürekliliğinin sağlanması, eşitsizliklerin azaltılması** ve **kırılgan grupların korunması** açısından vazgeçilmez bir aktör olarak öne çıkmaktadır. Afetlere hazırlık ve iyileşme süreçlerinde halk sağlığı hemşireliğinin güçlendirilmesi; eğitim, politika geliştirme ve uygulama düzeyinde desteklenmesi, toplum temelli ruh sağlığı hizmetlerinin etkinliğini ve sürdürülebilirliğini artıracaktır.

KAYNAKLAR

Aker, T., & Önder, E. (2025). Posttraumatic stress disorder-related mental health problems and risk factors after an earthquake. *Psychiatry and Clinical Psychopharmacology, 35*(1), 113–121. https://doi.org/10.5152/pcp.2025.24997

Bonanno, G. A., Chen, S., Bagrodia, R., & Galatzer-Levy, I. R. (2024). Resilience and disaster: Flexible adaptation in the face of uncertain threat. *Annual Review of Psychology, 75*, 573–599. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-011123-024224

Golitaleb, M., Mazaheri, E., Bonyadi, M., & Sahebi, A. (2022). Prevalence of post-traumatic stress disorder after flood: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychiatry, 13*, Article 890671. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2022.890671

Guimaraes, R., Mechler, R., Velev, S., & Chapagain, D. (2025). The effect of community resilience and disaster risk management cycle stages on morbi-mortality following floods: An empirical assessment. *Natural Hazards and Earth System Sciences, 25*(10), 3803–3826. https://doi.org/10.5194/nhess-25-3803-2025

Hobfoll, S. E., Watson, P., Bell, C. C., Bryant, R. A., Brymer, M. J., Friedman, M. J., Friedman, M., Gersons, B. P., de Jong, J. T., Layne, C. M., Maguen, S., Neria, Y., Norwood, A. E., Pynoos, R. S., Reissman, D., Ruzek, J. I., Shalev, A. Y., Solomon, Z., Steinberg, A. M., & Ursano, R. J. (2007). Five essential elements of immediate and mid-term mass trauma intervention: empirical evidence. *Psychiatry*, *70*(4), 283–369. https://doi.org/10.1521/psyc.2007.70.4.283

Inter-Agency Standing Committee. (2007). *IASC Guidelines on Mental Health and Psychosocial Support in Emergency Settings* (Version downloaded Nov 2020). Inter-Agency Standing Committee. https://interagencystandingcommittee.org/sites/default/files/migrated/2020-11/IASC%20Guidelines%20on%20Mental%20Health%20and%20Psychosocial%20Support%20in%20Emergency%20Settings%20%28English%29.pdf

Liang, Y., Zeng, H., Liu, Y. G., Xu, A. M., & Liu, W. H. (2021). Prevalence of post-traumatic stress disorder after earthquakes among the elderly in China: A meta-analysis. *World journal of emergency medicine*, *12*(2), 137–142. https://doi.org/10.5847/wjem.j.1920-8642.2021.02.009

Sphere Association. (2018). *The Sphere Handbook: Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response*. Sphere Association. https://spherestandards.org/wp-content/uploads/Sphere-Handbook-2018-EN.pdf

United Nations High Commissioner for Refugees. (2011). *Handbook on Procedures and Criteria for Determining Refugee Status* (revised). United Nations High Commissioner for Refugees (UNHCR). https://www.unhcr.org/sites/default/files/legacy-pdf/5551b3fb4.pdf

van Kessel, G., Milanese, S., Dizon, J., de Vries, D. H., MacGregor, H., Abramowitz, S., Enria, L., Burtscher, D., Yeoh, E.-K., Thomas, B. E., Kwang, R., de Almeida, J. R., & Gobat, N. (2025). Community resilience to health emergencies: A scoping review. *BMJ Global Health, 10*(4), Article e016963. https://doi.org/10.1136/bmjgh-2024-016963

World Health Organization & United Nations High Commissioner for Refugees. (2015). *mhGAP Humanitarian Intervention Guide (mhGAP-HIG): Clinical management of mental, neurological and substance use conditions in humanitarian emergencies* (ISBN 9789241548922). World Health Organization. https://www.who.int/publications/i/item/9789241548922

World Health Organization. (2011). *Psychological first aid: Guide for field workers*. World Health Organization. https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/e7e129fb-b306-496d-84a5-67bb70abc130/content

MERCİMEK ÜRETİMİNDE ÖNEMLİ ENTOMOLOJİK SORUNLAR VE SÜRDÜRÜLEBİLİR MÜCADELE YAKLAŞIMLARI

Dilek DOĞAN AKDAĞ
Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Iğdır, Türkiye
ORCID: 0000-0001-9692-7211
Nagihan KILIÇ
Iğdır Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Seracılık programı, Iğdır, Türkiye
ORCID: 0000-0002-7746-8125

ÖZET
Mercimek, Fabaceae familyasına ait olup bölgemizde yetiştiriciliği en yaygın yapılan ve ekonomik açıdan en önemli baklagil türlerinden biridir. Mercimek, yaklaşık %75 karbonhidrat, %21 protein ve %4 yağ içeriğiyle yüksek enerji ve protein değeri taşıyan önemli bir besin kaynağıdır. Mercimek üretimi, farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde etkili olan zararlı böcek türleri nedeniyle önemli düzeyde ekonomik kayıplarla karşı karşıya kalmaktadır. Mercimek tarımında en önemli entomolojik sorunlar arasında *Bruchus lentis* Fröhl, *Sitona crinitus* (Herbst.), *Dolycoris baccarum* (L.), *Piezodorus lituratus* (F.), *Apion arrogans* Wenck., *Acyrthosiphon pisum* (Haris), *Heliothis viriplaca* (Hufn.), *Agrotis* spp. yer almaktadır. Bu zararlılar arasında *B. lentis*, ekonomik önem bakımından ana zararlı konumundadır. Yüksek dozda pestisit kullanımı, mercimek samanının hayvan yemi olarak değerlendirilmesi ve samanda oluşabilecek ilaç kalıntısı riski nedeniyle uygun ve güvenli bir uygulama olarak görülmemektedir. Geleneksel mücadele yöntemlerinde yoğun kimyasal insektisit kullanımının kısa vadede etkili olabildiği bilinmekle birlikte, bu uygulamalar çevresel kirlilik, doğal düşman popülasyonlarının baskılanması, ürünlerde kalıntı problemi ve zararlı böcek türlerinde direnç gelişimi gibi uzun vadede ciddi ekolojik ve ekonomik sorunlara yol açmaktadır. Bu nedenle, mercimek üretiminde zararlılarla mücadelede çevre dostu, insan sağlığına duyarlı ve uzun vadede sürdürülebilirliği esas alan entegre mücadele (IPM) yaklaşımlarının ön plana çıkarılması zorunlu hale gelmiştir. Bu çalışmada, mercimek üretiminde zarar oluşturan böcek türlerinin temel morfolojik özellikleri, biyolojik gelişim süreçleri ve ekonomik açıdan önem taşıyan zarar biçimleri ortaya konulmakta; ayrıca önerilen sürdürülebilir mücadele yönetim stratejileri ile güncel literatür bulguları doğrultusunda kapsamlı biçimde değerlendirilmektedir.
Anahtar Kelimeler: Mercimek, entomolojik sorunlar, mücadele, sürdürülebilir

IMPORTANT ENTOMOLOGICAL PROBLEMS AND SUSTAINABLE MANAGEMENT APPROACHES IN LENTIL PRODUCTION

ABSTRACT
Lentils belong to the Fabaceae family and are one of the most widely cultivated and economically important legume species in our region. Lentils are an important food source with high energy and protein value, with a content of approximately 75% carbohydrates, 21% protein and 4% fat. Lentil production faces significant economic losses due to pest species affecting different growth and development periods. The most important entomological problems in lentil cultivation include *Bruchus lentis* Fröhl, *Sitona crinitus* (Herbst.), *Dolycoris baccarum* (L.), *Piezodorus lituratus* (F.), *Apion arrogans* Wenck., *Acyrthosiphon pisum* (Haris), *Heliothis viriplaca* (Hufn.), *Agrotis* spp. Among these pests, *B. lentis* is the main pest in terms of economic importance. The use of high-dose pesticides is not considered appropriate or safe due to the use of lentil straw as animal feed and the risk of pesticide residue in the straw. Although it is known that the intensive use of chemical insecticides in traditional control methods can be effective in the short term, these practices lead to serious ecological and economic problems in

the long term, such as environmental pollution, suppression of natural enemy populations, residue problems in products and development of resistance in harmful insect species. Therefore, it has become necessary to prioritize integrated pest management (IPM) approaches that are environmentally friendly, sensitive to human health and based on long-term sustainability in pest control in lentil production. In this study, the basic morphological characteristics, biological development processes and economically important damage types of insect species causing damage in lentil production are presented; and also, the proposed sustainable control management strategies are comprehensively evaluated in line with current literature findings.
Keywords: Lentil, entomological problems, control, sustainable

GİRİŞ

Dünya genelinde birçok ülkenin tarımsal üretiminde stratejik öneme sahip olan yemeklik tane baklagiller, ülkemiz tarımında da geleneksel ürün grupları arasında yer almakta; istihdama sağladığı katkı ve yüksek ihracat potansiyeli nedeniyle ekonomi açısından önemli bir konumda bulunmaktadır. Bu ürünler içinde mercimek, ülkemizde bitkisel protein gereksiniminin karşılanmasında günümüzde de önemini sürdürmektedir (Ton vd., 2014). Türkiye'de 1982 yılında başlatılan "Nadas Alanlarını Daraltma (NAD)" projesiyle mercimek, geniş ekim alanlarına ulaşmıştır. Nitekim 1990–1992 yılları arasında 825.500 ha düzeyine çıkan ekim alanı, 2003 yılında 442.000 ha'a gerilemiştir. Söz konusu dönemde Türkiye'deki toplam 422.000 ha'lık mercimek ekim alanının yaklaşık 370.000 ha'lık kısmı; başta Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin olmak üzere Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer almakta, dolayısıyla ülke mercimek ekim alanının %80'inden fazlası bu bölgede yoğunlaşmaktadır (Anonim, 2003). Mercimeğin kuru tarım yapılan alanlarda münavebe bitkisi olarak değerlendirilmesi ve aynı zamanda önemli bir ihracat ürünü olması, bu bitkinin hem Türkiye hem de Güneydoğu Anadolu Bölgesi açısından stratejik önemini ortaya koymaktadır. Mercimek üretiminde, çeşitli biyotik ve abiyotik etmenlerin etkisiyle her yıl önemli düzeyde verim kayıpları meydana gelmektedir (Özberk ve Tanrıkulu, 2014). Mercimek tarımında en önemli entomolojik sorunlar arasında *Bruchus lentis* Fröhl, *Sitona crinitus* (Herbst.), *Dolycoris baccarum* (L.), *Piezodorus lituratus* (F.), *Apion arrogans* Wenck., *Acyrthosiphon pisum* (Haris), *Heliothis viriplaca* (Hufn.), *Agrotis* spp. yer almaktadır. Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de mercimek üretimini olumsuz etkileyen başlıca entomolojik sorunları belirlemek, bu zararlılarla mücadelede kullanılan mevcut yöntemleri sürdürülebilirlik açısından değerlendirmektir. Ayrıca çalışma kapsamında; kimyasal mücadeleye alternatif veya tamamlayıcı nitelikte olan biyolojik, biyoteknik ve kültürel mücadele yaklaşımlarının etkinliği ve uygulanabilirliği ele alınarak, çevreye duyarlı, ekonomik ve uzun vadede etkili entegre zararlı yönetimi (IPM) stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlanması hedeflenmektedir.

MERCİMEK ÜRETİMİNDE ÖNEMLİ ENTOMOLOJİK SORUNLAR VE SÜRDÜRÜLEBİLİR MÜCADELE YAKLAŞIMLARI

1. Mercimek Tohumböceği, *Bruchus lentis* Fröhl. (Coleoptera: Chrysomelidae)

Bruchus cinsine (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) ait bruchid türleri, mercimekte "tohum hortumlu böcekleri/seed weevils" olarak en yıkıcı zararlılar arasında yer almakta olup, üretimde ciddi kayıplara yol açmaktadır (Malik ve Saxena, 1992). Ergin bireyler gri renkli olup vücut üzerinde beyazımsı lekeler taşır. Yumurtalar yuvarlağımsı yapıdadır; larvalar ise sarı-krem renkte olup baş kapsülü açık renkli, ağız parçaları koyu kahverengidir (Anonim, 2018). Tohum böceklerinin erginleri, konukçu bitkilerin çiçeklenme döneminde ortaya çıkar; doğada çiftleşmenin ardından yumurtalarını tohumları belirginleşmiş yeşil kapsüller üzerine bırakırlar. Tohumların olgunlaşmasıyla birlikte daneyi terk eden bireyler, tarlada en yakın ağaç kabuklarının aralarında; depolama koşullarında ise kuytu alanlarda veya çuval kıvrımlarında

kışlamakta ve yılda bir döl vermektedir (Anonim, 2025). Tohum böceklerinin larvaları, konukçuları olan baklagil taneleri içinde beslenmeleri sırasında oyuklar oluşturarak tanenin besin değerini düşürmenin yanı sıra dışkı ve vücut artıklarıyla ürünü kirletmektedir. Larvaları beslenme sonucunda tanelerde kalite kaybı, çimlenme gücünde azalma ve ağırlık kaybı meydana gelmekte; bu durum, iç ve dış piyasada ekonomik değeri yüksek olan baklagillerin pazar değerinin düşmesine yol açmaktadır. Mercimek ve fiğ, bu zararlının önemli konukçuları arasında yer almaktadır (Anonim, 2025) (Şekil 1).



Şekil 1. Mercimek Tohumböceği, ergini (Anonim, 2025a) ve tanelerindeki zararı (TAGEM, 2011).

Zararlının yoğun olarak görüldüğü bölgelerde geç ekim uygulamasının tercih edilmesi önerilmektedir. Hasat ve harman işlemleri geciktirilmeden tamamlanmalı; elde edilen ürün, temizlik ve dezenfeksiyonu önceden yapılmış ambarlara, çuvallar içerisinde alınmalıdır. Hasat sonrasında tarlada kalan bitki artıklarının pulluk yardımıyla derine gömülmesi ya da yakılarak imha edilmesi gerekmektedir. Mücadelede temiz ve sertifikalı tohumluk kullanımı büyük önem taşımaktadır. Tarlada gerekli önlemleri alınmış ürünler, çuvallar hâlinde; temizliği yapılmış, ilaçlanmış ve pencereleri tel kafeslerle donatılmış ambarlara yerleştirilmelidir. Ayrıca ambara bulaşık ürün, çuval veya herhangi bir materyalin konulmamasına özen gösterilmelidir. Zararlıya karşı mücadele, tarla ve depo olmak üzere iki ayrı dönemde yürütülmektedir. Yılda tek döl veren baklagil tohum böceklerine karşı tarla koşullarında, bitkilerin çiçeklenme başlangıcında ve bunu izleyen 10 gün sonra olmak üzere iki kimyasal uygulama yapılması önerilmektedir (Erdoğan, 2006). Depolara alınan ürünlerde bulaşma tespit edilmesi durumunda ise boş ambar ilaçlaması, koruyucu ilaçlama ve ürünlerin fümigasyonu gibi yöntemler kullanılarak mücadele edilmelidir (Anonim, 1995).

2. Mercimek Hortumlu Böceği, *Sitona crinitus* (Herbst.)(Coleoptera: Curculionidae)

Mercimek hortumlu böceğinin erginleri hasattan sonra genellikle toprağa girmekte, bir kısmı ise hasat edilmiş mercimek tarlalarında bitki artıklarının altında gizlenmektedir. Yaz, sonbahar ve kış aylarını çoğunlukla bu alanlarda hareketsiz olarak geçirmekte; kış aylarında dahi güneşli ve sıcak günlerde zaman zaman toprak yüzeyinde hareket ettikleri gözlenmektedir. Erginler genellikle toprağın yüzeye yakın kısımlarında bulunmakta olup, yağışlardan sonra toprak yüzeyinde daha kolay fark edilmektedir. İlkbaharda faaliyete geçen erginler, kısa süre içinde yapraklarla beslenmeye başlamaktadır. Başlangıçtaki beslenme zararları genellikle belirgin düzeyde değildir. Yapılan gözlemlerde, ilkbahar faaliyetlerinden birkaç gün sonra çiftleşmenin gerçekleştiği, yaklaşık bir hafta sonra ise yumurtlamanın başladığı tespit edilmiştir. Dişiler yaşamları boyunca yumurta bırakmakta olup, bölgemizde tür yılda bir döl vermektedir. Erginler, mart ayı başlarından itibaren mercimek bitkileri henüz 3–4 yapraklı dönemdeyken yapraklardan beslenmektedir. Zarar genellikle yaprak kenarlarının yenmesi şeklinde ortaya çıkmaktadır. Erginlerin neden olduğu zarar yaklaşık 4–6 hafta devam etmekte, bu sürenin sonlarına doğru bazı bitkilerde daha belirgin zararlar gözlenebilmektedir (Şekil 2). Larvalar ise bitkilerin yan kökleri ile kök nodülleri üzerinde beslenerek zarar yapmaktadır. Larva ve ergin

zararına maruz kalan mercimek bitkilerinde gelişme geriliği ve buna bağlı olarak verim düşüklüğü görülmektedir. Türün konukçu bitkileri arasında mercimek, nohut, yonca, korunga ve fiğ yer almaktadır (Kılıç vd., 2008).



Şekil 2. Mercimek hortumlu böceği ergini (Anonim, 2025b).

Mercimek bitkilerinin erken gelişim dönemlerinde hızlı ve sağlıklı bir büyüme göstermesini sağlamak amacıyla uygun ve iyi bir toprak işleme yapılmalı, tohumlar ise aşırı derinliğe ekilmemelidir. Bunun yanı sıra, ekim nöbeti uygulamalarına yer verilerek ara yıllarda dengeli ve bitkinin ihtiyaçlarına uygun gübreleme programları uygulanmalıdır. Kurak dönemlerde ve zarar yoğunluğunun fazla olduğu dönemde bitkiler 5-10 cm boyunda iken bir ilaçlama yapılmaktadır (Anonim, 2025e).

3. *Dolycoris baccarum* (L.) ve *Piezodorus lituratus* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae)

Dolycoris baccarum erginleri vücudun baskın rengi vişne tonlarında olup yer yer açık sarı renklenmeler de görülmektedir. Vücut yüzeyi yoğun kıllarla kaplıdır ve üzerinde siyah nokta görünümünde çukurcuklar bulunmaktadır (Karsavuran, 1986). Kış aylarını yetişkin olarak geçirir ve ilkbaharda ortaya çıkar. Tüylü olan nimfleri birçok bitki üzerinde bulunabilir. Yeni nesil Ağustos ayından itibaren tamamlanır (Anonim, 2025f). *Piezodorus lituratus* ergin bireyleri, cinsel olgunluğa bağlı olarak iki farklı renk varyasyonuna sahip büyük bir kalkanböceği türüdür. İlkbaharda ortaya çıkan ve çiftleşenler ağırlıklı olarak yeşil renktedir, oysa yaz sonlarında ortaya çıkan yeni nesil pronotum ve korium üzerinde mor-kırmızı işaretlere sahiptir (Anonim, 2025g). Mercimek tanelerinde görülen tebeşirleşme zararı, dut kımılı *D. baccarum* (L.) ile baklagil pentatomidi olarak bilinen *P. lituratus* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) tarafından oluşturulmaktadır (Mutlu vd., 2016). Bu zarar; tanelerde buruşma, krater oluşumu ve büzülme gibi belirgin fiziksel deformasyonlara yol açmakta, kabuk altında unsu beyaz bir yapının oluşmasına neden olmaktadır. Sonuç olarak, tanenin hem kalite hem de miktarını olumsuz yönde etkilemekte ve mercimek ihracatında üreticiler açısından önemli bir engel teşkil etmektedir. Mercimek tanelerinde görülen tebeşirleşme zararı, son on yılda artış göstermiş ve zarar oranı %15–20 düzeylerine ulaşmıştır (Özberk vd., 2006; Karaca vd., 2014) (Şekil 3.).



Şekil 3. *Dolycoris baccarum* (L.) ergini (Anonim, 2025f), *Piezodorus lituratus* (F.) ergini (Anonim, 2025g).

D. baccarum ve *P*. *lituratus*'a karşı deltamethrin etken maddesi ile yürütülen kimyasal mücadelenin, her ne kadar zararlı popülasyonunu azaltarak tebeşirleşme zararını düşürücü bir etki gösterdiği belirlenmiş olsa da, söz konusu uygulamanın faydalı böcekler üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle uygun bir yöntem olmadığı sonucuna varılmıştır. Nitekim bölgede yürütülen bir çalışmada, biçerdöver kullanılarak normal hasat zamanından yaklaşık bir hafta önce gerçekleştirilen erken hasadın, tebeşirleşme zararını önemli ölçüde azalttığı bildirilmiştir (Karaca vd., 2014). Dolayısıyla bu zararlılara karşı kimyasal mücadele yerine, öncelikle kültürel mücadele yöntemleri olmak üzere alternatif ve çevre dostu kontrol stratejilerinin uygulanmasının daha uygun olacağı değerlendirilmektedir (Mutlu vd., 2018).

4. *Apion arrogans* Wenck. (Coleoptera: Curculionidae)

Ergin bireyler yeşilimsi mavi, parlak renkte olup yaklaşık 2 mm uzunluğundadır (Şekil 4). Yumurtalar parlak sarı renkte ve elips şeklinde olup, oldukça küçük olmaları nedeniyle çıplak gözle fark edilmeleri güçtür. Larvalar bacaksız, parlak sarı renkte ve siyah başlıdır. Genellikle kıvrık pozisyonda bulunmakta olup yavaş hareket etmektedirler (Anonim, 2025c). Zararlı, kışı ergin döneminde toprak içerisinde ya da çalılık ve taşların altında geçirmektedir. Şubat ayı sonu ve mart ayı başlarından itibaren erginler yumurtalarını çoğunlukla tek tek olmak üzere, mercimek bitkisinin büyüme noktasına ve tomurcuğun yeni oluşmakta olan yaprakçıkları üzerine bırakmaktadır. Yeni çıkan larvalar, üzerinde bulundukları yaprakçıkların dip kısımlarıyla beslenmekte ve yaprağın larvanın üzerine doğru bükülmesine neden olmaktadır. Larva zararına uğrayan tepe tomurcukları ilerleyen dönemlerde beyaza yakın gri renkte bir kokon görünümü almaktadır. Larvalar, bu tomurcuklar içerisinde gelişmelerini laboratuvar koşullarında 8–13 gün (ortalama 9 gün) içerisinde tamamlamakta ve yine aynı tomurcuk içinde pupa olmaktadır. İçerisinde pupa bulunan tomurcuklar, larvanın tomurcuğu tamamen kurutması sonucu genellikle toprağa düşmektedir. Doğal koşullarda nisan ayının ilk yarısından itibaren ortaya çıkan yeni döl erginleri, Mayıs ayı sonlarından itibaren ise *A. arrogans* erginleri toprağın daha derin kısımlarına, genellikle taşlık ve çalılıklarla kaplı bayır alanlara çekilmekte ve tür yılda bir döl vermektedir. Şubat ayının ilk yarısından itibaren diyapozdan çıkan erginlerin mercimek bitkisi yapraklarında oluşturduğu zarar, genellikle bitki açısından önemli düzeyde değildir. Asıl zarar, bu erginlerin bıraktığı yumurtalardan çıkan larvaların bitkinin tepe tomurcuklarıyla beslenmesi sonucu meydana gelmektedir. Larvalar tarafından tahrip edilen tomurcukların koltuklarından ve bitkinin diğer kısımlarından yeni tepe tomurcukları ve yan dallar oluşabilmektedir. Ancak, tarlanın kıraç olması ve yeterli yağışın bulunmaması durumunda zarar görmüş bitkiler bu yeni sürgünleri oluşturamamakta ve zayıf kalmaktadır. Bununla birlikte, çiçeklenmenin gerçekleştiği nisan ayında meydana gelen yoğun bulaşmalar, bitkide daha az sayıda çiçek tomurcuğu oluşmasına neden olmaktadır (Yücel,1991).



Şekil 4. *Apion arrogans* Wenck. ergini (Anonim, 2025c)

Türkiye'de zararlının larva parazitoiti olarak *Entedon* sp. (Hym: Eulophidae) saptanmıştır. Mercimek tarlalarının ekime hazırlanması aşamasında toprağın derin sürülmesi, zararlının bir sonraki üretim sezonundaki ergin popülasyonunun azaltılmasına katkı sağlayabilmektedir. Bunun yanı sıra, tarla içi ve çevresinde ergin bireylerin kışlamasına elverişli barınakların ve bitki artıklarının bırakılmaması önem taşımaktadır. Çalılık, fundalık ve mera alanlarına komşu mercimek ekim alanlarında zararlı yoğunluğu açısından daha dikkatli olunmalı ve gerekli önlemler alınmalıdır. Ayrıca, mercimek üretiminde ekim nöbeti uygulamalarının benimsenmesi, zararlı popülasyonlarının baskılanmasında etkili bir kültürel mücadele yöntemi olarak değerlendirilmektedir. Mücadelede temel hedef kışı geçirmiş ergin bireyler olduğundan, kimyasal uygulamaların erginlerin diyapozdan çıkışlarını takiben ve yumurtlama dönemi başlamadan önce gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Ancak zararlının ergin dönemindeki bireylerinin küçük yapılı olması, rahatsız edildiklerinde ölü taklidi yapmaları ve kısa sürede toprak içine gizlenebilmeleri gibi davranışsal ve morfolojik özellikleri, ergin popülasyonuna dayalı kimyasal mücadele zamanının belirlenmesini güçleştirmektedir (Anonim, 2025ğ).

5. *Acyrthosiphon pisum* (Haris) (Hemiptera: Aphididae)

Vücut uzunluğu 2,2 ila 5,0 mm arasında değişmekte olup, Açık yeşil veya pembe renkte olup kırmızı gözlere sahiptirler (Anonim, 2025ç) (Şekil 5). Bu yaprak biti çoğunlukla yabancı otlarda görülmesine rağmen fasulye, mercimek, yonca, korunga, fiğ ve bazı baklagillerde de zarara sebep olmaktadır (Stary, 1970; Ali ve Habtewold, 1994). Zararlı, konukçu bitkinin genç sürgünlerinde bulunan taze yapraklardan bitki özsuyunu emerek beslenmekte; bu durum yapraklarda kıvrılma, bitkilerde bodurlaşma, meyve ve bitkinin diğer organlarında şekil bozuklukları ile dane ağırlığında azalmaya bağlı olarak verim kayıplarına neden olmaktadır. İlk zarar belirtilerinin çiçeklenme başlangıcında ortaya çıktığı ve zararlı popülasyonunun kısa sürede artmasıyla birlikte zararın şiddetlendiği bildirilmiştir (Cors ve Deproft, 1993). Ayrıca zararlının dane ağırlığını azalttığı da belirtilmektedir (Bouchery, 1977). Yapılan çalışmalarda, hav sayısında belirgin azalma meydana geldiği, tohum ağırlığının düştüğü ve özellikle 250 dane ağırlığında önemli kayıplar oluştuğu ifade edilmiştir (Soroka ve Mackay, 1990). Doğrudan beslenme zararlarının yanı sıra bu zararlılar, bitki virüslerinin taşınmasında da önemli rol oynamakta olup, bezelyede görülen en önemli virüs hastalıklarından biri olan *Pisum virus* 1'in etkili vektörleri arasında yer almaktadır (Auclair, 1966).



Şekil 5. *Acyrthosiphon pisum* (Haris), ergini (Anonim, 2025ç).

Acyrthosiphon pisum'a karşı etkili olan doğal düşman topluluğu üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır. Amerika Birleşik Devletleri'nde yonca alanlarında, bu yaprakbiti türüne karşı çeşitli *Aphidius* parazitoitlerinin etkili olduğu belirlenmiştir. Biyolojik mücadeleyi desteklemek amacıyla bu parazitoitlerin bazıları son yıllarda bölgeye getirilmiştir (Gonzalez vd., 1995). Uğur böcekleri en yaygın predatör grubu olarak belirlenmiş, bunu syrphid larvaları izlemiştir. Uğur böceklerinin yıl boyunca etkili olduğu, syrphidlerin ise yalnızca ilkbahar ve yaz aylarında görüldüğü saptanmıştır. Ayrıca uğur böceklerinin gündüz, syrphidlerin ise gece aktif olduğu bildirilmiştir. Bezelye yaprakbitinin önemli doğal düşmanları arasında entomopatojenik funguslar (*Entomophthora* türleri) da yer almaktadır (Wilding, 1975). Yaprakbitlerinde savunma amacıyla kullanılan en önemli kimyasal sinyallerden biri alarm feromonu olan (E)-β-farnesen'dir. Bu feromon, predatör saldırısı sırasında salınarak yaprakbitlerinin hareket etmesine veya bitkiden düşmesine neden olmaktadır. Ayrıca alarm feromonuna maruz kalan bireylerde, konukçu bitkiyi terk eden kanatlı formların oluşumunun arttığı bildirilmiştir (Kunert, 2005). Bir diğer mücadele yöntemi *A. pisum* bulaşıklıklarında, bitkilerin kuvvetli bir su püskürtülmesiyle yıkanması yeterli olabilmektedir. Daha yoğun bulaşmalarda ise nem yağı veya kanola yağı gibi bitkisel kökenli insektisitli sabunlar ve yağlar genellikle en uygun mücadele yöntemi olarak değerlendirilmektedir (Anonim, 2025ç).

Peynirci vd., (2021)'ne göre bazı biyoinsektisitlerin *Aphis fabae* ve *A. pisum* (Hemiptera: Aphididae) üzerindeki etkileri başlıklı çalışmalarında elde edilen verilere bağlı olarak her iki yaprak biti türünde de *Metarhizium anisopliae* ve Azadirachtin'in daha etkili olduğu saptanmıştır. Uygulanan bu iki biyolojik preparatın, başarıları arazi çalışmaları ile kanıtlandıktan sonra bu zararlılarla mücadelede kullanılabileceği kanısına varılmıştır.

6. *Heliothis viriplaca* (Hufn.) (Lepidoptera: Noctuidae)

Heliothis viriplaca Noctuoidea üst familyasına bağlı bir güve türüdür. Ergin bireylerin kanat açıklığı 34–37 mm arasında değişmektedir (Şekil 6). Çiçek ve tohum başlarıyla beslenmekte olup, pupa döneminde kışı geçirmektedir (Anonim, 2025d). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde 1986–1987 yıllarında yürütülen survey çalışmaları sonucunda, mercimek ekili alanlarda en yaygın ve yoğun türün *H. viriplaca* olduğu saptanmıştır. *H. viriplaca*'nın Biyolojik dönem sürelerinin ve bırakılan yumurta sayısının sıcaklık artışıyla birlikte azaldığı belirlenmiş; pupaların ortalama 6,57 cm toprak derinliğinde bulunduğu tespit edilmiştir. Türün yılda bir döl verdiği ortaya konulmuştur. Zararlı popülasyonunun nisan, mayıs ve haziran aylarında geliştiği saptanmıştır. Larva yoğunluğu üzerinde parazitoit ve predatör faaliyeti ile hastalık etmenlerinin; pupa yoğunluğu üzerinde ise iklim faktörleri, parazitoit ve predatör faaliyeti ile toprak işlemenin etkili olduğu sonucuna varılmıştır. *H. viriplaca*'nın ana konukçusunun nohut olduğu,

erken dönemde çıkan erginlerin ise mercimek bitkisini tercih ettiği belirlenmiştir. Ayrıca hastalık etmenleri olarak *Aspergillus* sp., *Beauveria* sp., *Penicillium* sp. ve *Absidia* sp. türlerinin varlığı belirlenmiştir (Yaşarakıncı, 1991).



Şekil 6. *Heliothis viriplaca* (Hufn.), ergini (@Keith Tailby)

H. viriplaca'nın doğal düşmanları üzerine yapılan çalışmalarda, *Heliothis* türlerinin predatörleri arasında Heteroptera takımından *Orius minutus* L. (Anthocoridae), *Piecoris erythrocephalus* (P.-S.) (Lygaeidae), *Deraeocoris pallens* Reut., *Campylomma nicolasi* Put.-Reut. ve *Creontiades diversicornis* Reut. (Miridae) ile *Nabis punctatus* C. (Nabidae) türlerinin yer aldığı belirlenmiştir. Coleoptera takımından *Hyperaspis quadrimaculata* Redtenbacher ve *Coccinella septempunctata* L. (Coccinellidae), Hymenoptera takımından *Messor meridionalis* (André) (Formicidae) ve Neuroptera takımından *Anisochrysa carnea* (Stephens) predatör türler olarak saptanmıştır. *H. viriplaca*'nın parazitoitleri arasında Hymenoptera takımından *Diadegma* sp. ve *Hyposoter didymator* Thbg. (Ichneumonidae) ile *Habrobracon brevicornis* (Wesmael) (Braconidae) larva parazitoiti olarak, *Hockeria urfaensis* sp. n. (Chalcididae) ise pupa parazitoiti olarak belirlenmiştir (Yaşarakıncı, 1991). Tarla içerisinde ve çevresinde bulunan yabancı otların düzenli olarak temizlenmesi gerekmektedir. Hasat sonrasında toprağın derin sürülmesi, zararlının popülasyonunu azaltmaya yönelik önemli bir kültürel önlem olarak değerlendirilmektedir. İlk yeşil meyvelerin oluşum döneminde, larva giriş deliği bulunan meyvelerin toplanarak imha edilmesi, zararlının yayılımının sınırlandırılmasına katkı sağlamaktadır (Anonim, 2025h).

7. *Agrotis* spp. (Lepidoptera: Noctuidae)

Bozkurt erginlerinin kanat açıklığı yaklaşık 35–40 mm olup, baş, göğüs ve abdomen üzerindeki pullu örtü grimsi kahverengi renktedir. Türün tanılanmasında en belirgin morfolojik özellik, ön kanatlar üzerinde yer alan böbrek (reniform) şeklindeki lekelerin varlığıdır. Larvalar yumurtadan yeni çıktıklarında krem renkli olup, gelişmelerini tamamladıklarında koyu gri renge ulaşmakta ve 45–50 mm boya erişmektedir. Yumurtalar sarımsı krem renkte, üstten basık küresel yapıda olup üzerlerinde boyuna uzanan radyal çıkıntılar bulunmaktadır; açılmaya yaklaştıklarında siyahımsı kahverengi bir renk alırlar. Bozkurtlar kış mevsimini olgun larva döneminde toprak içerisinde geçirir ve ilkbaharda hava sıcaklıklarının artmasıyla birlikte aktif hâle gelirler. Larvalar gündüz saatlerinde toprak içinde veya bitki diplerinde kıvrılmış vaziyette bulunurken, geceleri toprak yüzeyine çıkarak beslenirler. Bu nedenle tür, halk arasında "tırpan kurdu" veya "kesici kurt" olarak da adlandırılmaktadır. Bozkurtlar yılda genellikle 2–4 döl vermektedir. Larvalar erken dönemlerinde bitkilerin taze yaprak ve sürgünleriyle beslenirken, ileri dönemlerde yalnızca gece beslenme davranışı gösterir ve bitkileri toprak yüzeyine yakın kısımdan, kök boğazı hizasından keserek ya da kemirerek bitkinin devrilmesine ve kurumasına

neden olurlar. Ayrıca çimlenme dönemindeki tohumlar ile yumrulu bitkilerin toprak altındaki yumrularını tüketerek önemli düzeyde ürün kaybına yol açarlar. Bozkurtlar ülkemizde hemen her bölgede yayılış göstermektedir (Erdoğan, 2006). Yazlık sebzelerin hasat ve sökümünün ardından sonbahar döneminde tarlalarda gerçekleştirilen toprak işleme uygulamalarının, zararlının larvalarında yüksek oranda ölüme neden olduğu bildirilmektedir. Sebzelerin ekim ve fide dikim dönemlerinde bitkilerin kök boğazı çevresi düzenli olarak kontrol edilerek zararlının larvalarının varlığı araştırılmalı; metrekarede 2–3 larvanın saptanması durumunda kimyasal mücadeleye başvurulmalıdır. Dikim sonrasında yapılan kontrollerde ise bitkilerde %1–3 oranında larva varlığı ya da kesik bitki tespit edilmesi, mücadeleye başlanması için eşik değer olarak kabul edilmektedir. Zararlının kimyasal mücadelesi; zehirli yem uygulaması, tohum bandırma yöntemi ve yeşil aksam ilaçlaması şeklinde gerçekleştirilmektedir (Anonim, 2002).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Mercimek, Türkiye'de hem üretim hem de tüketim açısından önemli bir tarım ürünü olup, dünya ticaretinde de kayda değer bir yere sahiptir. Mercimek samanının protein yönünden zengin ve hayvan beslenmesinde önemli bir yem kaynağı olması, ayrıca insektisit kalıntısı içermeyen mercimek samanının bölgedeki hayvancılık faaliyetleri açısından stratejik bir değer taşıması bilinmektedir. Mercimekte tebeşirleşmeye yol açan zararlı böcekler etkin bir şekilde kontrol altına alınmasının zorunlu olduğu, ürün kalitesinin korunması açısından ise işleme, pazarlama ve dış satım süreçlerinde yer alan tüm paydaşların ortak kalite standartları belirlemek üzere iş birliği içinde hareket etmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Üreticilerin tarlada zararlılara karşı herhangi bir mücadele uygulamaması, hasat sonrasında ambarda depolanan baklagil tohumlarının zarar görmesine yol açmaktadır. Pazara sunulan baklagil tohumlarının bulaşık olması, hem ürünün pazar değerinin düşmesine hem de zararlının farklı depolara yayılmasına neden olmaktadır. Bunun yanı sıra, üreticinin kendi kullanımına ayırdığı tohumların zarar görmesi, çimlenme oranlarında azalmaya bağlı olarak bir sonraki üretim döneminde verim kayıplarının ortaya çıkmasını kaçınılmaz hâle getirmektedir. Mercimek üzerindeki biyolojilerinin ve doğal düşmanlarının ortaya konulması, uygun örnekleme yöntemlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle, zararlı popülasyonlarının yoğun olduğu mercimek alanlarında dayanıklı çeşitlerin kullanımı başta olmak üzere kültürel ve biyolojik mücadele yöntemlerine öncelik verilmesinin daha uygun olacağı düşünülmektedir. Buna ek olarak, depolama sürecinde alınması gereken önlemler ve uygulanacak mücadele yöntemleri konusunda üreticilerin bilgilendirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Ali K., Habtewold, T. (1994). Research on insect pests of cool season food legumes.

Anonim, (1995). Zirai Mücadele Teknik Talimatı.. *Koruma Kontrol genel Müdürlüğü*. Cilt 2. (09.12.2025).

Anonim, (2002). Örtüaltı Sebze Yetiştiriciliğinde Entegre Müacdele Teknik talimatı. *Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü*. (10.12.2025).

Anonim, (2018). Samsun.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Yayinlar/Lifletlerimiz/b-37.pdf. (Erişim tarihi: (12.12.2025).

Anonim, (2025a). https://www.inaturalist.org/taxa/1086602-*Bruchus-lentis*. (Erişim tarihi: 12.12.2025).

Anonim, (2025b). https://agrobaseapp.com/turkey/pest/mercimek-hortumlu-bocegi. (Erişim tarihi: 15.12.2025).

Anonim, (2025c). https://agroplanett.com/mobil/index.php?id=hasere_ac&hid=483 (Erişim tarihi: 15.12.2025).

Anonim, (2025ç). https://influentialpoints.com/Gallery/*Acyrthosiphon_pisum*_Pea_aphid.htm. (Erişim tarihi: 13.12.2025).

Anonim, (2025d). https://www.hantsmoths.org.uk/lep.php?code=73.072. (Erişim tarihi: 13.12.2025).
Anonim, (2025e). https://agroplanett.com/mobil/index.php?id=hasere_ac&hid=480. (Erişim tarihi: 10.12.2025).
Anonim, (2025ğ) . https://bku.tarimorman.gov.tr/Zararli/Details/942. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü. Cilt III. (Erişim tarihi: 09.12.2025).
Anonim, (2025h). https://plafert.com/Zar_YesilKurt.aspx. (Erişim tarihi: 05.12.2025).
Anonim, (2003). D.Ġ.E Tarımsal Yapı, Ankara.
Anonim,(2025).mugla.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Baklagil%20Tohum%20B%C3%B6ce%C4%9Fi.pdf. (Erişim tarihi: 06.12.2025).
Anonim,(2025f).https://www.britishbugs.org.uk/heteroptera/Pentatomidae/*dolycoris_baccarum*.html. (Erişim tarihi: 15.12.2025).
Anonim,(2025g).https://www.britishbugs.org.uk/heteroptera/Pentatomidae/*piezodorus_lituratus*.html. (Erişim tarihi: 16.12.2025).
Auclair, J. L. (1966). Dissimilarities in the biology of the pea aphid, *Acyrthosiphon pisum* (Homoptera: Aphidae), on alfalfa and peas in New Mexico. *Annals of the Entomological Society of America*, *59*(4), 780-786.
Bouchery, Y. (1977). Les pucerons Aphis fabae Scop. et *Acyrthosiphon pisum* (Harris)(Homoptere, Aphididae) depredateurs de la feverole de printemps (Vicia faba L.) dans le Nord-Est de la France: Influence sur le rendement des cultures. Mecanisme de la depredation. In *Annales de Zoologie Ecologie Animale* (Vol. 9).
Cors, F., & Deproft, M. (1993). Direct and indirect damage of pea aphid (*Acyrtosiphon pisum* Harris) on combining peas. *Mededelingen-Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen. Universiteit Gent (Belgium)*, *58*(2b).
Erdoğan, P. (2006). Sebze Ve Yem Bitkilerinde Görülen Zararlılar Ve Mücadele Yöntemleri. *Tarla bitkileri merkez araştırma enstitüsü dergisi*, 15(1-2), 1-10.
Gonzalez, D., Hagen, K. S., Stary, P., Bishop, G. W., Davis, D. W., & Pike, K. S. (1995). Pea aphid and blue alfalfa aphid. Biological control in the western United States. *University of California Publication*, (3361), 129-135.
Karaca, V., Mutlu, Ç., Eren, S., Duman, M., Büyük, M., Gözüaçik, C. (2014). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Mercimekte Tebeşirleşmeye Neden Olan Etmen/Etmenler Ve Mücadele Olanaklarının Belirlenmesi (Sonuç raporu). *Diyarbakir Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*.
Karsavuran, Y. (1986). Bornova (İzmir) koşullarında çeşitli kültür bitkilerinde zarar yapan *Dolycoris baccarum* (L.)(Heteroptera: Pentatomidae)'un biyolojisi ve ekolojisi üzerinde araştırmalar. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 10(4), 213-230.
Kılıç, A., Çatalpınar, A., Adıgüzel, N. (2008). Research on bio-ecology of *Sitona crinitus* (Herbst.) and method for chemical control. *Plant Protection Bulletin*, 8(1).
Kunert, G. (2005). Alarm pheromone mediates production of winged dispersal morphs in aphids. *Ecology Letters*, 8(6), 596-603.
Malik, K. A., . Saxena, P.K. (1992). Thidiazuron induces high frequency shoot regeneration in intact seedlings of pea (*Pisum sativum*), chickpea (*Cicer arietinum*) and lentil (*Lens culinaris*). *Australian Journal of Plant Physiology*. 19: 731–740.
Mutlu, Ç., Karaca, V., Eren, S., Büyük, M., Gözüaçık, C., Duman, M., Bayram, Y., Bolu, H., Kütük, H. (2016). Chalky spot damage caused by stink bugs on red lentil seeds in Southeast Anatolia Region, *Turkey. Legume Research*, 39 (4): 623-629.
Mutlu, Ç., Karaca, V., Öğreten, A., Büyük, M., & Bayram, Y. (2018). Kırmızı Mercimekte Zararlı *Dolycoris baccarum* L. ve *Piezodorus lituratus* (F.)'a Karşı Deltamethrin'in Biyolojik Etkinliği. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, *22*(2), 179-185.

Özberk, I., Atli, A., Özberk, F., Yücel, A. (2006). The effect of *lygus* bugs (*Exolygus prantensis* L.) on marketing price of red lentil in Anatolia, Turkey. *Crop Protection,* 25: 1227-1230.
Özberk, I., Tanrikulu, Ö.F. (2014). A Study on some grading factors affecting marketing price of red lentil. *Journal of Field Crops Central Research Institute*, 23:1-6.
Peynirci, E., Kurt, E., & Kayahan, A. (2021). Bazı biyoinsektisitlerin *Aphis fabae* ve *Acyrthosiphon pisum* (Hemiptera: Aphididae) üzerindeki etkileri. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, *12*(1), 67-77.
Soroka, J.J., Mackay, P.A. (1990). Growth of pea aphid, *Acyrthosiphon pisum* Haris (Homoptera: Aphididae), populations on caged plants of six cultivars of field peas and the effects of pea aphids on harvest components of caged field peas. *Canadian- Entomologist*, 122: 11-12, 1193-1199; 9 ref.
Stary, P. (1970). Wanderung und prasitierung der erbsenlaus. *Biologia,* 25: 787-796.
TAGEM, (2011). https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/003_mercimek.pdf.
Ton, A., Karaköy, T. İ., & Anlarsal, A. E. (2014). Türkiye 'de Yemeklik Tane Baklagiller Üretiminin Sorunları ve Çözüm Önerileri. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, *2*(4), 175-180.
Wilding, N. (1975). *Entomophthora* species infecting pea aphids. *Transactions of the Royal Entomological Society* 127 (2), 171-183.
Yaşarakıncı, N. (1991). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde mercimek ve nohut alanlarında zararlı olan *Heliothis* Ochs. Lep: Noctuidae), Türleri ve Yayılış Alanları.
Yücel, A. (1991). Untersuchungen zur Morphologie, Biologie und Schaden von *Apion arrogans* Wencker (Coleoptera, Curculionidae). *Turkish Journal of Entomology*, 15(4).

ÜLKEMİZDE YAYILIŞ GÖSTEREN ÖNEMLİ İSTİLACI BÖCEK TÜRLERİ VE MÜCADELE STRATEJİLERİ

Dilek DOĞAN AKDAĞ
Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Iğdır, Türkiye
ORCID: 0000-0001-9692-7211
MURAT GÜVEN
Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Iğdır, Türkiye
ORCID: 0000-0003-2521-0138

ÖZET
İstilacı böcek türleri, küresel ticaretin hızlanması, iklim değişikliği ve biyoçeşitlilik kayıpları nedeniyle dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de tarımsal üretim, orman ekosistemleri, halk sağlığı ve ekonomik sürdürülebilirlik açısından ciddi tehdit oluşturmaktadır. İstilacı böcek türleri, kısa sürede çoğalma, gelişme ve geniş alanlara yayılma kapasitesine sahiptir. Çeşitli çevresel şartlara dayanıklı olmalarının yanı sıra çok sayıda bitki türüyle beslenebilme özelliği gösterirler. Ülkemizde son yıllarda öne çıkan istilacı türler arasında *Anoplophora chinensis* (Forster, 1771) (Turunçgil uzun antenli böceği**)**, *Halyomorpha halys* Carl Stål, 1885 (Kahverengi kokarca böceği), *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Kanadı noktalı sirke sineği), *Orientus ishidae* (Matsumura, 1902) *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Domates güvesi), *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Çam kozalak emici böceği), *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier, 1790) (Kırmızı palmiye böceği) ve *Xylosandrus compactus* (Eichhoff, 1875) önemli ekonomik zarara neden türlerden bazılarıdır. İstilacı türlerle mücadelede entegre zararlı yönetimi yaklaşımı temel strateji olarak benimsenmektedir. İstilacı böceklerin yayılma aşamaları, türün yeni bir bölgeye gelişi, bölgeye yerleşme ve yayılma şeklinde olması açısından yapılacak mücadele yöntemi bu aşamalara uygun yapılmalıdır. Bu nedenle sürdürülebilir ve etkili bir kontrol için erken uyarı sistemleri, karantina tedbirleri, biyolojik ve biyoteknik yöntemler ile seçici pestisitleri bir arada içeren entegre mücadele (IPM) stratejilerinin uygulanması gerekmektedir. Bu çalışma, ülkemizde yayılış gösteren başlıca istilacı böcek türleri hakkında bilgi vererek, bu türlerin tarımsal üretim ve doğal ekosistemler üzerindeki etkilerini ortaya koymak ve söz konusu zararlılarla mücadelede uygulanan mevcut kontrol yöntemlerini değerlendirmektedir.
Anahtar Kelimeler: İstilacı, böcek türleri, mücadele, stratejiler,

IMPORTANT INVASIVE INSECT SPECIES SPREADING IN OUR COUNTRY AND THEIR FIGHTING STRATEGIES

ABSTRACT
Invasive insect species pose a serious threat to agricultural production, forest ecosystems, public health and economic sustainability in our country, as well as worldwide, due to the acceleration of global trade, climate change and biodiversity loss. Invasive insect species have the capacity to multiply, develop and spread over large areas in a short time. In addition to being resistant to various environmental conditions, they are able to feed on a wide variety of plant species. Invasive species that have become prominent in recent years in our country include *Anoplophora chinensis* (Forster, 1771) (Citrus long-horned beetle), *Halyomorpha halys* Carl Stål, 1885 (Brown skunk bug), *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Wing-spotted vinegar fly), *Orientus ishidae* (Matsumura, 1902) *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Tomato moth), *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Pine cone sucker beetle), *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier, 1790) (Red palm weevil) and *Xylosandrus compactus* (Eichhoff, 1875)

which cause significant economic damage. Integrated pest management approach is adopted as the basic strategy in combating invasive species. The control method should be carried out in accordance with the stages of spread of invasive insects, the arrival of the species in a new region, their settlement in the region and their spread. Therefore, for sustainable and effective control, integrated pest management (IPM) strategies must be implemented, including early warning systems, quarantine measures, biological and biotechnical methods, and selective pesticides. This study provides information about the main invasive insect species distributed in our country, reveals the effects of these species on agricultural production and natural ecosystems, and evaluates the current control methods applied to combat these pests.
Keywords: Invasive, insect species, control, strategies

GİRİŞ

Küresel ısınmanın etkileri ve dünya nüfusundaki artışla birlikte ülkeler arası ticaret ve ulaşım faaliyetleri özellikle son yıllarda önemli ölçüde hız kazanmıştır. Tarımsal ürünlerin uluslararası taşınımı ile insan kaynaklı göç hareketleri, bitkisel ürün zararlıları açısından yabancı türlerin farklı coğrafyalara yayılmasını kolaylaştırmıştır. Tarihsel süreçte insan göçleri yoluyla sınırlı ölçekte gerçekleşen egzotik tür taşınımı, günümüzde yoğun ticaret hacmi ve artan yolcu hareketliliği nedeniyle çok daha geniş ve karmaşık bir boyut kazanmıştır (Lowe vd., 2000; Oskay vd., 2014). Bu küresel hareketlilik sonucunda "yabancı tür", "egzotik tür" veya "istilacı tür" olarak tanımlanan zararlı böcek türleri birçok ülkede ciddi sorunlara yol açmış ve günümüzde de etkilerini sürdürmeye devam etmektedir (Bacon vd., 2012). Yayılım gösterdikleri bölgeye sonradan giren, yerel türlerle rekabete girerek ekosistem dengesini bozan ve biyolojik çeşitliliği tehdit eden bu organizmalar literatürde "istilacı türler" olarak tanımlanmaktadır (Shrestha, 2019). İstilacı yabancı böcek türleri; yüksek üreme potansiyelleri, hızlı gelişim ve etkin yayılma yeteneklerinin yanı sıra farklı çevresel koşullara karşı geniş tolerans aralıklarına sahip olmaları ve çok sayıda bitki türüyle beslenebilmeleri sayesinde yeni ekosistemlerde kolaylıkla yerleşebilmekte ve popülasyonlarını kısa sürede artırabilmektedir (Yıldız, 2017; Arslangündoğdu ve Hızal, 2019). Ülkemizde son yıllarda öne çıkan istilacı türler arasında *Anoplophora chinensis* (Forster, 1771) (Turunçgil uzun antenli böceği), *Halyomorpha halys* Carl Stål, 1885 (Kahverengi kokarca böceği), *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Kanadı noktalı sirke sineği), *Orientus ishidae* (Matsumura, 1902) *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Domates güvesi), *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Çam kozalak emici böceği), *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier, 1790) (Kırmızı palmiye böceği) ve *Xylosandrus compactus* (Eichhoff, 1875) önemli ekonomik zarara neden türlerden bazılarıdır.

Bu çalışma, ülkemizde yayılış gösteren başlıca istilacı böcek türleri hakkında bilgi vererek, bu türlerin tarımsal üretim ve doğal ekosistemler üzerindeki etkilerini ortaya koymak ve söz konusu zararlılarla mücadelede uygulanan mevcut kontrol yöntemlerini değerlendirmektedir.

ÜLKEMİZDE YAYILIŞ GÖSTEREN ÖNEMLİ İSTİLACI BÖCEK TÜRLERİ VE MÜCADELE STRATEJİLERİ

1. *Anoplophora chinensis* (Forster, 1771) (Turunçgil Uzun Antenli Böceği) Coleoptera: Cerambycidae)

Cerambycidae (teke böcekleri) familyasına özgü tipik bir morfolojik görünüme sahip olup, ergin bireylerin vücut uzunluğu 20–40 mm arasında değişmektedir. *Anoplophora chinensis*, konukçu olduğu bitki türlerinde ağır zararlara yol açabilen ve yoğun bulaşıklık koşullarında ağaçların ölümüne neden olabilen önemli bir zararlıdır. Dişiler genellikle gövdenin toprak seviyesine yakın kısımlarında veya açıkta kalan kök bölgelerinde kabuk üzerinde T şeklinde yarıklar oluşturarak her bir yarığa tek bir yumurta bırakmaktadır (Şekil 1). Bırakılan yumurta sayısı, ağacın yaşı ve büyüklüğüne bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Yumurtadan çıkan larvalar ilk olarak kambiyum tabakasıyla beslenmekte, daha sonra odun dokusu içerisine

ilerleyerek gelişimlerini burada tamamlamaktadır. Bu süreç, ağaçların odun kalitesinde ciddi bozulmalara neden olmaktadır. Ergin bireyler ise ince dallar ve kabuklarla beslenerek zarar oluşturmaktadır. Türün uçma delikleri yaklaşık 1–2 cm çapındadır (Anonim, 2014). *A. chinensis*, ağırlıklı olarak yapraklı ağaç türlerini tercih eden bir böcek olup, doğal yayılış alanlarında özellikle *Citrus* cinsine ait bitkilerde (turunç, limon, mandalina vb.) önemli düzeyde zarara neden olmaktadır. Bunun yanı sıra türün konukçu spektrumu oldukça geniş olup; *Acer* spp., *Aesculus hippocastanum, Cornus* spp., *Corylus* spp., *Cotoneaster* spp., *Crataegus* spp., *Fagus* spp., *Ficus* spp., *Hibiscus* spp., *Lagerstroemia* spp., *Mallotus* spp., *Malus* spp., *Platanus* spp., *Populus* spp., *Prunus* spp., *Pyrus* spp., *Salix* spp., *Rosa* spp. ve *Ulmus* spp. gibi çok sayıda bitki cinsinde de zarar oluşturduğu bildirilmektedir (Anonim, 2025).

Ülkemiz koşullarında yılda bir döl veren *A. chinensis*'in erginleri haziran ayı ortasından ağustos ayı ortalarına kadar görülmektedir. Konukçu ağaçların yaprak ve dallarıyla beslenen ergin bireyler, temmuz ayı başından ağustos ortasına kadar yumurtalarını köklere yakın kabuk altına tek tek bırakmaktadır. Yumurtalardan çıkan larvalar temmuz ayı ortasından itibaren aktif hâle gelmekte ve gelişimlerini takip eden yılın mayıs ayına kadar sürdürmektedir. Larval gelişimin tamamlanmasının ardından, bireyler mayıs ayından temmuz ayı ortasına kadar pupa dönemini geçirmekte ve bu dönemin sonunda ergin hâle dönüşmektedir (Hızal ve Arslangündoğdu, 2017; Wang vd., 1996).



Şekil 1. *Anoplophora chinensis* (Forster, 1771) ergini ve zararı (Anonim, 2025a; Tuncer vd., 2020)

Türkiye'ye ithal edilmesi planlanan canlı bitkilerin temin edildiği üretim alanlarında *A. chinensis*'in varlığı ve zarar durumu önceden mutlaka tespit edilmelidir. Bu zararlının bulaşık olduğu bilinen alanlardan bitki temininden kaçınılmalı; aynı şekilde ağaç materyali ve tomruk ithalatına izin verilmemelidir. Mücadele kapsamında ergin bireylerin yakalanarak imha edilmesi, zararın yoğun olarak görüldüğü ağaçların ise kesilerek alandan uzaklaştırılması gerekmektedir. Ayrıca, ergin bireylerin saptandığı ağaçların çevresinde bulunan potansiyel konukçu bitkiler ayrıntılı şekilde incelenmeli ve bulaşık olabileceğinden şüphe edilen bitkiler ortamdan uzaklaştırılmalıdır (Hızal vd., 2015).

2. *Halyomorpha halys* Carl Stål, 1885 (Kahverengi Kokarca Böceği) (Hemiptera: Pentatomidae)

Halyomorpha halys Carl Stål (Hemiptera: Pentatomidae), yaygın olarak "kahverengi kokarca" olarak bilinen ve 300'den fazla konukçu bitki türüyle beslenebilen, bu özelliğiyle dünya genelinde önemli bir istilacı zararlı olarak kabul edilen bir böcek türüdür (Bergmann vd., 2016; Kriticos vd., 2017). *Halyomorpha halys*, özellikle bitkilerin generatif organları (meyve veya ürün) üzerinde sokucu-emici ağız yapısıyla beslenerek verim ve kalite açısından ciddi kayıplara yol açmaktadır. Zararlının hem ergin hem de nimf dönemleri bu beslenme şekliyle ürünlerde belirgin kalite bozulmalarına neden olmakta; oluşan zararlar sonucunda ürünlerin pazarlanabilirliği önemli ölçüde azalmaktadır (Rice vd., 2014) (Şekil 2).

Ülkemizde *H. halys*, yoğun yayılış gösterdiği bölgelerde başta fındık olmak üzere; kivi, mısır, narenciye, fasulye, armut, biber, böğürtlen, domates, elma, frenk üzümü, süs bitkileri, şeftali,

yaban mersini ve çeşitli yabancı ot türleri üzerinde beslenerek önemli zararlar oluşturmaktadır (Ak vd., 2019; Göktürk ve Tozlu, 2019; Özdemir ve Tunçer, 2021; Ak vd., 2023; Özdemir vd., 2023). *Halyomorpha halys*'in orijin bölgesinde tespit edilen en önemli doğal düşmanlarından biri, yumurta parazitoiti *Trissolcus japonicus* (Ashmead) (Hymenoptera: Scelionidae)'tur (Yang vd., 2009; Rice vd., 2014). Bunun yanı sıra Türkiye'de zararlıya karşı etkili olduğu belirlenen yerli doğal düşmanlar arasında yumurta parazitoitleri *Anastatus bifasciatus* (Geoffroy) (Hymenoptera: Eupelmidae) (Altanlar vd., 2023) ve *Telenomus turesis* Walker (Hymenoptera: Platygastridae) ile ergin parazitoiti *Cylindromyia bicolor* (Olivier) (Diptera: Tachinidae) yer almaktadır (Göktürk vd., 2023).



Şekil 2. *Halyomorpha halys* Carl Stål, 1885 (Kahverengi Kokarca Böceği) (Anonim, 2022).

Mücadelede bir diğer yaklaşım olarak, entomopatojen bakterilerden Bac*illus cereus, Bacillus thuringiensis* subsp. kurstaki, *Bacillus atrophaeus, Bacillus sphaericus, Pantoea agglomerans, Pseudomonas fluorescens, Vibrio hollisae* ve entomopatojen funguslardan *Beauveria bassiana* ile yapılan kontrollü koşullardaki denemelerde, zararlıda %75–100 arasında değişen ölüm oranlarının elde edildiği bildirilmiştir (Tozlu vd., 2019; Özdemir vd., 2022). Kısa vadede biyoteknik mücadele kapsamında ise ışık ve feromon tuzaklarının birlikte kullanımının *H. halys* popülasyonunu azaltmada etkili olduğu, özellikle funnel tipi tuzakların başarılı sonuçlar verdiği ortaya konulmuştur (Göktürk, 2020; Altanlar ve Tunçer, 2023). Bu zararlının popülasyonu tuzaklarla takip edilmeli, gerektiği durumlarda baskı altına alınabilmesi amacıyla kısa vadede kimyasal mücadelesi yapılmalıdır.

3. *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Kanadı Noktalı Sirke Sineği) (Diptera: Drosophilidae)

İstilacı bir tür olan *Drosophila suzukii*'nin, dünya genelinde farklı coğrafi bölgelere yayılımı kısa sürede ve hızlı bir şekilde gerçekleşmiştir. Avrupa ve Akdeniz Bitki Koruma Örgütü'nün (EPPO) A2 listesinde yer alan *D. suzukii*, ülkemizde de karantinaya tabi tutulan istilacı zararlı türler arasında bulunmaktadır. Zararlının Türkiye'deki varlığı ilk kez 2014 yılında Erzurum ilinde çilek meyvesinde tespit edilmiş olup, bu durum Orhan vd. (2016) ile Tozlu vd. (2016) tarafından rapor edilmiştir. İstilacı ve hızlı yayılım gösteren bir tür olan *D. suzukii*, diğer *Drosophila* türlerinden farklı olarak, ağaç üzerinde bulunan olgunlaşmış ve sağlıklı meyvelerin yanı sıra yere düşmüş ve çürümekte olan meyvelerde de beslenmektedir (Şekil 3). Dişi bireyler, testere şeklindeki ovipozitörleri aracılığıyla hasat öncesi olgunlaşmış meyvelerin içine yumurta bırakmaktadır (Önder vd., 2016). Zararı esas olarak larva döneminde ortaya çıkmakta; larvaların meyve dokusu içerisinde beslenmesi sonucu meyvelerde yumuşama ve çürüme belirtileri hızla artmaktadır. Bir meyvede birden fazla larvanın bulunabilmesi, zarar şiddetini artırmakta ve bunu takiben sekonder fungal ve bakteriyel enfeksiyonların gelişmesine yol açmaktadır (Cini vd., 2012). Ayrıca *D. suzukii*'nin bulaşık meyveler aracılığıyla pasif olarak yılda yaklaşık 1400 km'ye kadar yayılma potansiyeline sahip olduğu bildirilmekte olup, uzak

mesafelere taşınmasının temel olarak bulaşık meyveler yoluyla gerçekleştiği belirtilmektedir (Calabria vd., 2010). *D. suzukii*, kiraz, yaban mersini, böğürtlen, dut, ahududu, çilek ve bazı şaraplık üzüm çeşitlerinin yanı sıra süs bitkisi türlerine ait; olgunlaşmış, yumuşak ve ince kabuklu meyvelerde yumurtlamayı tercih etmektedir (Loriatti vd., 2015; Yu vd., 2013). Elma, kızılcık, portakal, şeftali ve nar gibi kalın ve sert kabuklu yüzeylere sahip meyvelerde *D. suzukii*'nin yumurtlaması genellikle mümkün olmamakla birlikte, bu meyvelerin hasar görmesi, çürümesi veya aşırı olgunlaşması durumunda zararlının bu dokular üzerinde gelişimini tamamlayabildiği bildirilmektedir (Wang, 2016).



Şekil 3. *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Kanadı Noktalı Sirke Sineği) (Toševski vd., 2014)

Zararlı popülasyonlarının yıldan yıla farklı yoğunluklar gösterebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle izleme faaliyetlerinin sürdürülebilirliği açısından, tespit ve mücadele amacıyla sirke tuzaklarının kullanımının bölge üreticilerinin mücadele programlarına dâhil edilmesi önerilmektedir. Zararlı ile bulaşık ürünlerin ithali durumunda, yapılan kontroller sırasında her zaman tespit edilememesi olasılığı bulunmaktadır (Cini vd., 2012;Yaman vd., 2024). İthal edilen ürünlerin paketlendiği tesislerin yakın çevresinde yer alan üretim alanları, söz konusu zararlının ani popülasyon artışı ve çıkış yapması açısından önemli bir risk oluşturmaktadır. Karantina etmeni niteliği taşıyan bu zararlının tespit edilmesi halinde, yetkili mercilere, özellikle T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı'na derhal bildirimde bulunulması gerekmektedir.

4. *Orientus ishidae* (Matsumura, 1902) (Hemiptera: Cicadellidae)

Orientus ishidae çok belirgin desenlere ve renklere sahip bir yaprak piresi türüdür; boyu 4,3–6,5 mm arasında olmaktadır (Şekil 4). (NCBP, 2023). *O. ishidae*, bitki özsuyu ile beslenen bir tür olup, vasküler dokuyu delerek floem özsuyunu emmektedir (Klejdysz vd., 2017). Bu beslenme şekli sonucunda yapraklarda sararma, nekroz ve taç gelişiminde bodurlaşma gibi belirgin yaprak hasarı semptomları ortaya çıkmaktadır (Dalmasso vd., 2023). *O. ishidae* polifag bir böcek türü olup, ilk olarak *Malus* sp. (elma) üzerinde tespit edilmiş olmasına rağmen, yayılış alanı içerisinde çok sayıda yapraklı ağaç, çalı ve otsu bitkide varlığı belirlenmiştir. Türün konukçuları arasında *Quercus* spp., *Betula* spp., *Salix* spp., *Corylus* spp., *Ostrya carpinifolia, Carpinus betulus, Crataegus* spp., *Alnus glutinosa, Fraxinus* spp., *Tilia* spp., *Ulmus* spp., *Robinia* sp., *Juglans* spp., *Populus* spp., *Acer* spp., *Fagus* spp., *Prunus* spp. ve *Buxus sempervirens* yer almaktadır. Ayrıca *Hedera helix, Urtica dioica, Rosa canina, Rubus fruticosus, Vitis vinifera, Cornus sanguinea, Chelidonium majus, Viburnum tinus* ve *Berberis*

spp. gibi çeşitli çalı ve otsu bitkilerde de bulunabildiği bildirilmektedir (Dalmaso vd., 2023; Lopez Diez, 2019; Parise, 2017).



Şekil 4. *Orientus ishidae* (Matsumura, 1902) (Cvrkovic vd., 2021)

Dalmasso vd. (2023) *O. ishidae*'nin tüm yaşam döngüsünü elma ağaçları üzerinde tamamlayabildiğini, beslenme faaliyetleri yoluyla doğrudan yaprak hasarına neden olduğunu ve Elma Çoklu Sürgün Fitoplazma (EÇSF) hastalığı ile ilişkili fitoplazmayı taşıdığını bildirmiştir. Bu bulgular doğrultusunda, türün Türkiye'deki yayılışının izlenmesinin büyük önem taşıdığı değerlendirilmektedir. Ayrıca Parise (2017) tarafından, *Icius* cinsine ait bazı predatör örümceklerin, *Charletonia cardinalis* ve *Erythraeus jowitae* gibi dış parazit akarların ile *Anteon fulviventris* gibi parazitoit arıların *O. ishidae* popülasyonlarının kontrolünde etkili doğal düşmanlar olduğu rapor edilmiştir.

5. *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Domates Güvesi) (Lepidoptera: Gelechiidae)

Domates güvesi, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), Türkiye'ye 2009 yılında girmiş olup bu zararlı EPPO' nun A1 karantina zararlıları listesinde yer almaktadır. Larvalar, kök dokusu dışında bitkinin tüm aksamlarıyla beslenebilmektedir. Domates bitkisinde fide döneminden itibaren yaprak, gövde, sürgün, tomurcuk, çiçek ve meyvelerde beslenerek önemli düzeyde zarara yol açarlar (Şekil 5). Beslenme sırasında yaprak dokusunu kemirirler ve çoğunlukla epidermis tabakası sağlam kalır. Yapraklarda oluşturulan galeriler düzensiz bir yapı sergiler. Beslenmenin ilerlemesiyle birlikte bu galeriler genişleyerek birleşir, büyük ve yarı saydam boşluklar meydana gelir ve söz konusu dokular zamanla kurur. Galeriler içerisinde biriken siyah renkli larva dışkıları karakteristik bir görünüm oluşturur. Yaprak dokusunda meydana gelen bu tahribat, bitkinin fotosentetik kapasitesini azaltarak dolaylı olarak verim düşüşüne neden olur. Larvaların gövdede beslenmesi durumunda ise iletim demetleri zarar görmekte, bu da bitkinin büyüme ve gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca larvalar, özel tükürük bezlerinden salgıladıkları ipeksi yapı sayesinde bitki üzerinde hareket ederek yeni sürgünlere yayılabilmektedir. Larvalar çiçeklerde de beslenmekle birlikte, ekonomik açıdan en önemli zarar meyvelerde ortaya çıkmaktadır. Genellikle meyveye kaliksin alt kısmından girerek galeriler açarlar. Bulaşık meyveler çoğunlukla erken dönemde dökülmekte ve çürümektedir. Larvalar tarafından açılan galeriler, meyve çürümesine neden olan ikincil patojenlerin girişine olanak sağlamaktadır (EPPO, 2005). Larva beslenmesine bağlı olarak meyvelerde şekil bozuklukları meydana gelmekte; bu durum meyve kalitesinde azalma, verim kayıpları ve ürünün ticari değerini yitirmesiyle sonuçlanmaktadır. *T. absoluta*'nın başlıca konukçularını Solanaceae familyasına ait bitkiler oluşturmakta olup, ana konukçu bitki domatestir. Bununla birlikte, Fabaceae familyasına ait bazı bitki türleri de konukçu listesinde yer almaktadır. Ayrıca çeşitli yabancı otlar ve süs bitkileri de zararlının konukçu spektrumu içerisinde bulunmaktadır. (Öztemiz, 2012; Doğan ve Gözüaçık, 2024).



Şekil 5. *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Domates güvesi) ergini (Anonim, 2025b) ve yaprakta zararı (Anonim, 2025c)

Biyolojik mücadele stratejilerinin planlanmasında, zararlının ekonomik zarar eşiğinin belirlenmesi büyük önem taşımakta olup, biyolojik mücadelenin maliyeti ile sağlayacağı faydalar arasındaki dengenin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir. (Doğan ve Gözüaçık, 2024). Bu kapsamda, parazitoit (*Trichogramma* spp.) ve predatör (*Nesidiocoris tenuis* ve *Macrolophus pygmaeus*) salımlarının yanı sıra *Bacillus thuringiensis* içeren preparatların kullanımı da biyolojik mücadele seçenekleri arasında değerlendirilebilir. Bu bağlamda, öncelikle örtüaltı sebze yetiştiriciliğinde sera yapılarının uygun hâle getirilmesi büyük önem taşımaktadır. Çift kapı sistemi ve tül kullanımı gibi fiziksel önlemlerin uygulanması, bulaşık bitkilerin ortamdan uzaklaştırılması, konukçusu olmayan bitkilerle münavebe yapılması ve dayanıklı çeşitlerin tercih edilmesi başlıca kültürel mücadele yöntemleri arasında yer almaktadır. Zararlının popülasyon düzeyinin izlenmesi amacıyla feromon tuzaklarından yararlanılmalı; popülasyon yoğunluğuna bağlı olarak kitlesel yakalama esasına dayalı biyoteknik mücadele uygulamalarına başvurulmalıdır. Ancak, kültürel, biyoteknik ve biyolojik mücadele yöntemlerinin birlikte uygulanmasına rağmen zararlı popülasyonunda artışın devam etmesi durumunda, entegre zararlı yönetimi ilkeleri çerçevesinde son seçenek olarak kimyasal mücadeleye başvurulmalıdır (Öztemiz, 2012).

6. *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Çam Kozalak Emici Böceği) (Hemiptera: Coreidae)

Çam kozalak emici böceği *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Hemiptera: Coreidae), anavatanı Kuzey Amerika olan ve ibreli orman ağaçlarının tohum ile kozalaklarında beslenerek önemli zararlara neden olan istilacı bir böcek türüdür. Tür, Avrupa kıtasında ilk kez 1999 yılında İtalya'da kaydedilmiş; Türkiye'deki ilk kaydı ise 2009 yılında Edirne ilinde gerçekleştirilmiştir. Zararlı, yaklaşık on yıllık kısa bir süre içerisinde ülkemizin büyük bir bölümüne yayılım göstermiştir (İpekdal vd., 2019). Erginlerin vücutları uzun yapıda ve kırmızımtırak kahverenginde olup abdomende turuncu siyah bantlar bulunmaktadır (Şekil 6).

Önemli bir tohum ve kozalak zararlısı olan *L. occidentalis*, genç kozalaklarda protein ve yağ bakımından zengin tohumlardan bitki özsuyunu emerek beslenmekte ve bu durum boş tohum oluşumuna yol açmaktadır. Beslenme sonucu genç kozalaklar olgunlaşma sürecini tamamlamadan dökülmektedir (Strong, 2006; Pimpao vd., 2017). Türün nimf ve ergin bireylerinin kozalak üzerinde beslenmesi sırasında hortumlarını batırdıkları noktalarda reçine sızıntılarının oluştuğu gözlemlenmektedir (Özek ve Avcı, 2017).



Şekil 6. *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Çam kozalak emici böceği) (Lugo vd., 2023)

Oğuzoğlu ve Avcı (2020), ülkemizde ilk kez türün parazitoitleri olarak *Anastatus bifasciatus* (Geoffroy, 1785) (Hymenoptera: Eupelmidae) ve *Ooencyrtus telenomicida* (Vassiliev) (Hymenoptera: Encyrtidae) belirlenmiştir. İklim değişikliğiyle birlikte türün yayılış alanının genişlemesi ve popülasyon yoğunluğunun artması durumunda, zararlı ile mücadele giderek daha güç hâle gelebilecektir. Türün beslenme davranışı, yüksek hareket kabiliyeti, uzun mesafelere uçabilme yeteneği ve feromon temelli yöntemlerin sınırlı etkinliği gibi özellikleri dikkate alındığında, biyolojik mücadelenin en uygun ve sürdürülebilir mücadele yöntemi olarak öne çıktığı değerlendirilmektedir.

7. *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier, 1790) (Kırmızı Palmiye Böceği) (Coleoptera: Curcunionidae)

Yetişkin böcekler kırmızımsı kahverengidir, yaklaşık 35 mm uzunluğunda ve 10 mm genişliğindedir. Tür, Türkiye'de ilk kez 2005 yılında Karut ve Kazak (2005) tarafından Mersin ilinde hurma ağaçları (*Phoenix dactylifera* L.) üzerinde saptanmıştır. Günümüzde ise Türkiye'nin Akdeniz ve Ege bölgelerinin büyük bir bölümünde yetiştirilen hurma ağaçlarında yaygın bir dağılım gösterdiği bildirilmektedir (Atakan vd., 2009; Karut ve Kazak, 2005; Atakan vd., 2012). Günümüzde tür, dünyanın birçok bölgesinde yayılış göstermekte olup başta hurma olmak üzere Palmaceae familyasına ait bazı bitki türlerinde önemli zararlara neden olmaktadır (Anonim, 2023). Palmiye kırmızıböceği, bitki dokuları içerisinde gelişerek zarar oluşturan bir zararlı türdür (Anonim, 2017). Dişi bireyler, gövde veya yaprak saplarında meydana gelen yaralanmaları ya da diğer böcekler tarafından açılmış hasarlı alanları tercih ederek bu bölgelere yaklaşık 300 adet yumurta bırakabilmektedir. Yumurtalardan çıkan larvalar ile pupalar, gelişimlerini tamamen bitki dokusu içinde tamamlamakta; ergin bireyler ise gelişim sürecinin ardından bitkiyi terk ederek yeni konukçu bitkilere yönelmektedir. Özellikle yaprakların kesim bölgelerinde oluşan yaralanmalar, yeni bulaşmalar için önemli giriş noktaları oluşturduğundan, zararlının yönetiminde budama uygulamalarının doğru zamanda ve uygun şekilde yapılması büyük önem taşımaktadır (Şekil 7) (Tercan, 2017).



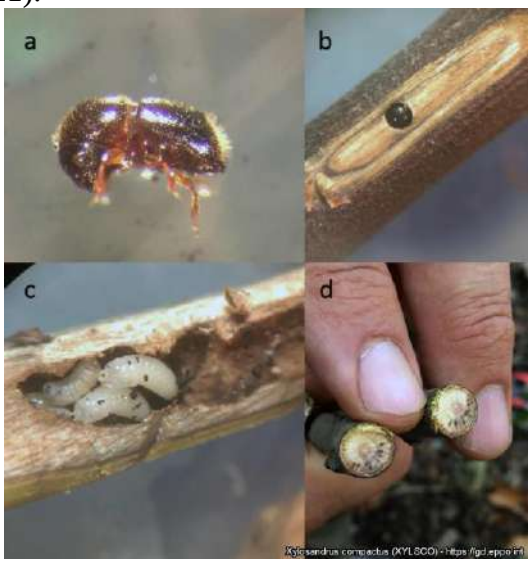
Şekil 7. *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier, 1790) (Kırmızı Palmiye Böceği), (Anonim, 2025ç)

Bu kapsamda, budamaların böcek uçuşunun yoğun olduğu sıcak aylarda ve sık aralıklarla gerçekleştirilmemesi; yaprak saplarının gövdeye birleştiği noktadan düzgün bir şekilde kesilmesi, budak bırakılmaması ve budama artıklarının ortamdan uzaklaştırılarak imha edilmesi gerekmektedir. Ayrıca, ağaç diplerinde oluşan sürgünlerin temizlenmesi de bulaşma riskini azaltan önlemler arasında yer almaktadır (Tercan, 2017). Bahçe sahipleri, site yönetimleri veya belediyelerin ilgili birimleri tarafından gerçekleştirilen budama işlemlerinin, bitki gelişimi ve yapraklanmanın en yoğun olduğu Mayıs–Eylül ayları arasında yılda en az 2–3 kez tekrarlanarak yapılması, zararlının yayılışını artırmaktadır. Budama sonrasında bitkilerden çevreye yayılan uçucu bileşiklerin palmiye kırmızıböceği erginleri tarafından algılanabildiği; bu bireylerin bazen kilometrelerce uzaklıktan söz konusu bitkilere yönelerek yeni bulaşmalara neden olabildiği bildirilmektedir (Tercan, 2017). Palmiye kırmızıböceği'nin; böcekler, nematodlar, bakteriler, funguslar ve virüslerden oluşan çeşitli doğal düşmanlarının varlığı bilinmekle birlikte, zararlının ergin öncesi gelişme dönemlerini bitki dokusu içerisinde sürdürmesi nedeniyle bu doğal düşmanların etkinliği çoğunlukla sınırlı kalmakta ya da düşük düzeyde gerçekleşmektedir. Bu durum, biyolojik mücadelenin başarı oranını önemli ölçüde azaltmaktadır. Zararlının popülasyonunun izlenmesi, etkisinin azaltılması ve ergin bireylerin yakalanması amacıyla feromon tuzaklarından yararlanılmaktadır. Özellikle kentsel peyzaj düzenlemelerinde önemli yer tutan palmiye türlerinin korunması açısından, yukarıda belirtilen önlemlerin uygulanması sorunu kısa vadede tamamen ortadan kaldırmasa da, böceğin yayılma hızını yavaşlatacak ve daha kapsamlı ve etkili mücadele stratejilerinin geniş ölçekte uygulanabilmesine olanak sağlayacaktır (Tercan, 2017).

8. *Xylosandrus compactus* (Eichhoff, 1875) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae)

Xylosandrus compactus, mantar dokusu ile birlikte odunsu bitkilerin ksilem dokusunu besin kaynağı olarak kullanan ksilomisetofag kabuk böcekleri arasında yer almakta olup, büyük ölçüde polifag özellik gösteren primer fitofag bir türdür. Bu özelliği nedeniyle, yeni giriş yaptığı alanlarda önemli bitki sağlığı sorunlarına yol açabilmektedir (Şekil 8) (Pennacchio vd., 2012). Dünyada 77 familyaya ait 340 kadar bitki türünde zarar yaptığı bilinmektedir (Hızal vd., 2023). Avrupa'da yayılış gösterdiği alanlarda çok sayıda konukçusu belirlenmiştir. Bunlar *Acer* spp., *Alnus* spp., *Arbutus unedo* L., *Azalea* spp., *Camelia* spp., *Castanea sativa* Mill., *Celtis australis* L., *Ceratonia siliqua* L., *Cercis siliquastrum* L., *Citrus medica f. aurantifolia* (Christm.), *C. limon* (L.), *Cornus sanguinea* Thunb., *Coryllus avellana, Eucalyptus* spp., *Evonymus* spp., *Fagus* spp., *Ficus* spp. *Fraxinus ornus* L., *Hibiscus* spp., *Gardenia* spp., *Laurus nobilis* L., *Liquidambar styraciflua* L., *Liriodendron tulipifera* L., *Magnolia* spp., *Morus alba* L., *Olea europea* L., *Phillyrea* spp., *Pistacia lentiscus* L. *Pittosporum* spp., *Platanus* spp., *Prunus laurocerasus* L., *Punica granatum* L., *Quercus ilex, Q. robur* Asso, *Rhamnus* sp., *Ostrya* spp, *Rhododendron* spp., *Ruscus aculeatus,* L., *Tilia* spp., *Ulmus* spp., *Viburnum tinus* L. ve *Vitis*

spp.'dır (Garonna vd., 2012; Vannini vd., 2017; Spanou vd., 2019; Leza vd., 2020; Faccoli, 2021; Riba-Flinch vd., 2021).



Şekil 8. *Xylosandrus compactus* (Eichhoff, 1875) (EPPO, 2025)

Konukçu bitki çeşitliliğindeki artış, türün yayılışının yakından izlenmesi gerekliliğini ortaya koymakta; özellikle ekonomik açıdan önemli bitki türleri açısından *X. compactus*'un endişe verici bir zararlı olarak ele alınması gerektiğini göstermektedir. Bu bağlamda, odunsu bitkilerin yurt içindeki taşınımı sırasında, özellikle ince dalların böcek giriş delikleri yönünden dikkatle kontrol edilmesi büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, *X. compactus*'un varlığının saptandığı alanlarda, kışlama döneminde giriş delikleri bulunan dalların budanarak ortamdan uzaklaştırılması ve imha edilmesi, zararlının yayılışını sınırlandırmaya yönelik etkili bir önlem olarak değerlendirilmektedir (Acer vd., 2023).

SONUÇ VE ÖNERİLER

İstilacı yabancı organizmalar arasında yer alan böcekler, özellikle süs bitkileri ve odun ham maddesi ticareti yoluyla bulundukları alanların dışına kolaylıkla taşınabilmektedir. Bu durum, söz konusu türlerin yeni ekosistemlere girişini ve hızlı bir şekilde yayılmasını kolaylaştırmaktadır. Bitki ürünlerinin korunması ile bitki zararlılarının giriş ve yayılışının önlenmesine yönelik uluslararası çabalar, 19. yüzyılda Avrupa'da başlamış; bitkilere doğrudan veya dolaylı olarak zarar veren organizmaların ele alınması ve bu zararlıların kontrol altına alınmasını amaçlayan Uluslararası Bitki Koruma Anlaşması (International Plant Protection Convention, IPPC) bu çerçevede yürürlüğe girmiştir. Türkiye'de ise yabancı türlerle mücadeleye yönelik düzenlemeler, 2007 yılında hazırlanan Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı Taslağı kapsamında ele alınmış ve bu doğrultuda çeşitli önlemler tanımlanmıştır. Mevzuatta, doğaya yabancı türlerin salınmasının yasaklandığı açıkça belirtilmiş; zararlı nitelik taşıyan yabancı türlere ilişkin çeşitli hüküm ve düzenlemelere yer verilmiştir (Uzun ve Tezcan, 2017). Ulusal ve uluslararası mevzuat hükümlerinin istisnasız uygulanmaları önemli olmaktadır. İstilacı türlerin yerel fauna unsurları üzerindeki yıkıcı etkilerinin önlenmesi ve tarımsal alanlarda meydana gelebilecek ekonomik kayıpların engellenebilmesi için, öncelikle izolasyon mekanizmalarının etkin ve sürdürülebilir biçimde işletilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda, hayvan ve bitki ticaretinin sıkı bir şekilde denetlenmesi, ithal ürünlerle birlikte ülkeye giriş yapabilecek canlı organizmaların kontrol altına alınması büyük önem taşımaktadır. Alınan tüm önlemlere rağmen Türkiye'de yayılış gösteren yabancı türlerin popülasyon yoğunluklarının kontrol altında tutulması, biyolojik mücadele yöntemlerine yönelik araştırmaların artırılması, bu türlerin biyolojilerinin ayrıntılı olarak ortaya konulması ve potansiyel zararlarının belirlenmesi kritik öneme sahiptir. Bu

bağlamda, istilacı ve yayılmacı yabancı türlerin neden olabileceği muhtemel zararların ortaya konulabilmesi amacıyla risk tahminine dayalı modelleme çalışmalarının yürütülmesi gerekmektedir. Bu modeller aracılığıyla, istilacı türlerin ekosistemler üzerinde oluşturabileceği tahribatın boyutu hesaplanabilecek; aynı zamanda bu türlerin önlenmesi ve kontrol altında tutulmasına yönelik uygulamaların maliyetleri belirlenerek kapsamlı bir fayda–maliyet (kâr–zarar) analizi yapılabilecektir (Esipenko ve Podvarko, 2020).

KAYNAKLAR

Acer, S., Hızal, E., Altunışık, S. (2023). İstilacı egzotik böcek türü *Xylosandrus compactus* (Eichhoff)'un İstanbul-Türkiye'deki konukçu bitki türleri. *Turkish Journal of Forestry*, *24*(2), 56-60.

Ak, K., Uluca, M., Aydın, Ö., Göktürk, T. (2019). Important invasive species and its pest status in Turkey: *Halyomorpha halys* (Stål)(Heteroptera: Pentatomidae). *Journal of Plant Diseases and Protection*, 126(5):401-408.

Ak, K., Uluca, M., Tunçer, C. (2023). Distribution and population density of *Halyomorpha halys* (Stål, 1855)(Hemiptera: Pentatomidae) in Black Sea Region of Türkiye. *Turkish Journal of Zoology*, 47(2):120-129.

Altanlar, E., Tuncer, C. (2023). Kahverengi Kokarca [*Halyomorpha halys* (Stål, 1855)(Hemiptera: Pentatomidae)]'ya Karşı Mücadelede Kullanılan Feromon ve Tuzak Tiplerinin Etkinliğinin Belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, *38*(3), 473-492.

Altanlar, E., Kılıç, M., Altaş, K., Talamas, E., Tunçer, C. (2023). First Record of Native Egg Parasitoid, *Anastatus bifasciatus*, on *Halyomorpha halys* (Stål, 1855)(Hemiptera: Pentatomidae) Eggs in Türkiye. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 26(3):545-551.

Anonim, (2014). http://www.cabi.org/isc/datasheet/5556 (Erişim tarihi: 15.06. 2014).

Anonim, (2017). *Rhynchophorus ferrugineus*, (photo) iberia-natur. http://bit.ly/2xoD5mX.

Anonim, (2022). https://trabzon.tarimorman.gov.tr/Haber/679/Kahverengi-Kokarca-Bocegine *Halyomorpha-Halys*-_-Karsi-Mucadele-Donemi (Erişim tarihi:10.12.2025):

Anonim, (2025). PM 9/16 (1) *Anoplophora chinensis*: procedures for offical control. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 43(3): 518-526.

Anonim, (2025a). https://neobiota.lu/*anoplophora-chinensis*/ (Erişim tarihi:18.12.2025).

Anonim, (2025b). https://www.fidedeposu.com/blog/icerik/*tuta-absoluta-domates-guvesi*-mucadelesi?srsltid= (Erişim tarihi:10.12.2025).

Anonim, (2025c). https://www.koppert.com.tr/bitki-zararlilari/tirtillar/domates-guevesi/ (Erişim tarihi:10.12.2025).

Anonim, (2025ç). https://www.ilgrilloelamargherita.com/prodotto-efficace-contro/punteruolo-rosso-delle-palme-*rhynchophorus-ferrugineus*-/ (Erişim tarihi:10.12.2025).

Anonim,(2023).CABIDigitalLibrary,https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.47472 (Erişim tarihi: 02.09.2023).

Arslangündoğdu, Z., Hızal, E. (2019). *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) mistakenly reported in Turkey. *Florida Entomologist*. 102(1):287-289. https://doi.org/10.1653/024.102.0157.

Atakan, E., Çobanoğlu, S., Yüksel, O., Bal, DA. (2009). Kırmızı palmiyeböceği (*Rhynchophorus ferrugineus* (Oliver, 1790) (Coleoptera:Curculionidae)) üzerinde foretik uropodid akarlar (Acarina: Uropodidae). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 33(2):93-105.

Atakan, E., Yüksel, O., Soroker, V. (2012). Current status of the red palm weevil in Canary Island date palms in Adana. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 2(1):11-22.

Bacon, S. J., Bacher, S., & Aebi, A. (2012). Gaps in border controls are related to quarantine alien insect invasions in Europe. *PLoS One*, *7*(10), e47689.

Bergmann, E. J., Venugopal, P. D., Martinson, H. M., Raupp, M. J., Shrewsbury, P. M. (2016) Host plant use by the invasive *Halyomorpha halys* (Stål) on woody ornamental trees and shrubs. *PloS one*, 11(2):e0149975.
Calabria, G., Máca, J., Bächli, G., Serra, L., Pascual, M. (2010). First records of the potential pest species *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in Europe. *Journal of Applied Entomology (in press)* DOI: 10.1111/j.1439- 0418.2010.01583.
Cini, A., Loriatti, C., Anfora, G. (2012). A review of the invasion of *Drosophila suzukii* in Europe and a draft research agenda for integrated pest management. *Bull. Insectol*. 65: 149-160.
Cvrković, T., Jovic, J., Jakovljević, M., Krstić, O., Marinković, S., Mitrović, M., & Toševski, I. (2021). The "code red" for Balkan vineyards: occurrence of *Orientus ishidae* (Matsumura, 1902)(Hemiptera: Cicadellidae) in Serbia. *BioInvasions Records*, *10*(3), 544-554.
Dalmaso, G., Ioriatti, C., Gualandri, V., Zapponi, L., Mazzoni, V., Mori, N. & Baldessari, M. (2023). *Orientus ishidae* (Hemiptera: Cicadellidae): Biology, direct damage and preliminary studies on apple prolifer ation infection in apple orchard. *Insects*, 14(3), 246. https://doi.org/ 10.3390/insects14030246.
Doğan, D., Gözüaçık, C. (2024). Domates güvesi, *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)'ya genel bir bakış. In İ. Alaserhat & M. Duman (Eds.), *Entomolojik mücadele* (s. 38–65). Paradigma Yayınları.
EPPO, (2005). EPPO Datasheets on Quarantine Pests: *Tuta absoluta*. EPPO Bulletin 35:434-435.http://www.eppo.org, (Erişim tarihi: 18.12. 2009).
EPPO, (2025). https://gd.eppo.int/taxon/XYLSCO/photos (Erişim tarihi: 09.12.2025)
Esipenko, L., Podvarko, A. (2020). Invasive species of the order Hemiptera in agrocenoses of Southern Russia. E3S Web of Conferences 175, 09012. Pages 5. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017509012.
Faccoli, M. (2021). *Xylosandrus compactus*, un nuovo parassita forestale invade l'Italia. *Forest-Rivista Di Selvicoltura Ed Ecologia Forestale*, 18: 8–14.
Garonna, A.P., Dole, S.A., Saracino, A., Mazzoleni, S., Cristinzio, G. (2012). First record of the black twig borer *Xylosandrus compactus* (Eichhoff) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) from Europe. *Zootaxa*, 3251: 64–68.
Göktürk, T. (2020). *Halyomorpha halys* (Stål) mücadelesinde ışık ve feromon tuzaklarının etkinliliklerinin araştırılması. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 21(2):270-275.
Göktürk, T., Burjanadze, M., Tozlu, G. (2023). First record of *Cylindromyia bicolor* (Diptera: Tachinidae) as an adult parasitoid of *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae) in the world. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 24(1):249-253.
Göktürk, T., Tozlu, G. (2019.) Türkiye İçin Önemli Bir Tarımsal Zararlı: İstilaci Tür *Halyomorpha halys*. *International Black Sea Coastline Countries Symposium*. s. 283-297.
Hızal, E., Acer, S., Altunışık, S. (2023). First record of the invasive alien species *Xylosandrus compactus* (Eichhoff) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in Turkey. *BioInvasions Records*, 12(1): 93-102.
Hızal, E., Arslangündoğdu, Z., Göç, A., Ak, M. (2015). Türkiye istilacı yabancı böcek faunasına yeni bir kayıt *Anoplophora chinensis* (Forster, 1771)(Coleoptera: Cerambycidae). *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 65(1), 7-10.
Hızal, E., Arslangundogdu, Z. (2017). Biological observations for invasive and exotic insect species *Anoplophora chinensis* (Forster, 1771. J *Fac Forest Istanbul Univ*, 67(2): 227-234.
İpekdal, K., Oğuzoğlu, Ş., Oskay, F., Aksu, Y., Doğmuş Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A.T., Can, T., Aday Kaya, A.G., Özçankaya, M., Avcı, M. (2019). Western Conifer Seed Bug *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (1910) (Hemiptera: Coreidae) Current Situation in the World and Turkey. *Turkish General Directorate of Forestry, Ankara, Turkey.*

Karut, K., Kazak, C. (2005). Akdeniz bölgesi'nde yeni bir hurma ağacı (*Phoenyx dactylifera* L.) zararlısı: *Rynchophorus ferrugineus* (Olivier, 1790) (Coleoptera: Curculionidae). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 29(4):295-300.
Klejdysz, T., Zwolińska, A., Walczak, M. & Kobiałka, M. (2017). The first record of a potential pest *Orientus ishidae* (Matsumura, 1902) (Hemiptera: Cicadellidae) in Poland. *Journal of Plant Protection Research*, 57(2), 107–112. https://doi.org/10.1515/jppr20170014.
Kriticos, D. J., Kean, J. M., Phillips, C. B., Senay, S. D., Acosta, H., Haye, T. (2017). The potential global distribution of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, a critical threat to plant biosecurity. *Journal of Pest Science*, 90:1033-1043.
Leza, M., Nuñez, L., Riba, J.M., Comparini, C., Roca, Á., Gallego, D. (2020). First record of the Black Twig Borer, *Xylosandrus compactus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in Spain. *Zootaxa*, 4767: 345–350.
Lopez, Diez, J. J. (2019). Reproductive strategy of the leafhopper *Orientus ishidae* Matsumura (Hemiptera: Cicadellidae) (Master's thesis). *University of Ljubljana, Biotechnical Faculty*, Department for Agronomy.
Loriatti, C., Walton, V., Dalton, D., Anfora, G., Grassi, A, Maistri, S., Mazzoni, V. (2015). *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) and its potential impact to wine grapes during harvest in two cool wine grape production regions. *J Econ Entomol* 108: 1148–1155.
Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S., & De Poorter, M. (2000). 100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database (Vol. 12). Auckland*: Invasive Species Specialist Group.*
Lugo, D., Suárez, D., Martín, S., Afonso, Ó. M., Martín, A., & Ruiz, C. (2023). First record of *Leptoglossusoccidentalis* Heidemann, 1910 (Hemiptera, Coreidae) in the Canary Islands, a novel pine pest detected through citizen science in an oceanic archipelago. *Biodiversity Data Journal*, 11, e109851.
NCBP, (2023). Hoppers of North Carolina: Spittlebugs, leafhoppers, tree hoppers, and planthoppers – *Orientus ishidae*. https://auth1.dpr. ncparks.gov/bugs/view_1.php?id=13208 (Erişim tarihi: 24.06.2025).
Oğuzoğlu, Ş., & Avcı, M. (2020). Türkiye'de *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Hemiptera: Coreidae) üzerine biyolojik gözlemler, parazitoitleri ve yayılışına katkılar. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 7(1), 9-21.
Orhan, A., Aslantaş, R., Önder, BŞ., Tozlu, G. (2016). First record of the invasive vinegar fly *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae) from eastern Turkey. *Turkish J Zool* 40:290–293.
Oskay, F., Lehtijärvi, A., Doğmuş-Lehtijärvi, H. T., & Aday Kaya, A. G. (2014). Değişen dünya'da orman patojenleri; yabancı istilacı türler ve ülkemiz ormancılığı üzerindeki tehditler. *Türkiye II. Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu*, Antalya, 475-479.
Önder, S., Ufuk, U., Orhan, R., Tozlu, G., Aslantaş, B. (2016). Anadolu'da yeni bir meyve zararlısı olan *Drosophila suzukii*'nin kolanizasyon senaryosu, 36. 23. *Ulusal Biyoloji Kongresi* (5-9 Eylül 2016, Gaziantep, Türkiye), 472 pp.
Özdemir, İ. O., Karakaya, O., Ates, U., Ozturk, B., Uluca, M., Tunçer, C. (2023). Characterization of hazelnut kernel responses to brown marmorated stink bug [*Halyomorpha halys* Stål (Hemiptera: Pentatomidae)] infestations: Changes in bioactive compounds and fatty acid composition. *Journal of Food Composition and Analysis*, 124:105696.
Özdemir, İ. O., Tunçer, C. (2021). Türkiye'de Yeni Bir İstilacı Polifag Zararlı, Kahverengi Kokarca [*Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Hemiptera: Pentatomidae)]: Tanımı, Benzer Türler ve Mevcut Durum. *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 4(2):58-67.
Özdemir, İ. O., Yildirim, E., Uluca, M., Tunçer, C. (2022). Efficacy of Native *Beauveria bassiana* and *B. pseudobassiana* Isolates Against Invasive Brown Marmorated Stink Bug,

Halyomorpha halys (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae). *Black Sea Journal of Agriculture*, 5(3):227-233.
Özek, T., Avcı, M. (2017). Isparta Orman Bölge Müdürlüğü göknar, çam ve sedir ormanlarında tespit edilen kozalak zararlıları. *Turkish Journal of Forestry*, 18(3): 178-186.
Öztemiz, S. (2012). Domates güvesi [(*Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae)] ve Biyolojik Mücadelesi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, *15*(4), 47-57.
Parise, G. (2017). Notes on the biology of *Orientus ishidae* (Matsumura, 1902) in Piedmont (Italy) (Hemiptera: Cicadellidae: Deltocephali nae). *Cicadina*, 16, 19–28.
Pennacchio, F., Santini, L., Francardi, V. (2012). Bioecological notes on *Xylosandrus compactus* (Eichhoff) (Coleoptera Curculionidae Scolytinae), a species recently recorded into Italy. *Redia*, 95: 67–77.
Pimpao, M., Valdiviesso, T., Trindade, C.S., Naves, P., Sousa, E. (2017). *Leptoglossus occidentalis* damages on stone pine female reproductive structures. In: CarrasquinhoI. (ed.), Correia A.C. (ed.), Mutke S. (ed.). Mediterranean pine nuts from forests and plantations. *Zaragoza: Cıheam*, 2017, 85-89.
Riba-Flinch, J.M., Leza, M., Gallego, D. (2021). First records of *Xylosandrus compactus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in the Iberian Peninsula: An expanding alien species? *Zootaxa*, 4970: 161–170.
Rice, K. B., Bergh, C. J., Bergmann, E. J., Biddinger, D. J., Dieckhoff, C., Dively, G., Fraser, H., Gariepy, T., Hamilton, G., Haye, T., Herbert, A., Hoelmer, K., Hooks, C. R., Jones, A., Krawczyk, G., Kuhar, T., Martinson, H., Mitchell, W., Nielsen, A. L., Pfeiffer, D. G., Raupp, M. J., Rodriguez-Saona, C., Shearer, P., Shrewsbury, P., Venugopal, P. D., Whalen, J., Wiman, N. G., Leskey, T. C., Tooker, J. F. (2014) Biology, ecology, and management of brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Integrated Pest Management*, 5(3):A1-A13.
Shrestha, S. (2019). Effects of climate change in agricultural insect pest. Acta Sci. Agric., 3, 74–80.
Spanou, K., Marathianou, M., Gouma, M., Dimou, D., Nikoletos, L., Milonas, P.G., Papachristos, D.P. (2019). First record of Black Twig Borer *Xylosandrus compactus* (Coleoptera: Curculionidae) in Greece. *18th Panhellenic Entomological Congress*, *15-18 October, Komotini*, Greece, pp. 77.
Strong, W. B. (2006). Seasonal changes in seed reduction in lodgepole pine cones caused by feeding of *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera: Coreidae). The Canadian Entomologist, 138(6), 888-896.
Tezcan, S. (2017). Palmiye Kırmızıböceği: Türkiye'de Hızla Yayılan Bir Tehlike. Apelasyon, Eylül 2017 / Sayı: 46 / 13: 1-5.
Toševski, I., Milenković, S., Krstić, O., Kosovac, A., Jakovljević, M., Mitrović, M., ... & Jović, J. (2014). *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931)(Siptera: Srosophilidae): A new invasive pest in Serbia. *Zaštita bilja*, *65*(3), 99-104.
Tozlu, E., Saruhan, I., Tozlu, G., Kotan, R., Dadaşoğlu, F., Tekiner, N. (2019). Potentials of some entomopathogens against the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Hemiptera: Pentatomidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 29(1):1-8.
Tozlu, G., Aslantaş, R., Önder, BŞ., Orhan, A. (2016). Türkiye için önemli bir meyve zararlısı: istilacı tür *Drosophila suzukii*, 260. *Uluslararası Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi*, 5-8 Eylül, Konya, Türkiye, 938 pp.
Tuncer, C., Özdemir, İ. O., & Kushiyev, R. (2020). Türkiye Fındık Bahçelerinde Yeni Zararlı Türler: *Xylosandrus Germanus* Blandford (Col.: Curculıonıdae: Scolytınae). Black Sea Journal Of Agriculture, 3(1), 74-81.
Uzun, A., Tezcan, S. (2017). Yayılmacı yabancı böcek türleri ve önemi. *Baun Fen Bil. Enst. Dergisi*, 19(2):1-12. https://doi.org/10.25092/baunfbed.340560.

Vannini, A., Contarini, M., Faccoli, M., Valle, M.D., Rodriguez, C.M., Mazzetto, T., Guarneri, D.,Vettraino, A.M., Speranza, S. (2017). First report of the ambrosia beetle *Xylosandrus compactus* and associated fungi in the Mediterranean maquis in Italy, and new host-pest associations. *EPPO Bulletin*, 47: 100–103.
Wang, Q., Chen, LY., Zeng, WY., Li, JS. (1996). Reproductive behaviour of *Anoplophora chinensis* (Forster) (Coleoptera: Cerambycidae: Lamiinae), a serious pest of citrus. *The Entomologist*, 115: 40-49.
Wang, XG., Kacar, G., Biondi, A., Daane, KM. (2016). Foraging efficiency and outcomes of two pupal parasitoids attacking spotted wing *drosophil*a. *Biol Control* 96: 64– 71.
Yaman, B., Butar, S., & Sevinç, M. S. (2024). *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931)(Diptera: Drosophilidae)'nin Isparta ilinin Bazı İlçelerinde Tespitine Yönelik Gözlemler. *Meyve Bilimi*, 11(2), 86-90.
Yang, Z. Q., Yao, Y. X., Qiu, L. F., Li, Z. X. (2009). A new species of *Trissolcus* (Hymenoptera: Scelionidae) parasitizing eggs of *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae) in China with comments on its biology. *Annals of the Entomological Society of America*, 102(1):39-47.
Yıldız, Y. (2017). *Anoplophora chınensis* (Forster, 1771) (Coleoptera:Cerambycidae) Reported at New Location in Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*. 15(4):111-116. https://doi.org/10.15666/aeer/1504_111116.
Yu, D., Zalom, FG., Hamby, KA. (2013). Host status and fruit odorresponse of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) to figs and mulberries. *J Econ Entomol*. 106: 1932–1937.

ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN HAYAT MEMNUNİYETİ VE KAMU SOSYAL REFAH HİZMETLERİNE ERİŞİM ALGISI

Zeynep GÜNGÖR
Bayburt University, Faculty of Humanities and Public, Department of Sociology, 69000 Bayburt
ORCID: 0000-0002-8626-2575
Abdurrahman KESKİN
Bayburt University, Faculty of Humanities and Public, Department of Sociology, 69000 Bayburt
ORCID: 0000-0003-1547-0358

ÖZET
Gençler, bir ülkenin geleceğini şekillendiren ve toplumun sosyal, kültürel ve ekonomik yapısını geleceğe taşıyan en değerli sosyal sermayelerden biridir. Bu temel insan kaynağının topluma sağlıklı biçimde katkı sağlayabilmesi, büyük ölçüde onların hayattan duydukları memnuniyete bağlıdır. Bireyin yaşadığı hayatı bir bütün olarak ne kadar olumlu değerlendirdiğini ifade eden yaşam memnuniyeti, bu nedenle gençlik çalışmalarında merkezi bir öneme sahiptir. Üniversite öğrencilerinin yaşam memnuniyeti ve kamu hizmetlerine erişim düzeyi, yalnızca öznel iyi oluşları açısından değil, aynı zamanda toplumsal gelişme ve devamlılık açısından da kritik bir göstergedir. Bu çalışma, üniversite öğrencilerinin yaşam memnuniyeti düzeyleri ile sosyal refah hizmetlerine erişim arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Sosyal devletin sunduğu eğitim ve sağlık gibi kamusal hizmetlere erişilebilirlik, gelir dağılımındaki adalete yönelik algı ve kültürel sermayeye katılım kapasitesi gibi unsurlar çalışmada sosyal refah hizmetlerinin öğrenci nezdindeki etkinliğini ölçen temel göstergeler olarak ele alınmıştır. Bu araştırma, Bayburt Üniversitesi'nde öğrenim gören öğrencilerin hayat memnuniyet düzeylerini, ekonomik durum algılarını dinlenme, kültür ve din, eğitim, sağlık ve sosyal güvenlik hizmetlerine erişim algılarını incelemeyi amaçlamıştır. 2025-2026 eğitim-öğretim yılında gönüllülük esasıyla 270 öğrenciye uygulanan anketten 249 geçerli veri elde edilmiş ve veriler betimsel istatistikler ve uyum analizi ile değerlendirilmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgularda, öğrencilerin %45,3'ünün geçim sıkıntısı çektiği, %68,3'ünün ülkede gelir dağılımının adil olmadığını düşündüğü ve hayat memnuniyetinde en yüksek oranın kararsızım (%40,6) ve %27'sinin hayatından memnun olmadığı tespit edilmiştir. Uyum analizi sonuçlarına göre, sağlık hizmetlerine erişim, dinlenme, kültür ve din hizmetlerine erişim ve eğitim hizmetlerine erişim algıları ile hayat memnuniyeti düzeyi arasında anlamlı ve pozitif yönlü ilişki vardır.
Anahtar Kelimeler: Yaşam Memnuniyeti, Gençlik, Sosyal Refah Hizmetleri, Uyum Analizi

UNIVERSITY STUDENTS LIFE SATISFACTION AND PERCEPTION OF ACCESS TO PUBLIC SOCIAL WELFARE SERVICES

ABSTRACT
Young people are one of the most valuable social capitals that shape a country's future and carry the social, cultural, and economic structure of society into the future. The ability of this fundamental human resource to contribute to society in a healthy way largely depends on their life satisfaction. Life satisfaction, which expresses how positively an individual evaluates their life as a whole, is therefore of central importance in youth studies. The life satisfaction and access to public services of university students are critical indicators not only in terms of their subjective well-being but also in terms of social development and continuity. This study examines the relationship between the life satisfaction levels of university students and their access to social welfare services. Factors such as accessibility to public services provided by

the welfare state, such as education and health, perceptions of fairness in income distribution, and the capacity to participate in cultural capital are considered as key indicators measuring the effectiveness of social welfare services among students. This research aims to examine the life satisfaction levels, perceptions of economic situation, and perceptions of access to recreation, culture and religion, education, health and social security services of students studying at Bayburt University. A survey administered to 270 students on a voluntary basis during the 2025-2026 academic year yielded 249 valid data points, which were then analyzed using descriptive statistics and correspondence analysis. In the findings obtained from the study, it was determined that 45.3% of the students experience financial difficulties, 68.3% think that income distribution in the country is not fair, and that the highest proportion in life satisfaction is undecided (40.6%), while 27% are not satisfied with their lives. According to the results of the correspondence analysis, there is a significant and positive relationship between perceptions of access to health services, rest, access to cultural and religious services, and access to educational services, and the level of life satisfaction.
Keywords: Life Satisfaction, Youth, Social Welfare Services, Correspondence Analysis

1. GİRİŞ

Genç nüfus, bir toplumun geleceğini belirleyen en önemli toplumsal kaynaklardan biri olarak değerlendirilmektedir. Toplumların sürdürülebilirliğini sağlayabilmesi, sosyal, kültürel ve ekonomik yapının devamlılığını üstlenecek genç kuşakların varlığına bağlıdır. Doğru bir şekilde desteklenmeleri halinde, gençlerin eşsiz bir varlık olduğu; ayrıca ekonomik ve sosyal ilerlemenin motoru olarak hareket edebilecekleri düşünülmektedir. Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü (OECD) tarafından gençlerin refahı üzerine yürütülen araştırmada (Evidence-based Policy Making for Youth Well-being) gençlerin iyi oluşunu belirleyebilecek beş boyuta odaklanmaktadır. Bu boyutlar; istihdam, sivil katılım, eğitim ve beceriler, sağlık ve öznel iyi oluşun bazı unsurlarını içermektedir (OECD, 2017). Bu boyutlar, gençlerin bireysel yaşam kalitelerinin yanı sıra toplumsal yaşama ne ölçüde etkin biçimde katılabildiklerini de açıklamaya yardımcı olmaktadır.

Gençlerin yaşam doyumu ve psikolojik iyi oluş düzeyleri, toplumsal katılım ve üretkenliklerini doğrudan etkilemekte; bu durum toplumların sosyal ve ekonomik sürdürülebilirliği açısından kritik bir rol oynamaktadır. Gençlerin yaşamdan aldıkları doyum ve hayattan duydukları memnuniyet, onların psikolojik iyi oluşlarını, toplumsal sorumluluk alma isteğini belirlemektedir. Kendini değerli, güvende ve geleceğe dair umutlu hisseden gençler; eğitim, çalışma hayatı, kültürel faaliyetler ve sivil toplum gibi alanlarda daha aktif rol üstlenmektedir. Bu da toplumun sosyal dayanışmasını, kültürel aktarımını ve ekonomik gelişimini güçlendirmektedir. Buna karşılık, yaşam doyumu düşük olan gençler toplumsal dışlanma, işsizlik, suç, bağımlılık ve ruhsal sorunlar gibi risklerle daha fazla karşılaşabilir. Bu durum yalnızca bireysel değil, uzun vadede toplumsal refahı ve sürdürülebilirliği de tehdit edebilecek büyük bir sorundur. Dolayısıyla gençlerin yaşam doyumunun desteklenmesi; sağlıklı bireyler ile toplumun sürdürülebilir bir gelecek inşa etmesinin temel unsurlarından biridir.

Yaşam memnuniyeti, bireylerin yaşam koşullarına ilişkin öznel değerlendirmelerini yansıtan temel bir göstergedir ve özellikle gençler açısından eğitim, barınma, sağlık ve sosyal destek olanakları gibi kamusal hizmetlerle doğrudan bağlantılıdır. Üniversite öğrencileri, hem genç nüfusun önemli bir bölümünü oluşturmaları hem de eğitim sürecinde çok boyutlu sosyal ve ekonomik ihtiyaçlarla karşı karşıya kalmaları nedeniyle yaşam memnuniyeti araştırmaları açısından özel bir grup olarak öne çıkmaktadır. Bu bağlamda kamu sosyal refah hizmetlerine erişim; öğrencilerin yaşam koşullarını ve genel iyilik hâlini etkileyen önemli bir faktör olarak değerlendirilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, üniversite öğrencilerinin yaşam memnuniyeti ile kamu sosyal refah hizmetlerine erişim düzeyleri arasındaki ilişkiyi incelemektir. Araştırma bulgularının, gençlerin

refahını artırmaya yönelik sosyal politika uygulamalarının geliştirilmesine katkı sağlaması beklenmektedir.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Beklenti, seçenek ve imkanların arttığı ve her şeyin hızlandığı günümüz dünyasında yaşam memnuniyeti önemli bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır. Diener'in (1984) ortaya koyduğu öznel iyi oluş (subjective well-being) kuramı, yaşam memnuniyetini bireyin kendi yaşamını bilişsel olarak değerlendirmesi ve yaşadığı olumlu duyguların olumsuz duygulara oranı üzerinden tanımlamaktadır. Bu çerçevede yaşam memnuniyeti yalnızca duygusal iyi oluşun bir yansıması değil, aynı zamanda sosyal, ekonomik ve kültürel bağlamdan etkilenen bir değerlendirme sürecidir (Diener, Oishi, & Lucas, 2003).

Çok boyutlu bir olgu olan yaşam memnuniyeti literatürde genellikle "öznel iyi oluş", "öznel refah", "yaşam doyumu" gibi kavramlarla eş anlamlı olarak kullanılmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) yaşam memnuniyetini "mutluluk" ile eş anlamlı olarak ele almaktadır (TÜİK, 2024). Mutluluk da, bir bireyin hayatının genel kalitesini olumlu bir şekilde değerlendirme derecesi olarak tanımlanır. Bu, bireyin sürdürdüğü hayattan ne kadar memnun olduğu anlamına gelir ve bu nedenle "hayat tatmini" olarak da adlandırılmaktadır (Veenhoven, 1991).

Yaşam memnuniyeti, duygusal tepkiler ve hayat memnuniyetine dair genel yargılar da dahil olmak üzere, kişinin hayatını bilişsel ve duygusal olarak değerlendirmesi anlamına gelen öznel iyi oluşun (subjective well-being) geniş bir kategorisidir (Diener, Oishi, & Lucas, 2003; Veenhoven, 2004).

Sosyoloji literatüründe yaşam memnuniyeti, bireyin içinde bulunduğu toplumsal yapı ve bu yapının sunduğu imkânlarla ilişkili olarak ele alınmaktadır. Yaşam memnuniyeti, politika hedefleri için en uygun seçeneklerden biridir ve büyük öneme sahiptir çünkü insan ihtiyaçlarının ne ölçüde karşılandığını göstermektedir (Veenhoven, 2004).

İnsanların yaşam memnuniyetini değerlendirirken kullandıkları iki ana bilgi kaynağı vardır: genel olarak nasıl hissettikleri (hazcı düzey) ve hayata dair beklentilerinin ne kadar karşılandığına dair bilişsel algıları (memnuniyet) (Veenhoven, 1991). Bireylerin yaşam memnuniyeti, bu beklentilerin hangi ölçüde karşılandığı kadar, beklentilerin oluştuğu bireysel ve toplumsal koşulları içermektedir. Toplumsal koşullardaki değişikliklerin bireyin memnuniyetinin artması veya azalması yönünde etkisi bulunmaktadır. Daha iyi kültürel ve ekonomik yaşam koşullarının daha fazla ihtiyaç tatminine ve dolayısıyla mutluluğa yol açtığını öne süren görüşler de bulunmaktadır (Schyns, 1998). Bu görüş, mutluluğun yalnızca bireysel özelliklerden değil, içinde yaşanılan toplumsal ve ekonomik bağlamdan da güçlü biçimde etkilendiğini ortaya koymaktadır.

Bu bağlamda ekonomik koşullar ile mutluluk arasındaki ilişkinin incelenmesi önem kazanmıştır. Ekonomik büyüme ve insan yaşamının daha iyi bir hale getirilmesi üzerine araştırmasını yürüten Easterlin'e göre; ülkelerin mutluluk ve gelir düzeyleri arasında belirgin bir pozitif ilişki bulunmaktadır. Gelir düzeyi yüksek olan gruptakiler, düşük gelir grubundakilere göre daha mutludurlar (Easterlin, 1974). Özellikle çok düşük gelir seviyelerinde, gelirdeki ufak artışların bile yaşam memnuniyeti üzerinde önemli bir etkisi vardır (Diener, Oishi, & Lucas, 2003). Daha yüksek ekonomik refah ve daha fazla kültürel özgürlük, daha yüksek ortalama mutluluk düzeyleriyle birlikte seyretmektedir (Schyns, 1998).

Ekonomik koşulların yanı sıra ülkelerinin sunduğu yaşam koşullarının kalitesine bağlı olarak bireylerin iyi oluşları değişmektedir (Veenhoven & Ehrhardt, 1995). Sosyal refah hizmetlerine erişebilirlik, bireylerin her türlü temel ihtiyaçlarının karşılanması gibi hususlar yaşam memnuniyetini etkileyen temel unsurlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Gıda, barınma, sağlık ve sosyal temas gibi temel ihtiyaçların karşılanmasını sağlayan sosyal hizmetlere erişim, yaşam memnuniyeti için bir ön koşuldur (Veenhoven, 1991).

Bu çalışmada üniversite öğrencilerinin sosyal refah hizmetlerine erişim algısı, bu memnuniyetin belirleyici bileşenlerinden biri olarak ele alınmaktadır. Sosyal refah hizmetleri

arasında yer alan eğitim, sağlık, sosyal güvenlik, kültür ve rekreasyon faaliyetleri gibi temel bileşenlere erişim algısı ve bu algının yaşam memnuniyeti ile olan ilişkisi bu çalışmanın temel konusudur.

3. VERİ, YÖNTEM ve BULGULAR

3.1. Veri ve Yöntem

Üniversite öğrencilerinin yaşam kalitesi ve refah düzeyi hem bireysel gelişimleri hem de toplumsal kalkınma açısından oldukça önemlidir. Öğrencilerin ekonomik durumları, sosyal refah hizmetlerine erişim imkanları ve bu faktörlerin yaşam memnuniyetleri üzerindeki etkileri, sosyal politikaların şekillendirilmesinde önemli bir yere sahiptir. Bu bağlamda, mevcut araştırma Bayburt Üniversitesi öğrencilerinin yaşam memnuniyetleri ile sosyal refah hizmetlerine erişimleri hakkındaki düşünceleri arasındaki ilişkileri analiz etmeyi amaçlamaktadır. Araştırmanın evrenini, 2025-2026 eğitim-öğretim yılında Bayburt Üniversitesi'nde öğrenim gören 14.635 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemi, gönüllülük esasına dayalı olarak anketlere katılım gösteren 270 öğrenciden oluşmaktadır. Ancak, eksik veya hatalı doldurulduğu tespit edilen 21 anket veri setinden çıkarılmış ve analizler 249 geçerli anket üzerinden yürütülmüştür.

Araştırmada veri toplama aracı olarak anket tekniği kullanılmıştır. Veriler, Eylül-Aralık 2025 tarihleri arasında yüz yüze ve çevrimiçi (online) yöntemlerle toplanmıştır. Anket, iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm (demografik bilgi): Katılımcıların cinsiyet, yaş, medeni durum, sınıf düzeyi, fakülte/yüksekokul, kalınan yer ve ekonomik durum gibi kişisel bilgilerini toplamak amacıyla hazırlanmıştır. İkinci bölüm (görüş ve algı): Katılımcıların hayat memnuniyeti düzeyleri, gelir dağılımı adaleti algıları ve dinlenme, kültür ve din, eğitim, sağlık ve sosyal güvenlik ile hizmetlerine erişim düzeylerini ölçen ifadelerden oluşmaktadır.

Verilerin analizinde SPSS 25 paket programı kullanılmıştır. İlk aşamada frekans ve yüzde dağılımları gibi betimsel istatistikler hesaplanarak katılımcıların sosyo-demografik özellikleri ve görüşleri özetlenmiştir. İkinci aşamada ise değişkenler arasındaki ilişkilerin incelenmesi amacıyla uyum analizi uygulanmıştır. Uyum analizi, iki veya daha fazla kategorik değişken arasındaki birliktelik yapısını geometrik temelli bir yaklaşımla inceleyen bir istatistik yöntemidir. Yöntem, çapraz tablolardaki frekans dağılımlarını genellikle iki boyutlu bir uzayda noktalar halinde görselleştirerek kategoriler arasındaki benzerlik ve farklılıkları ortaya koyar ve yorumlamayı kolaylaştırır (Nenadic ve Greenacre, 2007). Uyum analizi hem istatistiksel anlamlılığı (ki-kare ve toplam inertia değerleri ile) hem de ilişkinin görsel yorumunu (serpilme diyagramları ile) aynı anda sağlayarak bulguların daha zengin ve karşılaştırılabilir biçimde sunulmasına imkân tanımaktadır.

3.2. Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde, veri toplama araçları ile elde edilen bulgular sunulmuştur. Anket verileri, Bayburt Üniversitesi öğrencilerinin sosyo-demografik özelliklerini, hayat memnuniyet düzeylerini ve hizmetlere erişim algılarını yansıtmaktadır. Katılımcıların genel profili ve görüşleri Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Katılımcıların Sosyo-Demografik Özellikleri, Hayat Memnuniyet düzeyi ve Hizmet erişim algıları

SORULAR	CEVAPLAR	n	%
Cinsiyetiniz	• Erkek	100	40,2
	• Kadın	149	59,8
Yaşınız	• 17-19	67	26,9
	• 20-22	133	53,4

	• 23-25	37	14,9
	• 26 ve üzeri	12	4,8
Medeni Durumunuz	• Bekar	246	98,8
	• Evli	3	1,2
Kaçıncı sınıftasınız?	• 1. Sınıf	104	41,8
	• 2. Sınıf	76	30,5
	• 3. Sınıf	30	12,0
	• 4. Sınıf	39	15,7
Okuduğunuz Fakülte/Meslek Yüksekokulu	• Adalet MYO	17	6,8
	• Aydıntepe MYO	15	6,0
	• Demirözü MYO	13	5,2
	• Eğitim Fakültesi	32	12,9
	• İlahiyat Fakültesi	26	10,4
	• İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi	29	11,6
	• Sağlık Bilimleri Fakültesi	22	8,8
	• Sağlık Hizmetleri MYO	29	11,6
	• Sosyal Bilimler MYO	14	5,6
	• Spor Bilimleri Fakültesi	17	6,8
	• Teknik Bilimler MYO	16	6,4
	• Uygulamalı Bilimler Fakültesi	19	7,6
Şu anda nerede kalıyorsunuz?	• Ailemin yanında	37	14,9
	• Yurtta	162	65,1
	• Apartta	24	9,6
	• Evde	26	10,4
Ekonomik durumunuzu belirtiniz	• Geçinemiyorum	83	33,3
	• Kesinlikle geçinemiyorum	30	12,0
	• Geçinebiliyorum	116	46,6

	• Rahatlıkla geçiniyorum	20	8,0
Hayatınızdan memnuniyet düzeyiniz nedir?	• Hiç Memnun Değilim	34	13,7
	• Memnun Değilim	33	13,3
	• Kararsızım	101	40,6
	• Memnunum	58	23,3
	• Kesinlikle Memnunum	23	9,2
Ülkemde gelir dağılımının adil olduğunu düşünüyorum.	• Katılıyorum	25	10,0
	• Kararsızım	54	21,7
	• Katılmıyorum	170	68,3
Eğitim hizmetlerine yeterli erişimi sağlayabiliyorum.	• Katılıyorum	89	35,7
	• Kararsızım	101	40,6
	• Katılmıyorum	59	23,7
Sağlık hizmetlerine yeterli erişimi sağlayabiliyorum.	• Katılıyorum	93	37,3
	• Kararsızım	94	37,8
	• Katılmıyorum	62	24,9
Sosyal güvenlik ve sosyal yardım hizmetlerine yeterli erişimi sağlayabiliyorum.	• Katılıyorum	131	52,6
	• Kararsızım	75	30,1
	• Katılmıyorum	43	17,3
Dinlenme, kültür ve din hizmetlerine yeterli erişimi sağlayabiliyorum.	• Katılıyorum	47	18,9
	• Kararsızım	92	36,9
	• Katılmıyorum	110	44,2

Katılımcıların demografik profiline bakıldığında, çoğunluğun %59,8 ile kadın ve %53,4 ile 20-22 yaş aralığında olduğu görülmektedir. Neredeyse tamamı bekar (%98,8) olan bu grubun büyük bir kısmı, %41,8'lik bir oranla üniversite eğitimlerinin birinci yılında bulunmaktadır. Konaklama yerinde ise %65,1 gibi büyük bir çoğunluk yurtta kalmaktadır. Katılımcılar çeşitli fakültelerden gelse de Eğitim Fakültesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi ve Sağlık Hizmetleri MYO en yoğun temsil edilen birimlerdir. Ekonomik durum ve genel memnuniyet düzeyleri incelendiğinde, katılımcıların yaklaşık yarısı (%46,6) geçinebildiğini belirtirken, geçinemediğini veya kesinlikle geçinemediğini ifade edenlerin toplam oranı %45,3 seviyesindedir. Sadece küçük bir kesim (%8,0) ekonomik olarak rahat olduğunu söylemiştir. Hayat memnuniyeti konusunda ise en büyük grup %40,6 ile kararsızlardan oluşmaktadır. Memnun olmadığını belirtenlerin toplamı (%27), memnun olduğunu söyleyenlerden (%32,5) biraz daha düşüktür. Ülkedeki gelir dağılımının adaleti konusunda ise net bir olumsuz görüş hakimdir. Öğrencilerin %68,3'ü dağılımın adil olmadığını düşünmektedir.

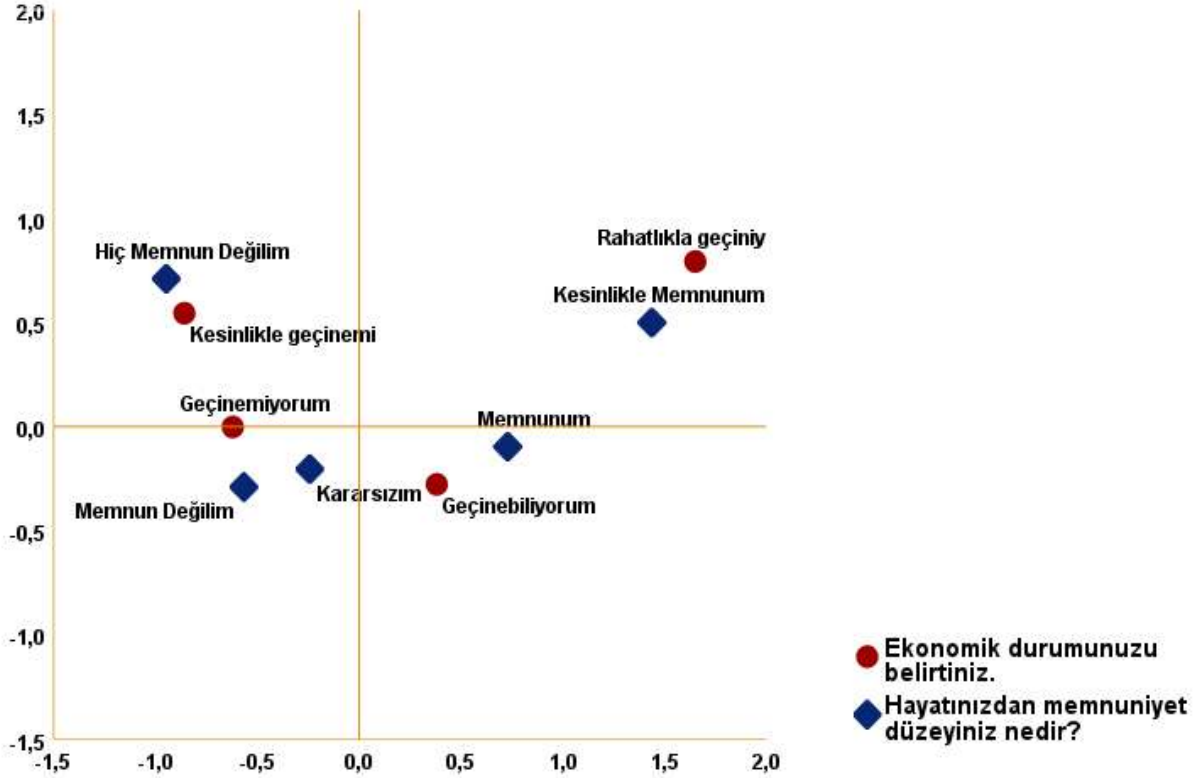
Sosyal refah hizmetlerine erişim konusunda ise farklı sonuçlar göze çarpmaktadır. Katılımcıların yarısından fazlasının (%52,6) sosyal güvenlik ve sosyal yardım hizmetlerine yeterli erişim sağladığını düşündüğü en olumlu alan olarak öne çıkmaktadır. Eğitim ve sağlık gibi temel hizmetlere erişimde ise belirgin bir kararsızlık hakimdir. En olumsuz değerlendirilen alan ise dinlenme, kültür ve din hizmetleridir. Öğrencilerin neredeyse yarısı (%44,2) bu hizmetlere yeterli erişim sağlayamadığını belirtmiştir.

3.2.1. Uyum (Correspondence) Analizi Bulguları

Tablo 2. Ekonomik Durum ile Hayat Memnuniyeti Arasındaki Uyum Analizi Sonuçları

Boyut	Tekil Değer	İnertia	Açıklama Payı	Açıklama Payı Kümülatif	χ^2	p
1	0,504	0,254	0,923	0,923	68,448	0,000
2	0,122	0,015	0,054	0,977		
3	0,080	0,006	0,023	1,000		
Toplam		0,275	1,000	1,000		

Tablo 2'deki ki-kare istatistiğine göre (X^2 = 68,448, p = 0,000 <= 0,05)) orijinal dağılım değerleri ile modele ait boyutlarla elde edilen dağılım birbiriyle uyumludur. Toplam inertia 0,275'tir ve bu değer, iki değişken arasında bir birliktelik olduğunu göstermektedir. Birinci boyut toplam inertianın %92,3'ünü tek başına açıklamaktadır. İlk iki boyut birlikte toplam inertianın %97,7'sini açıklamaktadır. Bu yüksek açıklama oranı, ekonomik durum ile hayat memnuniyet düzeyi arasında güçlü bir ilişki olduğunu göstermektedir. Aşağıda uyum analizi grafiği gösterilmiştir.



Şekil 1. Ekonomik Durum ve Hayattan Memnuniyet Düzeyi Serpilme Diyagramı

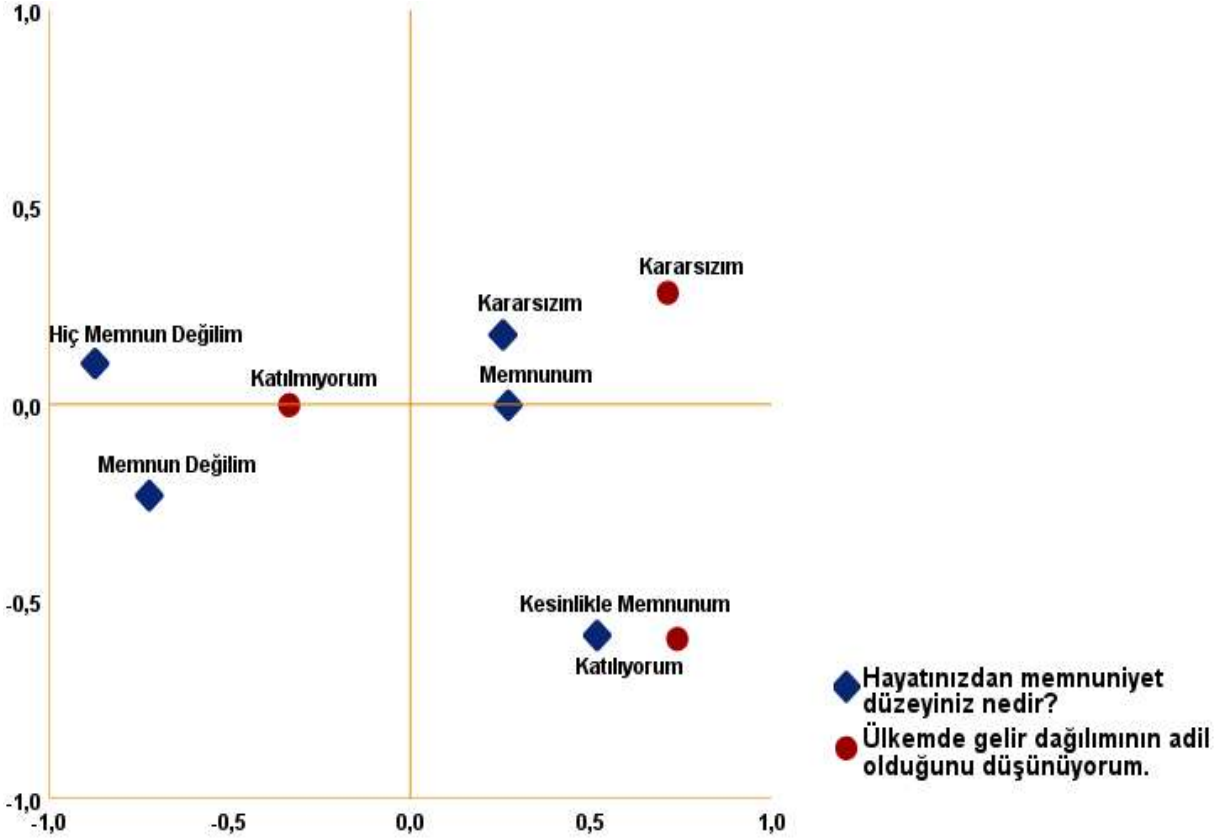
Şekil 1'e göre, öğrencilerin ekonomik durumu ile hayat memnuniyetleri arasında 4 anlamlı kümelenme görülmektedir. Kesinlikle geçinemeyenlerin hayatların hiç memnun olmadıkları söylenebilir. Hayatından memnuniyet noktasında kararsız ve memnun olmayanlar ise

geçinemediklerini ifade etmişlerdir. Son olarak ise rahatlıkla geçinenlerin hayattan memnuniyet düzeyi oldukça yüksek iken geçinebilenlerin hayatlarından memnun oldukları ifade edilebilir. Kısaca, negatif ekonomik algılar negatif memnuniyet ekseninde yoğunlaşırken, pozitif ekonomik algılar pozitif memnuniyet ekseninde yoğunlaşmaktadır. Bu durum öğrencilerin hayattan memnuniyet düzeyi ile geçim durumu arasındaki ilişkiyi açık bir şekilde göstermektedir.

Tablo 3. Gelir Dağılımı Adaleti Algısı ile Hayat Memnuniyeti Arasındaki Uyum Analizi Sonuçları

Boyut	Tekil Değer	İnertia	Açıklama Payı	Açıklama Payı Kümülatif	χ^2	p
1	0,242	0,058	0,954	0,954	15,260	0,054
2	0,053	0,003	0,046	1,000		
Toplam		0,061	1,000	1,000		

Tablo 3'deki ki-kare istatistiğine göre ($X^2 = 15,260$, $p = 0,054 \approx 0,05$) orijinal dağılım değerleri ile modele ait boyutlarla elde edilen dağılım birbiriyle uyumludur. Toplam inertia 0,061 gibi düşük bir değerdedir. Bu durum iki değişken arasındaki birliktelik gücünün zayıf olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Birinci boyut toplam inertianın %95,4'ünü tek başına açıklarken, ilk iki boyut birlikte inertianın %100'ünü karşılamaktadır. Bu sonuçlar hayat memnuniyet düzeyi ile gelir dağılımı adilliği algısı arasında istatistiksel olarak anlamlılık sınırında olduğunu işaret etmektedir.



Şekil 2. Gelir dağılımı adaleti düşüncesi ve Hayattan memnuniyet Düzeyi Serpilme Diyagramı

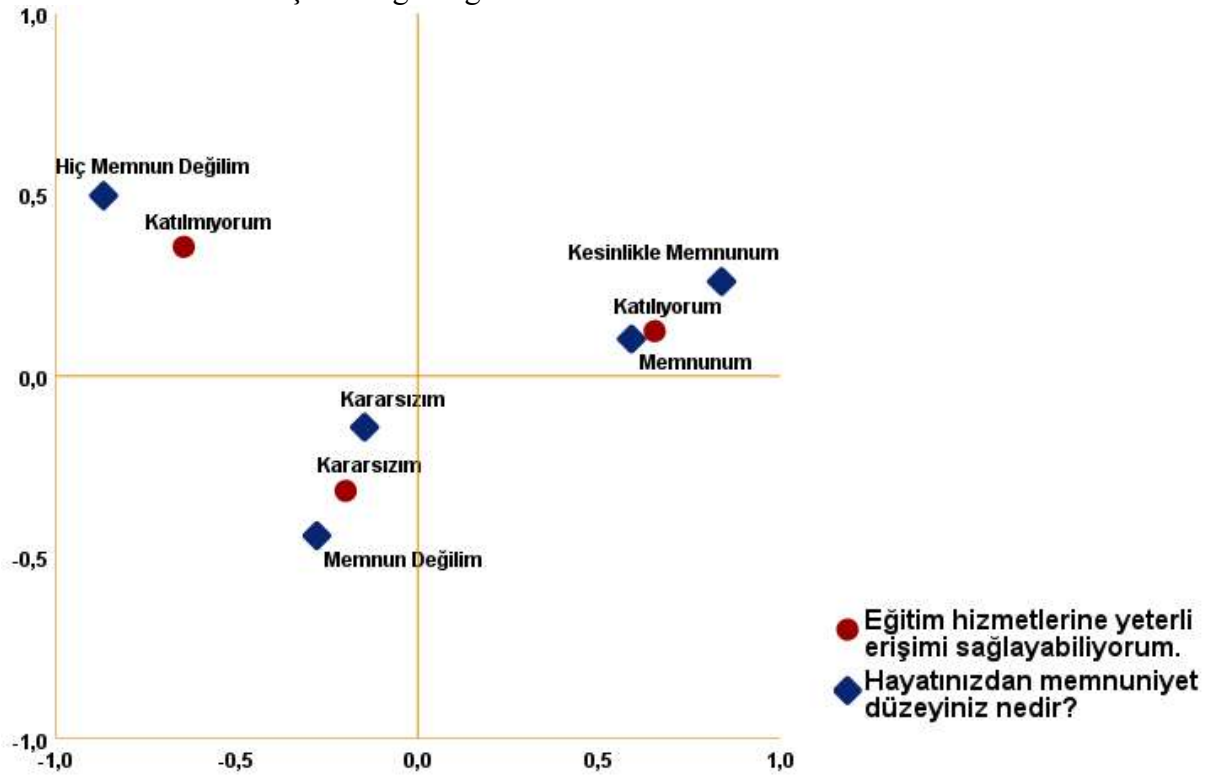
Şekil 2' ye bakıldığında hayattan memnuniyet düzeyi ile gelir dağılımının adaleti düşüncesi arasında 3 adet kümelenme görülmektedir. Ülkedeki gelir dağılımının adil olmadığını düşünenler hayatından hiç memnun olmayanlar ve memnun olmayanların olduğu ifade edilebilir. Gelir dağılımının adaleti hususunda kararsız olanlar ise hayatından memnun olanlar

ve hayatından memnuniyet noktasında kararsız olanlardır. Hayatından kesinlikle memnun olanların ise gelir dağılımının adil olarak dağıldığını düşündükleri ifade edilebilir.

Tablo 4. Eğitim Hizmetlerine Erişim Algısı ile Hayat Memnuniyeti Arasındaki Uyum Analizi Sonuçları

Boyut	Tekil Değer	İnertia	Açıklama Payı	Açıklama Payı Kümülatif	χ^2	p
1	0,268	0,072	0,925	0,925	19,343	0,013
2	0,076	0,006	0,075	1,000		
Toplam		0,078	1,000	1,000		

Tablo 4'deki ki-kare istatistiğine göre ($X^2 = 19,343$, $p = 0,013 <= 0,05$) orijinal dağılım değerleri ile modele ait boyutlarla elde edilen dağılım birbiriyle uyumludur. Toplam inertia 0,078'dir ve bu değer iki değişken arasında bir birliktelik bulunduğunu göstermektedir. Birinci boyut toplam inertianın %92,5'ini tek başına açıklarken, ilk iki boyut birlikte inertianın %100'ünü açıklamaktadır. Bu sonuç, hayat memnuniyet düzeyi ile eğitim hizmetlerine erişim algısı arasında anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir.



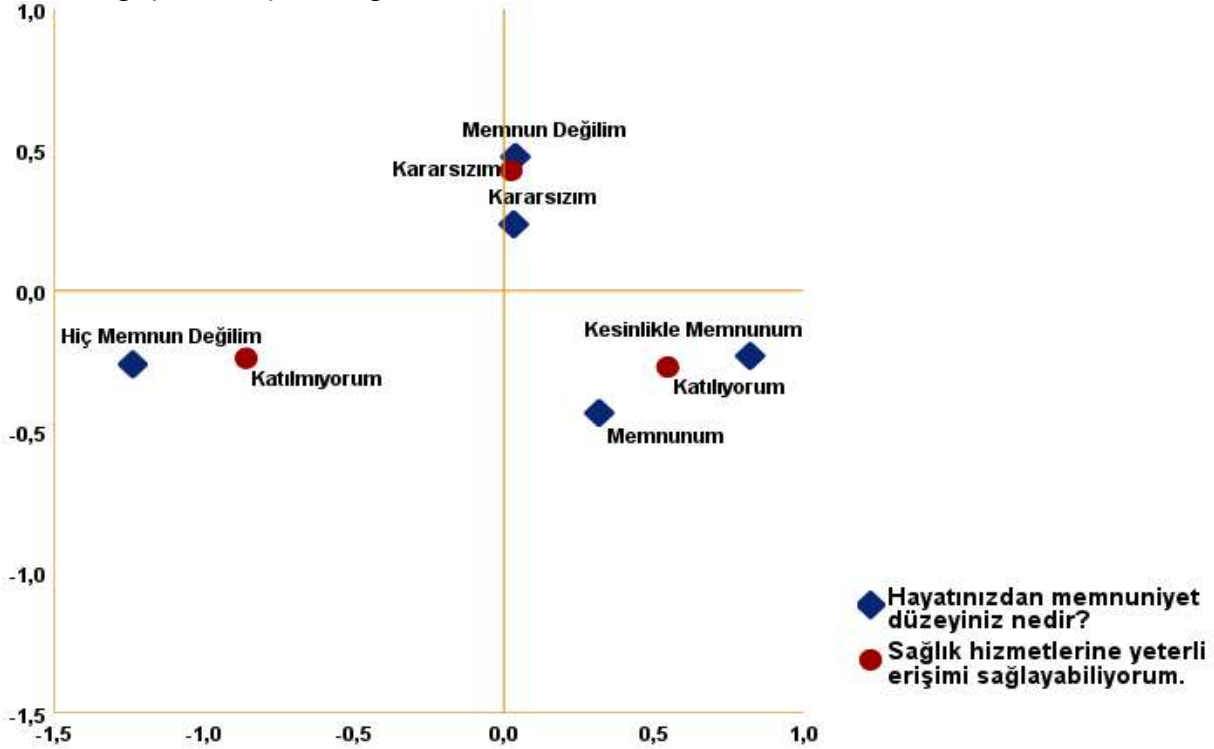
Şekil 3. Eğitim hizmetlerine erişim ve Hayattan memnuniyet Düzeyi Serpilme Diyagramı

Şekil 3'teki serpilme diyagramında hayat memnuniyet düzeyi ile eğitim hizmetlerine erişim arasında belirgin 3 kümelenme olduğu görülmektedir. Hayatından kesinlikle memnun ve memnun olduğunu söyleyenler eğitim hizmetlerine yeterli düzeyde erişim sağlayabildiklerini ifade etmişken hayatından hiç memnun olmayanlar eğitim hizmetlerine yeterli düzeyde erişimleri olmadığını ifade etmişlerdir. Hayatından memnuniyet düzeyi kararsız ve memnun olmayanların ise eğitim hizmetlerine yeterli düzeyde ulaşmada kararsız oldukları ifade edilebilir. Diğer bir ifadeyle hayatından memnun olanlar eğitim hizmetlerine ulaşabildikleri anlaşılmakta iken memnun olmayanların eğitim hizmetlerine yeterli erişimi olmadığı anlaşılmaktadır.

Tablo 5. Sağlık Hizmetlerine Erişim Algısı ile Hayat Memnuniyeti Arasındaki Uyum Analizi Sonuçları

Boyut	Tekil Değer	İnertia	Açıklama Payı	Açıklama Payı Kümülatif	χ^2	p
1	0,296	0,088	0,877	0,877	24,866	0,002
2	0,111	0,012	0,123	1,000		
Toplam		0,100	1,000	1,000		

Tablo 5'deki ki-kare istatistiğine göre ($X^2 = 24,866$, $p = 0,002 <= 0,05$) orijinal dağılım değerleri ile modele ait boyutlarla elde edilen dağılım birbiriyle uyumludur. Toplam inertia 0,10'dur ve bu değer iki değişken arasında bir birliktelik olduğunu ortaya koymaktadır. Birinci boyut toplam inertianın %87,7'sini tek başına açıklarken, ilk iki boyut birlikte inertianın %100'ünü açıklamaktadır. Bu sonuç, hayat memnuniyet düzeyi ile sağlık hizmetlerine erişim algısı arasında güçlü bir ilişki olduğunu belirtmektedir.



Şekil 4. Sağlık hizmetlerine erişim ve Hayat memnuniyet Düzeyi Serpilme Diyagramı

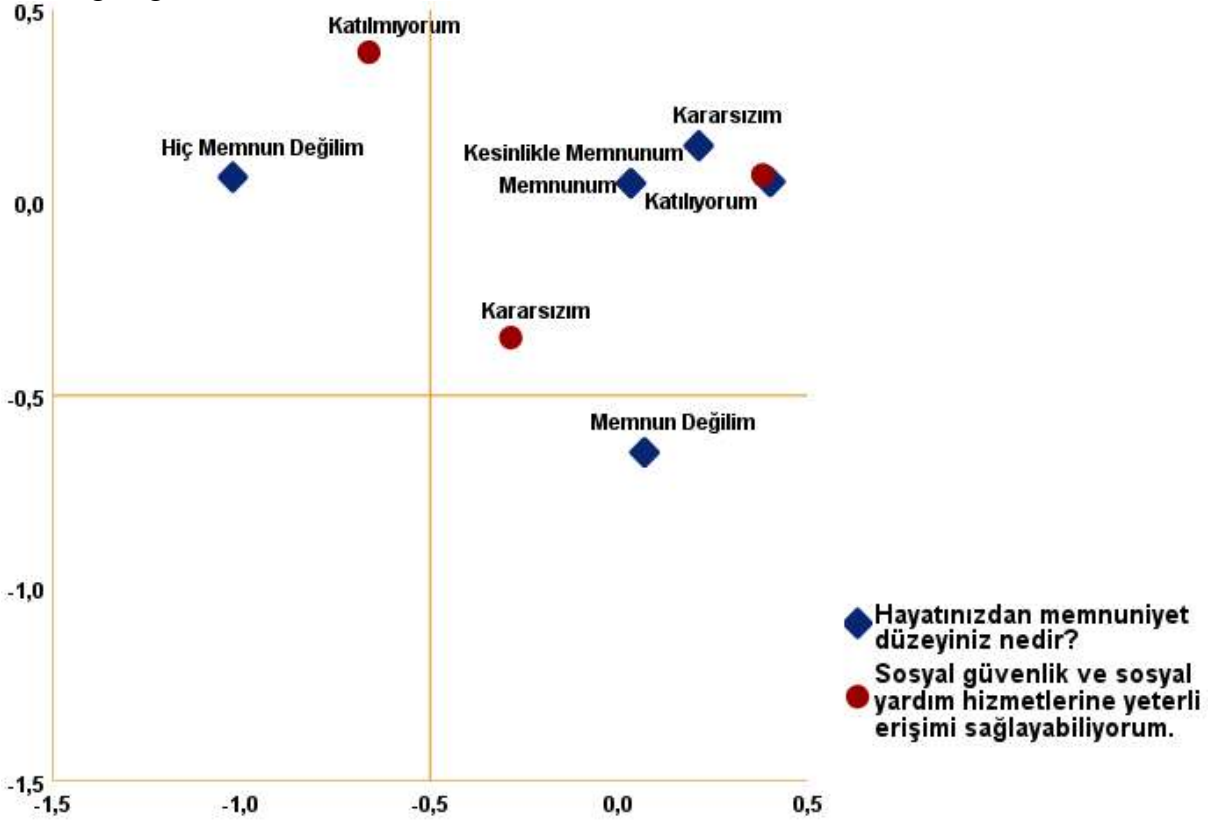
Şekil 4'teki serpilme diyagramında hayat memnuniyet düzeyi ile sağlık hizmetlerine erişimi arasında 3 kümelenme olduğu açık bir şekilde görülmektedir. Hayatından kesinlikle memnun ve memnun olduğunu söyleyenler genellikle sağlık hizmetlerine yeterli düzeyde erişim sağlayabildiklerini ifade etmişken hayatından hiç memnun olmayanlar sağlık hizmetlerine yeterli düzeyde erişimleri olmadığını ifade etmişlerdir. Hayatından memnuniyet düzeyi kararsız ve memnun olmayanların sağlık hizmetlerine yeterli düzeyde ulaşmada kararsız oldukları ifade edilebilir. Şekil 4'e göre hayattan memnuniyet düzeyi düşük olanların katılmıyorum etrafında sıkı bir küme oluştururken, hayattan memnuniyet düzeyi yüksek olanlar kesinlikle katılıyorum etrafında küme oluşturmaktadır.

Tablo 6. Sosyal Güvenlik ve Sosyal Yardım Hizmetlerine Erişim Algısı ile Hayat Memnuniyeti Arasındaki Uyum Analizi Sonuçları

Boyut	Tekil Değer	İnertia	Açıklama Payı	Açıklama Payı Kümülatif	χ^2	p

1	0,177	0,031	0,878	0,878	8,869	0,353
2	0,066	0,004	0,122	1,000		
Toplam		0,036	1,000	1,000		

Analiz sonuçlarından elde edilen ki-kare istatistiğine göre ($X^2 = 8,869$, $p = 0,353 > 0,05$) orijinal dağılım değerleri ile modele ait boyutlarla elde edilen dağılım birbiriyle uyumlu değildir. Toplam inertia 0,036 gibi oldukça düşük bir değerdedir ve bu durum iki değişken arasındaki birliktelik gücünün çok zayıf olduğunu göstermektedir. Birinci boyut toplam inertianın %87,8'ini, ilk iki boyut birlikte ise %100'ünü açıklamasına rağmen, hayat memnuniyet düzeyi ile sosyal güvenlik hizmetlerine erişim algısı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığını göstermektedir.



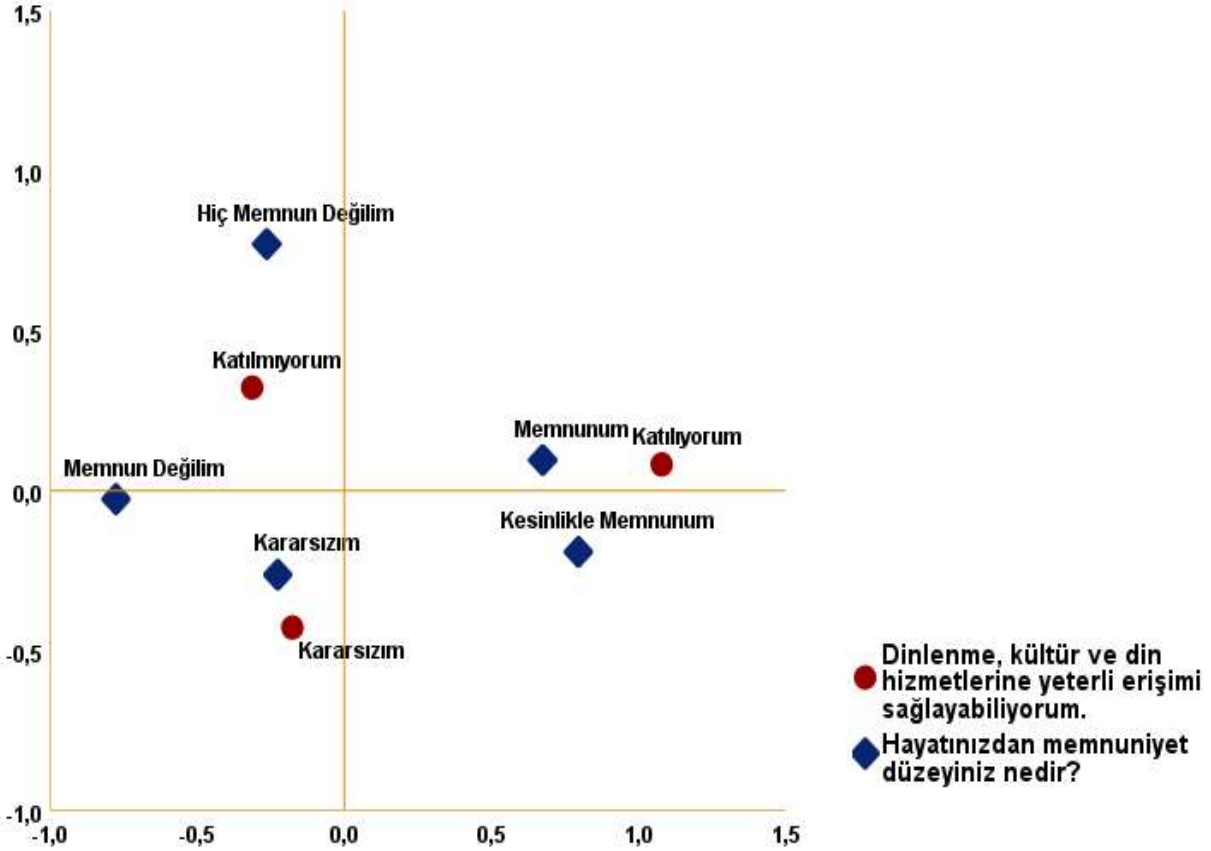
Şekil 5. Sosyal güvenlik ve sosyal yardım hizmetlerine erişim ve Hayat memnuniyet Düzeyi Serpilme Diyagramı

Yapılan çalışma sonuçlarına göre, bu değişkenler arasında belirgin kümelenmeler gözlenmemekte olup, sosyal güvenlik algısının memnuniyetten bağımsız bir faktör olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 7. Dinlenme, Kültür ve Din Hizmetlerine Erişim Algısı ile Hayat Memnuniyeti Arasındaki Uyum Analizi Sonuçları

Boyut	**Tekil Değer**	**İnertia**	**Açıklama Payı**	**Açıklama Payı Kümülatif**	χ^2	**p**
1	0,275	0,075	0,851	0,851	22,055	0,005
2	0,115	0,013	0,149	1,000		
Toplam		0,089	1,000	1,000		

Tablo 7'deki ki-kare istatistiğine göre ($X^2 = 22,055$, $p = 0,005 <= 0.05$) orijinal dağılım değerleri ile modele ait boyutlarla elde edilen dağılım birbiriyle uyumludur. Toplam inertia 0,089'dur ve bu değer iki değişken arasında bir birliktelik olduğunu göstermektedir. Birinci boyut toplam inertianın %85,1'ini tek başına açıklarken, ilk iki boyut birlikte inertianın %100'ünü açıklamaktadır. Bu sonuç, hayat memnuniyet düzeyi ile dinlenme, kültür ve din hizmetlerine erişim algısı arasında anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir.



Şekil 6. Dinlenme, kültür ve din hizmetlerine erişim ve hayattan memnuniyet düzeyi Serpilme Diyagramı

Şekil 6'daki serpilme diyagramında dinlenme, kültür ve din hizmetlerine erişim ile hayat memnuniyet düzeyi arasında 3 belirgin kümelenme olduğu görülmektedir. Hayatından kesinlikle memnun ve memnun olduğunu söyleyenler genellikle dinlenme, kültür ve din hizmetlerine yeterli düzeyde erişim sağlayabildiklerini ifade etmişken, hayatından memnuniyet noktasında kararsız olanlar dinlenme, kültür ve din hizmetlerine erişim hususunda da kararsızlardır. Hayatından hiç memnun olmayanlar ve memnun olmayanlar ise dinlenme, kültür ve din hizmetlerine erişimlerinin yeterli düzeyde olmadığını ifade etmişlerdir.

SONUÇ

Yaşam memnuniyeti bir toplumu güçlendirerek geleceğe taşıyan önemli unsurlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Gençler, bu sürecin en dinamik gücünü oluşturmaktadır. Gençlerin hayattan duydukları memnuniyet; eğitim, sağlık, istihdam, sosyal ilişkiler ve gelecek beklentileri gibi birçok faktörle doğrudan ilişkilidir. Yaşamından memnun bireyler, topluma daha aktif katılım sağlamakta, üretkenlikleri ve sosyal sorumluluk bilinci artmaktadır. Bu nedenle gençlerin yaşam memnuniyetini artırmaya yönelik politikalar ve uygulamalar, yalnızca bireysel refahı değil, aynı zamanda toplumsal gelişmeyi ve sürdürülebilir bir geleceği de destekleyen önemli bir yatırım niteliği taşımaktadır.

Araştırmanın bulguları, Bayburt Üniversitesi öğrencilerinin yaşam memnuniyetine etki eden temel faktörlerin başında ekonomik koşulların geldiğini açıkça göstermektedir. Öğrencilerin yaklaşık yarısının (%45,3) geçim sıkıntısı çekmesi, üniversite gençliğinin karşı karşıya olduğu

ekonomik zorlukların ciddiyetini ortaya koymaktadır. Uyum Analizi, ekonomik durumu "kesinlikle geçinemiyorum" olarak belirten öğrencilerin, hayat memnuniyetinde "hiç memnun değilim" kategorisinde kümelendiğini ortaya koymuştur. Bu durum, öğrencilerin akademik başarı ve sosyal yaşamlarını doğrudan etkileyebilecek olan temel geçim kaygılarının, genel yaşam kaliteleri üzerindeki etkisini göstermektedir.

Öğrencilerin büyük çoğunluğunun gelir dağılımının adil olmadığı yönündeki algısı, sadece kişisel ekonomik zorluklardan değil, aynı zamanda toplumsal eşitsizlik algısından kaynaklanan bir memnuniyetsizliğe işaret etmektedir. Diğer bir ifadeyle ekonomik zorluklar ve toplumsal adaletsizlik algısı, öğrencilerin genel memnuniyet düzeyi ile ilişkili olduğu anlaşılmaktadır. Eğitim, sağlık ve dinlenme/kültür/din hizmetlerine erişim algılarının hayat memnuniyeti ile anlamlı ilişkiler göstermesi, bu hizmetlerin öğrencilerin yaşam kalitesini doğrudan etkileyen sosyal haklar olarak algılandığını teyit etmektedir. Özellikle eğitim ve sağlık gibi zorunlu hizmetlere erişimdeki olumlu algı, memnuniyet düzeyini artırırken, bu hizmetlere erişimde sorun yaşayanların memnuniyetsizliklerinin de arttığı görülmüştür. Sonuç olarak, araştırma bulguları, Bayburt Üniversitesi öğrencilerinin hayat memnuniyetinin artırılması için öncelikle ekonomik destek mekanizmalarının güçlendirilmesi ve sosyal refah hizmetlerine erişimin ve ulaşılabilirliğin gözden geçirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

Diener, E., Oishi, S., & Lucas, R. E. (2003). Personality, Culture, and Subjective Well-Being: Emotional and Cognitive Evaluations of Life. *Annual Review of Psychology; (54)*, 403-425.

Easterlin, R. A. (1974). Does Economic Growth Improve the Human Lot? Some Empirical Evidence. P. A. David, & M. W. (Eds.) içinde, *Nations and Households in Economic Growth* (s. 89-125). New York: Academic Press.

Nenadic, O. and Greenacre, M. (2007). Correspondence analysis in R. with two-and three-dimensional graphics: the ca package. *Journal of Statistical Software*, 20(3), 2.

OECD (2017), Evidence-based Policy Making for Youth Well-being: A Toolkit, OECD Development Policy Tools, OECD Publishing, Paris. http://dx.doi.org/10.1787/9789264283923-en

Schyns, P. (1998). Crossnational Differences in Happiness: Economic and Cultural Factors Explored. *Social Indicators Research; 43(1/2)*, 3-26.

TÜİK. (2024). *Yaşam Memnuniyeti Araştırması.* Ankara: Türkiye İstatistik Kurumu.

Veenhoven, R. (1991). Is Happiness Relative? *Social Indicators Research; 24(1)* , 1-34.

Veenhoven, R. (2004). Happiness as a Public Policy Aim: The Greatest Happiness Principle. P. A. Linley, & S. Joseph(Eds.) içinde, *Positive Psychology in Practice* (s. 658-678). New Jersey: John Wiley and Sons Inc.

Veenhoven, R., & Ehrhardt, J. (1995). The Cross-National Pattern of Happiness: Test of Predictions Implied in Three Theories of Happiness. *Social Indicators Research; 34(1)*, 33-68.

TEKNOLOJİ ÇAĞINDA YENİ BİR SİYASAL KATILMA YÖNTEMİ OLARAK LİKİT DEMOKRASİ: POTANSİYELLER VE SORUNLAR

Doç. Dr. Emre SAVUT
Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Political Science and Public Administration, 15100 Burdur
ORCID: 0000-0002-5671-1771

ÖZET
Demokrasi konusundaki temel kavramsal açıklamalar doğrudan demokrasi ile temsili demokrasi arasındaki ikilik üzerinden yapılmaktadır. Ancak bu geleneksel ikiliğe dayalı açıklamalar, internetin önlenemez bir hızla geliştiği teknoloji çağında yetersiz kalmaktadır. Likit demokrasi, bahsedilen yetersizliğe cevap verebilecek hibrit bir karar alma modeli olarak değerlendirilebilir.
Likit demokrasi modeli, temelde vekalet kavramına dayanır. Burada hem bir gönüllü vekalet hem de vekaleten oy kullanma söz konusudur. Her vatandaş oy kullanma hakkına sahiptir ancak vatandaşlar oylarını bilgilerine güvendikleri bir kişiye delege edebilirler. Likit demokrasinin en önemli özelliklerinden biri delegasyonun alana özgü olmasıdır. Yani bir seçmen, belirli bir konudaki oy kullanma hakkını, o konuda uzman olduğunu düşündüğü bir kişiye delege eder. Bu anlamıyla modelin en önemli bir diğer özelliği de uzmanlık bilgisine dayanmasıdır. Alana özgü uzmanlığı ile vekil olan kişi hem kendi oyunu hem de temsilcisi olduğu kişinin oyunu kullanma yetkisine sahiptir ve bu durum ağırlıklı oylama olarak ifade edilir. Modelin bir diğer önemli özelliği de seçmen tarafından verilen delegasyonun istenildiği zaman geri çekilebilmesidir. Model böylelikle sabit görev süresine dayanan temsili demokrasilerden ayrılır ve ismini de bu özelliğinden alır. Delegasyonun hem alana özgü hem de geri alınabilir olması seçmenin kendine has bir temsilciler seti oluşturmasına da imkân vermektedir.
Likit demokrasi modelinin en önemli avantajı oy kullanma hakkının alanının uzmanı kişilere devredilmesiyle rasyonel kararların alınmasının sağlanmadır. Bununla birlikte elbette ki model, kendi içerisinde temel bazı soru işaretlerini de barındırmaktadır. Öncelikle gerçekten uzman kişinin delege olarak tercih edilmesinde ve kompleks kararların alınmasında zorluklar söz konusudur. Ayrıca bu uygulama ile bazı vekillerin orantısız şekilde güçlenebileceği ve konu temelli yapı nedeniyle farklı politika alanlarında politika tutarsızlığı ihtimali de modele yönelik olumsuz düşüncelere örnek olarak verilebilir. Bahsedilen olumsuzlukları önleyebilme noktasında ise temsilcileri sert kurallar ile bağlayan yasal düzenlemeler ve politika tutarlılığını denetleyecek sabit süreli bir yürütme mekanizması gibi araçlar önerilmektedir.
Siyaset bilimi terminolojisinde çok yeni bir kavram olarak yer edinmeye başlayan likit demokrasinin, ulusal siyaset düzeyinde uygulanabilirliğinin oldukça zor olduğu bir gerçektir ve bu aşamada olası sorunları ortadan kaldıracak çok boyutlu çözüm önerilerine ihtiyaç vardır. Bununla birlikte modelin sağlam dijital alt yapılar ile ilk elde parti içi demokrasi süreçlerinin işletilmesinde ve bir sonraki aşamada da yerel yönetimlerde uygulanabilmesi çok uzak bir senaryo değildir.
Anahtar Kelimeler: Demokrasi, Likit Demokrasi, Ulusal Siyaset, Yerel Siyaset

LIQUID DEMOCRACY AS A NEW METHOD OF POLITICAL PARTICIPATION IN THE TECHNOLOGICAL AGE: POTENTIALS AND PROBLEMS

ABSTRACT
Fundamental conceptual explanations regarding democracy are typically constructed around the dichotomy between direct democracy and representative democracy. However, these explanations, based on this traditional duality, are increasingly insufficient in the current technological era, where the internet is developing at an unstoppable pace. Liquid democracy

can be regarded as a hybrid decision-making model that offers a response to these mentioned insufficiencies.
The Liquid Democracy model is fundamentally based on the concept of delegation (or proxy). This involves both voluntary delegation and proxy voting. Every citizen retains the right to vote, but citizens can also delegate their vote to an individual whose knowledge they trust. One of the most important characteristics of liquid democracy is that delegation is domain-specific. That is, a constituent delegates their voting right on a specific issue to an individual whom they believe to be an expert in that particular field. In this sense, another crucial feature of the model is its reliance on expert knowledge.
The delegate, owing to their domain-specific expertise, is authorized to cast both their own vote and the vote of the person they represent, a situation referred to as weighted voting. Another significant feature of the model is that the delegation granted by the constituent can be revoked at any time. This characteristic distinguishes the model from representative democracies, which are based on fixed terms of office, and it is from this feature that the model derives its name ("liquid"). The fact that delegation is both domain-specific and revocable allows the constituent to form a personalized set of representatives.
The primary advantage of the liquid democracy model is the assurance of rational decision-making by transferring the right to vote to individuals who are experts in the relevant domain. Nevertheless, the model inherently contains certain fundamental question marks. Firstly, there are difficulties in ensuring the selection of genuine experts as delegates and in the handling of complex decisions. Furthermore, potential drawbacks include the possibility of certain delegates gaining disproportionate power through this system, and the risk of policy inconsistency across different policy areas due to the topic-based structure. To prevent these negative scenarios, tools such as legal regulations binding representatives with strict rules and a fixed-term executive mechanism to monitor policy coherence are proposed.
While liquid democracy is a very new concept beginning to establish its place in the political science terminology, its applicability at the national political level is inherently quite challenging, necessitating multi-dimensional solutions to address potential problems at this stage. However, with robust digital infrastructures, the application of the model initially in internal party democratic processes and subsequently in local governments is not a far-fetched scenario.
Keywords: Democracy, Liquid Democracy, National Politics, Local Politics

1. INTRODUCTION

Etimolojik kökeni Antik Yunan'a dayanan ve "ideal yönetim biçimini" işaret eden demokrasi kavramı en genel ifadeyle halkın yönetimi anlamına gelse de günümüz demokrasi tartışmalarının teorik çıkış noktası olan Antik Yunan'da dahi tam manasıyla bir halk katılımıından bahsetmek mümkün değildir. Bir diğer ifadeyle, Antik Yunan'da siyasal katılma hakkı "özgür yurttaş" ile sınırlandırılmış; kadın, çocuk ve köleler bu kapsama dahil edilmemiştir (Tilly, 2014). Dolayısıyla Antik Yunan'ın demokrasi anlayışı özü itibariyle seçkinci bir kimliğe sahiptir. Ayrıca bu sistem, uygulanabilirlik açısından da ciddi problemleri barındırmaktadır. Örneğin Robert Dahl tarafından yapılan basit bir hesaplamada, sadece 100 yurttaşın olduğu bir toplumda doğrudan demokrasinin uygulanabilmesi için günde en az 16 saate ihtiyaç duyulduğu görülmektedir (Dahl, 2015). Dolayısıyla hem nitelik hem de nicelik yönünden Antik Yunan demokrasisinin modern dönemde uygulanabilir olması mümkün değildir.
Doğrudan demokrasinin uygulanamazlığına bir reçete olarak ortaya çıkan temsili demokrasi düşüncesi, siyasal katılım hakkını kullanma yetkisinin çeşitli yöntemlerle belirli temsilcilere devredilmesini ifade eder. Temsili demokrasi, özellikle Avrupa coğrafyasında yaşanan bir dizi devrim sonucunda siyasetin kitleselleşmesinin doğal bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır ve

uygulanması doğrudan demokratik seçimlerin varlığına bağlıdır. Demokratik seçimlere ve siyasal partilerin aracılığına dayanan temsili demokrasiye yönelik de birtakım eleştiriler söz konusudur. Temsili demokrasiye yönelik en önemli eleştiri çoğunluğun iradesine bağlı olduğu için, azınlık hakları, cinsiyet ayrımcılığı, etnik farklılık gibi konuların politika üretim süreçlerinin dışında kalmasıdır. Temsili demokrasi ayrıca, vekalet ilişkisinin sağlıklı işletilemiyor olması nedeniyle de eleştirilmektedir. Bir diğer ifadeyle seçmenlerin oy verme hakkını delege ettikten sonra bir daha sisteme müdahale edemiyor olması, onların sisteme yabancılaşmasına neden olmaktadır (Touraine, 1997).

Likit demokrasi tam da bu noktada bir yandan doğrudan demokrasinin uygulanabilir olmayışı diğer yandan da temsili demokrasinin konu ve vekaletin etkinliği açısından sorgulanması neticesinde, bu iki uygulamayı da bünyesinde barındıran kolektif bir karar alma alternatifi olarak değerlendirilebilecek bir uygulamadır.

2. LİKİT DEMOKRASİ: KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Likit demokrasi, önlenemez bir hızla gelişen teknoloji çağında demokrasinin geleneksel yöntemlerden farklı bir biçimde etkileşime dayalı olarak işletilmesine vurgu yapar (caragiannis ve micha). Daha açık bir ifadeyle, geleneksel temsilci seçme biçimlerinin çağın gereklerine uymaması, doğrudan demokrasinin ise tercih edilen ancak pratikte uygulanamaz oluşu kilit demokrasiyi yeni bir seçenek olarak konumlandırmamızı sağlamaktadır (Valsangiacomo, 2021).

Likit demokrasinin temel prensibi, vatandaşların günlük yaşamlarını etkileyen tüm konu başlıklarına ilişkin karar alma süreçlerine doğrudan katılımının sağlanmasıdır. Bu temel prensip, teorinin çıkış noktasına kaynaklık eder. Seçmenin kendisini ilgilendiren her kararın alınma sürecine katılmak istemesi olağan ve ideal kabul edilse de seçmenin kendisini her konuda yetkin kabul etmemesi de doğaldır. Likit demokrasinin temsili demokrasiden temel farkı da tam bu düşüncede kendisini gösterir ve seçmen herhangi bir konuda oy verme hakkını kendisinden daha bilgili olduğunu düşündüğü birine delege eder (Caragiannis & Micha, 2019). Böylelikle likit demokrasinin konu-merkezli delegasyon yöntemi ile hem doğrudan demokrasiyi hem de temsili demokrasiyi içerisinde barındırdığı değerlendirilir (Valsangiacomo, 2022).

Likit demokrasi, doğrudan demokrasi bileşeni, esnek delegasyon, meta delegasyon ve anında geri çağırma olmak üzere 4 özgün bileşenden oluşmaktadır (Blum & Zuber, 2016):

Doğrudan demokrasi bileşeni, seçmen yeterliğine (yaş, akıl sağlığı vb.) sahip olan her bir vatandaşın karar ala süreçlerine katılımını ifade eder (Paulin, 2020).

Esnek delegasyon bileşeni, temsilcinin bir ya da birden çok alanda yani sınırlı bir konuda temsil yetkisine sahip olmasıdır. Bir ya da daha fazla konuda seçmenin oy hakkını kendisine delege ettiği temsilci, o konu ya da konularda uzmanlık bilgisine sahip olduğuna inanılan kişidir. Böylelikle konu bazlı ve alana özgü uzmanlığa dayanan temsil sağlanmış olur (Caragiannis & Micha, 2019; Blum & Zuber, 2016).

Meta-Delegasyon bileşeni, geçişli delegasyon ya da yeniden delegasyon olarak da ifade edilebilir. Buna göre bir seçmen öncelikle belirli bir alana özgü olacak şekilde oy kullanma hakkını bir vekile devreder. Ancak bu vekilin de oy kullanma hakkını kendisine vekalet verenlerin oy haklarıyla birlikte başkasına devretme hakkı söz konusudur. Geçişli vekalet bu noktada karşımıza çıkmaktadır (Zhang & Grossi, 2021; Valsangiacomo, 2022).

Anında geri çağırma bileşeni ise orijinal seçmenin (yani ilk oy hakkına sahip) istediği zaman vermiş olduğu vekaleti geri alabilmesi anlamına gelmektedir. Bu mekanizma sayesinde temsilcinin kararlarının memnuniyet verici olmadığı dönemlerde oy kullanma hakkının anında geri çekilebilmesini sağlar ve bu uygulama ile teori, önceden belirlenmiş kesin sürelerle temsil yetkisini öngören temsili demokrasiden ayrılmaktadır (Blum & Zuber, 2016).

Temsili demokrasiye ait bileşenleri küçük bir simülasyon aracılığı ile daha anlaşılır kılmak mümkündür. Buna göre Elif, Mehmet, Ayşe, Güneş ve Arda'dan oluşan 5 kişilik bir siyasal

toplum olduğunu varsayalım. Bu toplumda Mehmet sağlık alanında oy kullanma hakkını bir çocuk Doktoru olan Güneş'e devretmiştir. İlerleyen süreçte bir salgın hastalık söz konusu olmuş Güneş de bu konudaki oy kullanma hakkını enfeksiyon uzmanı Elif'e delege etmiştir. Bu durumda salgın hastalık konusunda yapılacak bir oylamada Elif'in 3, Ayşe'nin ve Arda'nın 1'er oy hakkı olur. Ancak Mehmet Güneş'e verdiği temsil yetkisini geri çektiği anda Elif'e devredilmiş yetki de ortadan kalkar.

Yukarıda simüle edilen oy kullanma süreci ağırlık oy kullanma olarak nitelendirilir. Tüm bileşenleri ile bu süreç, demokratik uygulamaları, doğrudan temsili mümkün kılan; alana özgü uzmanlığa dayanan ve geri çağırma hakkı ile ideal temsilciyi bulma fırsatı sunan bir kimliğe büründürür. Farklı konular için farklı temsilcilerin seçilebilmesi, çıkarların özsel temsilini artırır ve bireyselliğin esnek de olsa temsilini sağlar (Valsangiacomo, 2021).

3. LİKİT DEMOKRASİNİN POTANSİYELİ VE OLASI SORUNLAR

Likit demokrasi kağıt üzerinde geleneksel demokratik yaklaşımlara kıyasla olumlu özellikleri barındırıyor gibi görünse de uygulamasında ciddi sorunların ve zorlukların da olduğu açıktır.

3.1. Potansiyel Faydalar ve Avantajlar

Likit demokrasinin en önemli avantajı karar alma süreçlerini, temsili demokrasinin aksine, alan uzmanlığına dayandırarak epistemolojik bir üstünlük sağlamasıdır. Karar alma süreçlerinde alana özgü uzmanlığın işletilmesinin politika üretim sürecini rasyonelleştirdiği kabul edilir. Alana özgü bilgiye dayanan vekalet süreci, nihai karara ilişkin oylamaların ideal olanı bulmayı hedeflemesini ve böylelikle toplumsal ortak iyinin hayata geçirilebilmesini sağlayacaktır (Blum & Zuber, 2016; Caragiannis & Micha, 2019).

Likit demokrasinin bir diğer avantajı çoğunluk iradesine dayanan temsili demokrasinin niş konulardaki oylamalardaki yetersizliğini ortadan kaldırmasıdır. Daha açık bir şekilde ifade etmek gerekirse, vekaletin alana özgü olarak devredilebilmesi, belirli alanlarda kaygı ve ilgi düzeyi yüksek olan temsilcilere delegasyon yöntemi ile siyasal katılımda eşitsiz güç dağılımı sorununun ortadan kaldırılacağı değerlendirilmektedir (Blum & Zuber, 2016).

Likit demokrasinin en temel ayırt edici özelliği olan geri çağırma hakkı elitlerin sistem üzerindeki orantısız gücünü ortadan kaldırmaktadır. Temsili demokrasilerde uzun süreliğine elde edilen ve seçim dışında herhangi bir araçla geri alınamayan temsil yetkisinin aksine; likit demokrasiler, temsil yetkisinin alınmasının belirli bir uzmanlığa dayanması ile liyakati ve geri çağırma yetkisi ile de temsilcilerin seçmen çıkarları ile uyumunu zorunlu kılar (Valsangiacomo, 2021).

3.2. Dezavantajlar ve Uygulama Zorlukları

Likit demokrasiye yöneltilen eleştirilerden ilki, teoriyi en güçlü kıldığı varsayılan konu başlıklardan birine, alana özgü yetki devrine yöneliktir. Buna göre alana özgü yetkinliğin ölçülebilmesindeki sıkıntılar, bazı konuların teorik bilgiden ziyade uygulama bilgisine ihtiyaç duyabileceği (örneğin işçi hakları konusundaki bir kararda düşük eğitim seviyesine sahip sendika üyesi bir işçi, bir profesörden konu özelinde daha yetkin olabilir) modelin uygulamasını tartışmalı kılmaktadır (Caragiannis & Micha, 2019).

Likit demokrasinin bir başka dezavantajı, seçmen iradesine dayanan diktatörler yaratabilecek olmasıdır. Şöyle ki, bazı temsilciler çok fazla sayıda seçmenin temsil yetkisini elinde bulundurabilir. Dolayısıyla, her ne kadar teoride bu temsilcilerin rasyonel ve ortak iyiyi gözeterek hareket edecekleri kabul edilse de popülizm çağında aşkın temsilin bireysel düzeyde yeniden yaşanabileceğini ve temsilci diktatörlüklerinin ortaya çıkabileceğini de göz ardı etmemek gerekir (Blum & Zuber, 2016; Caragiannis & Micha, 2019).

Likit demokrasiler politika tutarsızlığı ve koordinasyon eksikliği yaratma potansiyeline de sahiptir. Likit demokrasi uygulamasında karar alma süreçleri alana özgü uzmanlığa dayandırıldığı için her bir politika alanında bağımsız kararların alınacağı varsayılmaktadır. Ancak bu kararların birbirleriyle ilişkili olduğu alanlar da söz konusu olabilir. Örneğin eğitim konusunda alacağınız bir karar aynı zamanda bütçe ihtiyacını doğuracaktır. Dolayısıyla eğitim

alanında uzman olan temsilcilerin alacağı kararların uygulanabilmesi ekonomi alanında uzman olan temsilcilerin alacağı kararlara bağlıdır. Bu iki alanda oluşabilecek uyumsuzluk politika üretim süreçlerinin tıkanmasına yol açabilir (Blum & Zuber, 2016).

4. GELECEK PROJEKSİYONLARI

Barındırdığı dezavantajlara ve uygulama zorluklarına rağmen likit demokrasi, kısa vadede olmasa da uzun vadede siyasal sistemlerde köklü değişiklikler yaratma potansiyeline sahiptir.

Likit demokrasi, ilerleyen yıllarda temsili demokrasinin yerine geçebilecek bir demokrasi modeli olarak kabul edilmektedir. Bu modelde, kamusal politikaların üretim süreci doğrudan kamu otoritesinin yani devletin sorumluluğunda değil halkın sorumluluğundadır (Paulin, 2020). Likit demokrasinin gelecekte sadece yasama süreçlerine ilişkin bir model olarak uygulanması öngörülmektedir. Bunun yanında likit demokrasilerde, alana özgü uzmanlıklar aracılığıyla gerçekleştirilen yasama süreçleri ile alınan kararların uygulayıcısı olarak bir yürütme mekanizmasının varlığı da olmazsa olmaz kabul edilir. Bu yürütme mekanizması sadece alınan kararları uygulamakla kalmayacak, politika tutarsızlığı ve koordinasyon eksikliği söz konusu olduğunda ara bulucu rolü üstelenerek uzlaşıyı sağlayacak iletişim sürecini de koordine edecektir (Blum & Zuber, 2016).

Teorik anlamda siyaset bilimi araştırmacılarının güncel inceleme konularından biri olan likit demokrasi, ayrıca yapay zeka araştırmacılarının da ilgisini çekmeye başlamıştır. Yapay zeka uygulamalarının karar alma süreçlerinde nasıl kullanılabileceği likit demokrasi açısından gelecekteki tartışmaların önemli konu başlıklarından birini oluşturacaktır (Sala, 2022).

SONUÇ

Likit demokrasi, alana özgü uzmanlık, geçişli delegasyon, anında geri çağırma gibi temel bileşenleri ile modern demokrasilerin içerisinde bulunduğu paradokslara bir çözüm olabilme potansiyeline sahip görünmektedir. Özellikle alana özgü uzmanlığa bağlı olarak gerçekleşen delegasyonun karar alma süreçlerini rasyonel kılacağı ve anında geri çağırma ile seçmen iradesinin belirleyiciliğinin sürekli kılınması bu noktada önemli avantajlar olarak görülmektedir.

Sahip olduğu avantajlara rağmen delege edilecek alan uzmanın belirlenmesindeki güçlükler, delegenin aşırı güçlenmesi sonucu ağırlıklı oyun kötüye kullanımı ile bireysel diktatörlüklerin oluşabilme potansiyeli ve politika tutarsızlığının ortaya çıkabilecek olması da likit demokrasi modelinin dezavantajları olarak görülmektedir.

Likit demokrasi modelinin sahip olduğu dezavantajları giderebilmek için literatürde hali hazırda kapsamlı ve delegeleri de belirli sınırlar içerisinde tutabilecek yasal düzenlemelerin hayata geçirilmesi, dereceli delegasyon sistemi, uygulayıcı ve arabulucu rolünde bir yürütme mekanizmasının teşkil edilmesi gibi yöntemler tartışılmaktadır. Bunun yanında yapay zekâ teknolojilerinin delegasyon sürecinde ve karar alma mekanizmalarında kullanımına yönelik araştırmalar da gelecekte bu modelin geliştirilmesine yardımcı olabilecektir. Sonuç olarak, ulusal düzeydeki yasama meclislerinde uygulanabilmesi şu an itibariyle mümkün olmasa da gerek küçük ölçekli yerel yönetimlerin yasama organlarında gerekse de parti içi karar alma mekanizmalarının işletilmesinde likit demokrasi modelinin tercih edilmesi günümüz teknolojisinde çok da uzak bir senaryo değildir.

Kaynakça

Blum, C., & Zuber, C. (2016). Liquid Democracy: Potentials, Problems, and Perspectives. *The Journal of Political Philosophy, 24*(2), s. 162-182.

Caragiannis, I., & Micha, E. (2019). A Contribution to the Critique of Liquid Democracy. *Proceedings of the Twenty-Eighth International Joint Conference on Artificial Intelligence*, (s. 116-122).

Dahl, R. (2015). *On Democracy.* London: Yale University Press.

Paulin, A. (2020). TEN YEARS OF LIQUID DEMOCRACY RESEARCH AN OVERVIEW. *Central and Eastern European EDem and EGov Days*, s. 455-466.

Sala, J. F. (2022). The Liquid Proposal Facing Democratic Challenges. *eJournal of eDemocracy and Open Government, 14*(1), s. 86-103.

Tilly, C. (2014). *Demokrasi.* (E. Arıcan, Çev.) Ankara: Phoenix.

Touraine, A. (1997). *Demokrasi Nedir?* (O. Kunal, Çev.) İstanbul: Yapı Kredi Yayınları.

Valsangiacomo, C. (2021). Political Representation in Liquid Democracy. *Frontiers in Political Science, 3*.

Valsangiacomo, C. (2022). Clarifying and Defining the Concept of Liquid Democracy. *Swiss Political Science Review, 28*, s. 61-80.

Zhang, Y., & Grossi, D. (2021). Power in Liquid Democracy. *The Thirty-Fifth AAAI Conference on Artificial Intelligence*, (s. 5822-5830).

GIDA GÜVENLİĞİ SORUNLARINA YÖNELİK BİR POLİTİKA ÖNERİSİ: BAĞIMSIZ GIDA GÜVENLİĞİ VE DENETİM MERKEZİ

Ebru DİLEK
Karabük Üniversitesi, Kamu Politikaları Araştırma ve Geliştirme Merkezi (KAPGEM)
Kamu Yönetimi Politikaları Masası, 78050, Karabük
ORCID: 0009-0000-2743-2311
Utku AYBUDAK
Karabük Üniversitesi, Kamu Politikaları Araştırma ve Geliştirme Merkezi (KAPGEM)
Kamu Yönetimi Politikaları Masası, 78050, Karabük
ORCID: 0000-0003-1859-5770
Yasin TAŞPINAR
Karabük Üniversitesi, Kamu Politikaları Araştırma ve Geliştirme Merkezi (KAPGEM)
Kamu Yönetimi Politikaları Masası, 78050, Karabük
ORCID: 0000-0002-4116-9801
Gökhan AŞKAR
Karabük Üniversitesi, Kamu Politikaları Araştırma ve Geliştirme Merkezi (KAPGEM)
Kamu Yönetimi Politikaları Masası, 78050, Karabük
ORCID: 0000-0003-2603-0817

ÖZET
Gıda güvenliği, insan sağlığının korunması ve yaşamının sürdürülmesi açısından büyük bir öneme sahiptir. İnsanların yaşamında kritik bir rolü bulunan gıdanın sağlıklı ve güvenli olması önem arz etmektedir. Kimyasal, fiziksel ve biyolojik tehditler, gıdanın güvenliği açısından risk oluşturmakta ve etkin denetim mekanizmalarının uygulanmasını zorunlu kılmaktadır. Türkiye'de gıda güvenliği alanında yetki ve sorumluluklar Tarım ve Orman Bakanlığı, Sağlık Bakanlığı ve belediyeler arasında dağınık bir şekilde yürütülmektedir. Yetki ve sorumluluklar bağlamında sivil toplum ve bilimsel kurumların katkısı sınırlı kalmaktadır. Uluslararası örnekler incelendiğinde, bağımsız ve bilimsel temelli denetim mekanizmalarının etkinliği ortaya konulmaktadır. Bu bağlamda, Türkiye'de Bağımsız Gıda Güvenliği ve Denetim Merkezi (BAGDEM) kurulması önerilmektedir. BAGDEM, idari ve mali özerkliğe sahip bir kamu kurumu olarak merkezi bir yapıda düzenleme, denetim, araştırma ve bilimsel çalışmaları yürütecek birimlere sahip olacak; mevcut yetki karmaşasını gidererek ulusal ve uluslararası standartlara uyumu sağlayacaktır. BAGDEM'in görevleri arasında bilimsel risk değerlendirmesi, ulusal denetim sistemi kurulması, pestisit kayıt ve reçete sisteminin oluşturulması, acil müdahale mekanizmalarının geliştirilmesi ve AB ile entegrasyon yer almaktadır. Böylece Türkiye'de gıda güvenliği standartlarının etkin uygulanması ve denetimi mümkün hale gelecektir.
Anahtar Kelimeler: Gıda güvenliği, gıda denetimi, Tarım ve Orman Bakanlığı, Sağlık Bakanlığı

A POLICY PROPOSAL FOR ADDRESSING FOOD SAFETY CHALLENGES: THE INDEPENDENT FOOD SAFETY AND INSPECTION CENTER

ABSTRACT
Food safety holds great significance for the protection of human health and the continuation of life. Ensuring that food, which plays a critical role in human well-being, is healthy and safe is of vital importance. Chemical, physical, and biological hazards pose risks to food safety and necessitate the implementation of effective inspection mechanisms. In Turkey, responsibilities and authorities in the field of food safety are dispersed among the Ministry of Agriculture and

Forestry, the Ministry of Health, and municipalities. In terms of authority and responsibility, the contributions of civil society and scientific institutions remain limited. International examples demonstrate the effectiveness of independent and science-based inspection mechanisms. In this context, the establishment of an Independent Food Safety and Inspection Center (BAGDEM) in Turkey is proposed. BAGDEM, as a public institution with administrative and financial autonomy, will operate as a central authority with units responsible for regulation, inspection, research, and scientific studies, thereby eliminating the existing fragmentation of authority and ensuring compliance with national and international standards. The duties of BAGDEM will include scientific risk assessment, the establishment of a national inspection system, the creation of a pesticide registration and prescription system, the development of emergency response mechanisms, and integration with the EU. Thus, effective implementation and oversight of food safety standards in Turkey will become feasible.
Keywords: Food safety, food inspection, Ministry of Agriculture and Forestry, Ministry of Health

1. GİRİŞ

Gıda ve beslenme, insan yaşamının sürdürülmesi ve sağlıklı bir hayatın temini açısından hayati öneme sahiptir. Bireyin enerji ihtiyacının karşılanması, gelişiminin desteklenmesi ve hastalıklara karşı direnç kazanabilmesi için yeterli ve dengeli beslenmesi gerekmektedir. Bu çerçevede, güvenli gıdaya erişim temel bir insan hakkı olarak kabul edilmektedir (Türker, 2011:34). Sağlıklı ve güvenilir gıdanın üretimi ve tüketimi, küresel ölçekte yaşam kalitesini belirleyen başlıca unsurlar arasında yer almaktadır (Erkmen, 2010:220). Ancak çevresel kirlilik, değişen tüketim alışkanlıkları, yetersiz denetim, teknolojik eksiklikler ve nüfus artışı gibi faktörler güvenli gıdaya erişimi zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, gıda üretiminden tüketime kadar tüm aşamaların denetlenmesi önem arz etmektedir. Gıda güvenliği; gıdanın temiz, sağlıklı, besleyici, sürdürülebilir, erişilebilir ve ekonomik açıdan yeterli olması yönünde alınan önlemler bütününü ifade etmektedir (Türker, 2011:35; Atik ve Atik, 2019:454).

Gıda, insan sağlığı için hayati önem taşırken aynı zamanda bir dizi faktör nedeniyle güvenli olmaktan uzaklaşmakta ve birçok tehdidi içerisinde barındırmaktadır. Gıda konusundaki bu tehditler kimyasal, fiziksel ve biyolojik tehditlerdir (Türker, 2011:34). Gıdalardaki fiziksel riskler genellikle toz, toprak, cam kırıkları, kâğıt parçaları, hayvan kılları ve tüyleri, sigara izmaritleri, böcekler ve plastik gibi yabancı maddelerden kaynaklanmaktadır. Gıdalardaki kimyasal riskler; bitkisel üretimde yanlış veya bilinçsizce kullanılan tarım ilaçları ve atık ürünleri, uyumsuz ambalajlardan doğan kimyasal kirlilikleri, çevresel kaynaklardan bulaşan ağır metal kirlilikleri ve gıda üretim aşamasında meydana gelebilecek olan tehlikeli bileşenler nedeniyle oluşan riskleri tanımlamaktadır (Tümenbatur, 2022:56). Gıdalardaki kimyasal risklere, gıdanın saklandığı veya muhafaza edildiği kaplardan sızan veya çevresel kirlilik kaynaklı metaller (cıva, kurşun, kadmiyum vb.), dioksinler, tarımsal ilaçlar, deterjan kalıntıları, gıda ambalajlarından geçen kimyasal kalıntılar, pestisitler, veterinerlik ilaç kalıntıları ve gerekli miktarı aşan gıda katkı maddeleri örnek olarak sıralanmaktadır (Erkmen, 2010:222). Gıda katkı maddeleri, gıdanın besin kalitesini koruyarak ve besin maddelerinin dayanıklığını artırarak, gıda ürünlerinin raf ömrünün uzatılmasını sağlamaktadır (Karatepe ve Ekerbiçer, 2017:165). Aynı zamanda tatlandırıcılar ve renklendiriciler ile gıdanın tadını ve görünümünü daha çekici hale getirmek için kullanılmaktadır (Yurttagül, 1991:199). Gıda ürünlerine ilave edilen katkı maddeleri, emülgatörler, renklendiriciler, kıvam arttırıcılar, aroma vericiler, hacim arttırıcılar ve asitlik düzenleyicilerdir (Branen ve Haggerty, 2002'den akt. Kardeş ve Sevgin, 2023:8). Dünya Sağlık Örgütü, pestisit terimini tarımda zararlı olan böcek, mantar, kemirgen ve yabani otların öldürülmesinde kullanılan kimyasallar şeklinde tanımlamaktadır (Tözün ve Akar, 2022:178). Gıdalardaki biyolojik riskler, gıdanın üretim ve dolaşım aşamasının her sürecinde tehlike unsuru niteliği taşımaktadır (Güler ve Can, 2017:172). Gıdalardaki biyolojik riskler,

bakteriler, virüsler, genetiği değiştirilmiş organizmalar, maya ve küfler olarak bilinmektedir. Biyolojik riskler arasında, insan sağlığında ve gıda güvenilirliğinde en yüksek risk oluşturan bileşenler mikroorganizmalardır.

Gıdalar, insan sağlığı için vazgeçilmez olmakla birlikte çeşitli riskler barındırmaktadır. Gıda güvenliği; kimyasal, fiziksel ve biyolojik tehditler nedeniyle tehlikeye girebilmektedir. Pestisit kalıntıları, ağır metaller ve katkı maddeleri kimyasal tehditleri; yabancı cisimler gibi maddeler fiziksel tehditleri; patojen mikroorganizmalar ise biyolojik tehditleri oluşturmaktadır. Bu riskler, gıda güvenliği standartlarının sürekli güncellenmesini ve etkili denetim mekanizmalarının uygulanmasını zorunlu kılmaktadır.

Türkiye, gıda güvenliği ve denetimi alanında uluslararası gelişmelere paralel biçimde çeşitli yasal düzenlemeler gerçekleştirmiştir. 5179 sayılı Kanun ile gıda güvenliğine ilişkin yetki ve sorumlulukların büyük kısmı Tarım ve Orman Bakanlığı'na devredilmiştir. Ayrıca Sağlık Bakanlığı ve belediyeler de denetim süreçlerinde belirli sorumluluklar üstlenmeye devam etmektedir. Ancak, kurumlar arası yetki paylaşımının ve idari yapılanmanın tam olarak netleşmediği görülmektedir. Gıda güvenliği alanında sivil toplum kuruluşları, üniversiteler, araştırma kurumları ve bağımsız bilimsel kurulların katkısı sınırlı düzeydedir. Denetim faaliyetlerine destek sağlayan diğer kurumlar arasında Türk Standartları Enstitüsü (TSE), Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), Sağlık Bakanlığı ile iş birliği yapan belediye laboratuvarları ve üniversite laboratuvarları yer almaktadır (Onurlubaş, 2015:106; Demirözü, 2005:20-21).

2. TÜRKİYE'DE GIDA GÜVENLİĞİ

1995 yılında yürürlüğe giren 560 sayılı KHK ile Türk Gıda Kodeksi'nin hazırlanmasına karar verilmiş, böylece gıdaların denetimi ve kontrolüne ilişkin farklı düzenlemelerin birleştirilmesi hedeflenmiştir. Başlangıçta Sağlık Bakanlığı ve Tarım ve Köyişleri Bakanlığı arasında paylaştırılan yetki ve sorumluluklar, 2004'te 5179 sayılı Kanun ile büyük ölçüde Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'na devredilmiştir (Çoksöyler, Dizdar vd., 2005:2).

Gıda denetimi, yalnızca bakanlıklarla sınırlı olmayıp çeşitli kuruluşlarca da yürütülmektedir. TSE; gıda standartlarının araştırılması, muayene, analiz ve test süreçlerinde görev almakta, TÜBİTAK ise AR-GE faaliyetleri ile sanayiye teknik destek sunmaktadır (Demirözü, 2005:20-21). Belediyeler, Sağlık Bakanlığı ile iş birliği içerisinde laboratuvar hizmetleri sağlarken, üniversite laboratuvarları ise üreticilere yönelik analiz ve ürün geliştirme hizmetleri sunmaktadır.

2018'de yayımlanan 1 No'lu Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile Tarım ve Orman Bakanlığı kurulmuş, gıda denetimleri bu yeni yapılanma altında 41 kontrol birimi ve 81 il müdürlüğü aracılığıyla sürdürülmeye başlanmıştır (Saftürk Arzık, 2021:38; T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024).

Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, bitki ve hayvan sağlığından gıda ve yem güvenliğine kadar geniş bir yelpazede yetkilidir. Türk Gıda Kodeksi'nin hazırlanması, üretim süreçlerinin onaylanması, ithalat ve ihracat denetimleri, pestisit ve zoonotik hastalık izlemeleri başlıca görev alanları arasındadır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024).

Gıda güvenliğinin sağlanması ve sürdürülmesi, sadece idari mekanizmaların değil, tüm toplumsal aktörlerin ortak çabasını gerektiren bir süreçtir. Bu bağlamda, sağlıklı ve güvenilir gıda, ulusal sınırları aşan küresel bir sorumluluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Küreselleşmenin etkisiyle, güvenli gıdaya erişim giderek zorlaşmakta ve bu zorluklar her geçen gün artmaktadır. Bu nedenle, gıda güvenliğinin sağlanması ve sürdürülmesi yalnızca hükümetlerin sorumluluğu olmaktan çıkmalı, bireyler ve toplumsal aktörler de bu süreçte aktif rol oynamalıdır.

3. ULUSLARARASI GIDA GÜVENLİĞİ KURUMLARININ İŞLEYİŞİ, YETKİLERİ VE GIDA DENETİMİNDEKİ ROLLERİ

Gıda güvenliği, tüm dünya çapında kamu sağlığının korunması için temel öneme sahiptir. Bu kapsamda, çeşitli ülkelerde devlet destekli veya yarı bağımsız yapıda çalışan kurumlar gıda

denetimi, bilimsel risk değerlendirmesi ve politika oluşturma süreçlerinde aktif rol almaktadır. Bu çalışma; Avrupa Birliği'nden EFSA, ABD'den FDA ve USDA, Birleşik Krallık'tan FSA, Kanada'dan CFIA ve Fransa'dan ANSES kurumlarının yapısı, yetkileri, gıda denetimindeki rolleri ve ihracat denetimindeki sorumluluklarını karşılaştırmalı olarak incelemektedir.

EFSA (European Food Safety Authority), Avrupa Birliği düzenlemeleri çerçevesinde kurulmuş bilimsel risk değerlendirme otoritesidir. EFSA'nın görevi, Avrupa Komisyonu, Avrupa Parlamentosu ve üye devletlere bilimsel danışmanlık sağlamak ve gıda ile ilgili riskleri nesnel olarak değerlendirmektir (EFSA, 2025). Kurum, devletin siyasi organlarından bağımsız çalışmakta ve kararlarını bilimsel komiteleri aracılığıyla almaktadır (EFSA, 2025). Bununla birlikte, EFSA'nın çalışma programı Avrupa Komisyonu tarafından belirlenmekte olup, bu durum kurumun bilimsel bağımsızlığını göreceli kılsa da karar verme süreci bilimsel delillere dayanmaktadır. EFSA, ihracata konu olacak ürünlerin AB iç pazarına uygunluğunu değerlendiren risk analizleriyle dolaylı olarak ticareti şekillendirmektedir.

Amerika Birleşik Devletleri'nde ise gıda güvenliği iki temel kurum tarafından denetlenmektedir. FDA (Food and Drug Administration), işlenmiş gıdalar, meyve-sebzeler, deniz ürünleri ve süt ürünleri gibi ürünlerin denetimini yürütmektedir. USDA (United States Department of Agriculture) ise et, tavuk ve yumurta gibi hayvansal ürünlerin denetiminden sorumludur (Eater, 2025). Her iki kurum da federal devlet yapısına bağlı çalışmakla birlikte, bilimsel birimlerinin teknik karar alma konusunda belirli ölçüte kadar özerkliği bulunmaktadır. FDA aynı zamanda ABD'den ihracat edilecek gıdaların da belirli standartlara uygunluğunu şart koşarak ticari denetim fonksiyonuna sahiptir.

Birleşik Krallık'ta faaliyet gösteren FSA (Food Standards Agency), kamu finansmanlı fakat bağımsız bir kamu kurumudur. Kurumun temel görevi, tüketici sağlığını korumak ve kamuoyuna gözlemlenebilir, bilimsel temelli bilgiler sunmaktır (FSA, 2025). FSA, ithalat ve ihracata konu olan gıdaların güvenliğini sağlamak adına AB'den ayrıldıktan sonra kendi ulusal standartlarını belirlemiş ve bu süreçte özerk karar alma yetkisini arttırmıştır.

Kanada'daki CFIA (Canadian Food Inspection Agency), gıda, hayvan ve bitki sağlığı alanlarında federal bir otorite olarak faaliyet göstermektedir. CFIA, denetim, laboratuvar analizi ve uygunluk testleri gibi görevlerle sorumludur (CFIA, 2025). Kurum, ihracat edilen gıdaların Kanada standartlarına uygunluğunu denetleyerek uluslararası ticarette aktif rol oynamaktadır. Gıda denetiminde kararlarını bilimsel birimler aracılığıyla almakta ve bağımsız incelemeler yürütmektedir (CFIA, 2025).

Fransa'da ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail), hem gıda hem çevre hem de çalışma sağlığı alanlarında uzmanlaşmış bir kamu kurumudur. Kurumun faaliyetleri, bağımsız bilimsel değerlendirme yoluyla yürütülmekte ve Fransa Tarım, Sağlık ve Çevre Bakanlıkları ile iş birliği içindedir (ANSES, 2025). ANSES, çiftlikten sofraya kadar tüm gıda zincirinde bilimsel risk analizleri yapmakta ve gıda denetiminde bağımsız kararlar verebilmektedir (ANSES, 2025).

Sonuç olarak, her ne kadar bu kurumlar farklı yapısal özelliklere sahip olsa da ortak noktaları bilimsel temelli karar alma, kamu sağlığını ön planda tutma ve uluslararası ticarette gıda standartlarını belirlemede etkin rol oynamalarıdır. EFSA başta olmak üzere, bu kurumların çoğu, karar alma süreçlerinde bağımsız olmakla birlikte, çalışma alanlarını belirleyen siyasi yapılarla yapısal bağlar taşımaktadır.

4. TÜRKİYE'DE BAĞIMSIZ GIDA GÜVENLİĞİ VE DENETİM MERKEZİ (BAGDEM) KURULMASINA İLİŞKİN POLİTİKA ÖNERİSİ

Türkiye'de bir çatı örgütlenme olarak bağımsız idari otorite (düzenleyici ve denetleyici kurum) oluşturulması gerekli görülmektedir. Bu çalışmada Bağımsız Gıda Güvenliği ve Denetim Merkezi (BAGDEM) adıyla bir kamu kurumu oluşturulması önerilmektedir[11]

BAGDEM, Avrupa Birliği'ndeki EFSA ve ABD'deki FDA gibi bilimsel araştırmalar ve risk analizleri yapan bağımsız bir kurum olarak faaliyet gösterecektir. Türkiye'deki mevcut dağınık yapı göz önünde bulundurulduğunda, BAGDEM'in kurulması, gıda güvenliği ve denetim sistemini tek bir çatı altında toplamayı amaçlamaktadır. Bu yapı hem bilimsel temelli kararlar alabilecek hem de gıda güvenliği denetimlerini hızlandırarak daha etkin bir yönetim sağlayabilecektir.

BAGDEM, idari ve mali özerkliğe sahip bir kamu kurumu olarak yapılandırılacaktır. Gıda güvenliği ve denetimi alanında yaşanan yetki karmaşasını gidermek amacıyla, ilgili yasal düzenlemelerle tüm yetkiler BAGDEM'e devredilecektir. Ayrıca gerekli durumlarda, bu alandaki diğer kurum ve kuruluşlar BAGDEM bünyesinde toplanacak şekilde örgütsel düzenlemeler yapılacaktır. BAGDEM, merkezi bir yapı olarak düzenleme ve denetim yetkilerini bünyesinde toplayacaktır. Gıda güvenliği alanında araştırma, geliştirme ve bilimsel çalışmaları yürütecek birimlere sahip olacaktır. Böylece, ülke genelinde gıda güvenliği standartlarının etkin bir biçimde uygulanması ve denetlenmesi sağlanabilecektir.

BAGDEM'in yetkileri ve görevleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Bilimsel Risk Değerlendirmesi: Pestisitler, katkı maddeleri, mikrobiyolojik riskler ve genetiği değiştirilmiş organizmalar (GDO) gibi konularda bilimsel araştırmalar yapacak ve mevzuat önerileri sunacaktır.
- Ulusal Gıda Denetim Sistemi Kurulması: Türkiye'deki gıda güvenliği denetimlerini merkezileştirerek, üretim, işleme ve satış aşamalarında zorunlu standartlar belirleyecektir.
- Zorunlu Pestisit Kayıt ve Reçete Sistemi: Bu sistemle, pestisit satış noktaları ve kullanıcılar kayıt altına alınarak denetim güçlendirilecektir.
- Acil Gıda Güvenliği Müdahale Mekanizması: MRL (Maksimum Kalıntı Limiti) aşımı tespit edildiğinde hızlı müdahale sistemleri kurulacak ve marketlerden alınan numunelerle sürekli kontrol sağlanacaktır.
- Uluslararası Standartlara Uyum ve AB ile Entegrasyon: Türkiye'nin AB'ye ihracatında gıda güvenliği denetimlerine tam uyum sağlamak için AB mevzuatlarıyla uyumlu politikalar geliştirecektir (EFSA, 2025).

SONUÇ

Gıda ve gıda güvenliği yalnızca sağlıkla sınırlı olmayan, küresel ölçekte ekonomik, toplumsal ve yönetsel boyutları bulunan stratejik bir alanı kapsamaktadır. Gıdanın üretimden tüketimine kadar tüm aşamalarında ortaya çıkabilen kimyasal, fiziksel ve biyolojik riskler; yalnızca bireylerin sağlığını değil aynı zamanda toplumların sürdürülebilir kalkınma hedeflerini de doğrudan etkilemektedir. Çevresel kirlilik, nüfus artışı, denetim eksiklikleri ve teknolojik yetersizlikler, güvenli gıdaya erişimi giderek zorlaştırmaktadır. Bu nedenle gıda güvenliği, ulusal sınırları aşan ortak bir sorumluluk haline gelmektedir.

Türkiye'de gıda güvenliğini düzenleyen mevzuat yıllar içinde önemli dönüşümler geçirmiştir. Mevzuatın ve gıda denetim süreçlerinin farklı kurumlara yayılmış olması, karar alma mekanizmalarında bütüncül ve tutarlı bir yapının oluşmasını önemli ölçüde sınırlamaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığı'nın merkezi bir aktör konumunda bulunması, TSE, TÜBİTAK, belediye laboratuvarları ve üniversiteler gibi kurumların destekleyici katkılarına rağmen gıda

[11] Bağımsız idari otoriteler, temel haklar ve ekonomik faaliyetler açısından hassas alanlarda, siyasi organlardan bağımsız olarak düzenleme, denetim ve gözetim yetkilerini kullanan; mali ve idari özerkliğe sahip, kendi sorumluluğu altında bağımsız hareket eden ve hesap verebilir tüzel kişiliğe sahip kamu kurumlarını tanımlamaktadır (Sarsıkoğlu, 2017:318-319).

güvenliği yönetiminde yapısal bir koordinasyon eksikliği devam etmektedir. Bu açıdan, özellikle hızlı müdahale gerektiren risklerde etkinliğin azalmasına yol açmaktadır.

Uluslararası örnekler incelendiğinde EFSA, FDA, USDA, FSA, CFIA ve ANSES gibi kurumların bilimsel bağımsızlık, uzmanlaşmış denetim mekanizmaları ve politika üretiminde şeffaflık gibi birçok ortak ilkelere dayandığı görülmektedir. Bu kurumların başarısı, bağımsız risk değerlendirme kapasitesi ile özerk karar alma süreçlerinin kurumsal bir çatı altında bütünleştirilmesine dayanmaktadır. Gıda güvenliğini bir halk sağlığı sorunu olarak ele alan bu yaklaşım, küresel ticaretin ve uluslararası standartların belirlenmesinde de belirleyici bir aktör konumundadır.

Çalışma kapsamında önerilen Bağımsız Gıda Güvenliği ve Denetim Merkezi (BAGDEM), Türkiye'de mevcut dağınık yapıyı tek bir çatı altında toplamayı amaçlayan kapsamlı bir politika önerisi olarak sunulmaktadır. İdari ve mali özerkliğe sahip bir kurum olarak yapılandırılması öngörülen BAGDEM; bilimsel risk değerlendirmeleri yapacak, ulusal denetim sistemini merkezileştirecek, pestisit kayıt ve izleme mekanizmalarını güçlendirecek, acil durum müdahale süreçlerini hızlandıracak ve uluslararası standartlara uyumu sürdürülebilir hale getirecektir. Önerilen bu dönüşüm, tüketici sağlığının korunması ve Türkiye'nin uluslararası ticarette rekabet gücünün artırılması gibi önemli katkılar sağlayacaktır.

Güvenli gıdaya erişim temel bir insan hakkı niteliği taşımakla birlikte, bu hakkın korunması güçlü, bağımsız ve bilimsel temelli bir yönetsel yapılanmayı zorunlu hale getirmektedir. Türkiye'de BAGDEM gibi kurumsal bir bütünleşmeyi sağlayan model, mevcut risklerin azaltılmasına, toplumun sağlıklı ve sürdürülebilir gıdaya erişiminin güvence altına alınmasına yönelik güçlü adımlardan biri olacaktır.

KAYNAKÇA

ANSES. (2025). *Food safety from farm to fork.* (ErişimTarihi:04.04.2025). (https://www.anses.fr/en/content/food-safety-farm-fork)

ANSES. (2025). *Our identity.* (ErişimTarihi:04.04.2025). (https://www.anses.fr/en/content/our-identity)

Atik, İ., Atik, A. (2019). Merkezi ve Yerel Yönetimlerin Gıda Güvenliğindeki Etkileri: Dünyadan ve Türkiye'den Örnekler. *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi,* 2, 454.

CFIA. (2025). *About the CFIA.* (ErişimTarihi:04.04.2025). (https://www.inspection.gc.ca/about-the-cfia/eng/1299008020759/1299008778654)

CFIA. (2025). *Food safety standards and guidelines.* (ErişimTarihi:04.04.2025). *(*https://www.inspection.gc.ca/en/food-safety-industry/food-safety-standards-guidelines)

Çoksöyler, N., Dizdar G., H., P. Ataman, J. Çepni, Türkiye'de Gıda Denetim Sistemi ve Tüketici Hakları, *TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası 6. Teknik Kongresi,* Ankara, 2005.

Demirözü, B. (2005). Türkiye ve Dünyada Gıda Denetimi ve Laboratuvarlar.

Eater. (2025). *What's the Difference Between the FDA and the USDA?* (ErişimTarihi:04.04.2025). (https://www.eater.com/24301640/usda-fda-whats-the-difference-food-inspection-regulation-meat-produce-dairy)

EFSA, *foodsafetycooperationtr*. (ErişimTarihi:04.04.2025). (https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/corporate_publications/files/foodsafetycooperationtr.pdf)

EFSA. (2025). *About us.* (ErişimTarihi:04.04.2025). (https://www.efsa.europa.eu/en/about/about-efsa).

EFSA. (2025). *Governance.* (ErişimTarihi:04.04.2025). (https://www.efsa.europa.eu/en/about/governance)

Erkmen, O. (2010). Gıda kaynaklı tehlikeler ve güvenli gıda üretimi. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi,* 53, 220.

FSA. (2025). *Who we are.* (ErişimTarihi:04.04.2025). (https://www.food.gov.uk/about-us/who-we-are)
Güler, Ü. A., Can, Ö. P. (2017). Kimyasal Kontaminantların Çevre Sağlığı ve Gıda Güvenliği Üzerine Etkileri. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi,* 1, 171-172.
Karatepe, T. U., Ekerbiçer, H. Ç. (2017). Gıda Katkı Maddeleri. *Sakarya Tıp Dergisi,* 4, 165.
Kardeş, M., Sevgin, M. N. (2023). Gastronomi Turizmi ve Gıda Güvenliği İlişkisi. *ResearchGate,* 8.
Onurlubaş, E. (2015). Tüketicilerin Gıda Güvenliği Konusunda Bilinç Düzeylerinin Ölçülmesi: Tokat İli Örneği. (Tokat: Gazi Osman Paşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, s. 106).
Saftürk Arzık, E. (2021). Türkiye'nin Avrupa Birliği Gıda Mevzuatındaki Gelişmelere Uyumu. (Tekirdağ: Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s. 36).
Sarsıkoğlu, Ş., (2017). *Bağımsız İdari Otoriteler ve İdarenin Bütünlüğü İlkesi Karşısında Durumu* . Mediterranean International Conference on Social Sciences (pp.98-99). Podgorica, Serbia And Montenegro
T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü. (2024). *GKGM Tanıtım Sunumu.* (Erişim Tarihi:18.06.2024) (https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/Genel/Genel_Mudurluk_Tanitim_Sunum_2023_TR.pdf).
T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2024). *Kodeks Alimentarius Komisyonu.* (ErişimTarihi:21.06.2024).
(https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/DB_Gida_Isletmeleri/kodeks_alimentarius_komisyonu.pdf)
Tözün M, Akar G. (2022). Türkiye'de gıda numunelerinde pestisit kalıntıları üzerine 2010 yılı sonrası ulusal literatürün incelenmesi. *ESTÜDAM Halk Sağlığı Dergisi,* 1, 178.
Tümenbatur, A. (2022). Tarım-Gıda Tedarik Zinciri Risk Yönetimi. *International Journal of Commerce, Industry and Entrepreneurship Studies*, 1, 56.
Türker, S. (2011). Türkiye'de Gıda Güvenliği ve Gıda Mevzuatının Gelişim Süreci. *SD Kış,* 21, 34.
Yurttagül, M. (1991). Tüketicilerin Gıda Katkı Maddeleri ile İlgili Bilgi ve Uygulamaları. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 20, 199.

KALKINMA AJANSLARINDA YÖNETİŞİM: KALKINMA KURULLARI ÜZERİNE BİR İNCELEME

Gökhan AŞKAR
Karabük Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü, 78050, Karabük
ORCID: 0000-0003-2603-0817

ÖZET
Türkiye'de kalkınma ajansları yönetişimle ilgili tartışmalara konu olmuş kurumlardır. Yönetişim genellikle karar süreçlerine resmi aktörlerin yanısıra sivil toplum temsilcilerinin de dahil olduğu çok aktörlü mekanizmalar etrafında düşünülmekte ve bu bakımdan katılım ve demokrasiyle bağlantılı olarak ele alınmaktadır. Kamu, özel ve sivil kesim temsilcilerinin yer aldığı ve ajansların danışma organı olan kalkınma kurulları yönetişimin kritik bir örneği olarak kabul edilmektedir. Ancak kalkınma kurulları 2016 sonrasında 26 ajansın sadece 3'ünde (İstanbul Kalkınma Ajansı, Ankara Kalkınma Ajansı, İzmir Kalkınma Ajansı) fiili olarak bulunmakta ve kurullar üyeleri bakımından kamu kesiminin ağırlığının fazla olduğu, yeterli düzeyde yetkilerinin bulunmadığı ve bu yüzden yönetişime uygun bir yapıya sahip olmadıkları yönünde eleştiriler almaktadır. Bununla birlikte yönetişimle ilgili iddialar çoğunlukla demokrasi ve katılımcılık temelinde geliştirilen ideal tanımlardan hareketle oluşturulmakta ve mevcut durumu ancak sınırlı şekilde açıklayabilmektedir. Bu çalışmada kalkınma kurulları yönetişim bağlamında tartışılmış ve mevcut kalkınma kurullarının üye kompozisyonlarında kamu, özel ve sivil kesimin ne düzeyde temsil edildiği ve hangi aktörlerden oluştuğu incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre temsil düzeyleri bakımından oranlar farklılık göstermekle birlikte söz konusu kalkınma ajanslarının kalkınma kurulu üye kompozisyonları pragmatik tercihler doğrultusunda belirlenmektedir. Çalışmanın temel amacı kalkınma kurullarındaki yapı ve işleyişe, aktörlerin hangi toplumsal kesimleri temsil ettiğine ve aktörler arası ilişkilere odaklanarak somut durumun ne olduğunu açıklamaya çalışmaktır.
Anahtar Kelimeler: Kalkınma ajansları, kalkınma kurulları, yönetişim, pragmatizm, katılım

GOVERNANCE IN DEVELOPMENT AGENCIES: A REVIEW OF DEVELOPMENT COUNCILS

ABSTRACT
Development agencies have been subject to discussions on governance in Turkiye. Governance is generally considered around multi-actor mechanisms that include civil society representatives as well as official actors in decision-making processes and is therefore considered in connection with participation and democracy. Development councils, which include representatives from public and private sectors and civil society and serve as advisory bodies to agencies, are considered a critical example of governance. However, since 2016, development councils are only actively present in 3 out of 26 agencies (Istanbul Development Agency, Ankara Development Agency, Izmir Development Agency), and there are criticisms that councils have an overrepresentation of public sector, insufficient authority, and therefore do not have a structure suitable for governance. However, claims about governance are often based on ideal definitions centered around democracy and participation, which can only partially explain current situation. This study discusses development councils in the context of governance and examines representation of public and private sectors and civil society and composition of members within existing development councils. According to findings, although rates vary in terms of representation levels, composition of development council members of agencies is determined in line with pragmatic preferences. Main aim is to clarify

existing situation by focusing on structure and functioning of development councils, social strata represented by actors, and relations between these actors.
Keywords: Development agencies, development councils, governance, pragmatism, participation

1. GİRİŞ

Türkiye'de 2006 yılında kurulan kalkınma ajansları yönetişim de dahil olmak üzere çok sayıda tartışmaya konu olmuştur (Akpınar 2017; Arslan 2016; Çelik 2018; Güler 2009; Karasu 2015). Yönetişim genel olarak devletin hâkim olduğu tek aktörlü karar süreçlerinin yerine özel sektör ve sivil toplum kuruluşlarının da katılımının gerçekleştiği çok aktörlü bir etkileşim süreci olarak kabul görmektedir (Atmaca 2020; Kutlu ve Görün 2016). Kalkınma kurulları da kamu, özel ve sivil kesimden temsilcilerin bir araya geldiği bir içeriğe sahip olması nedeniyle yönetişim tartışmalarında öne çıkmaktadır. Bununla birlikte, 2016 sonrasında, kalkınma kurulları 26 ajansın sadece üçünde (İstanbul Kalkınma Ajansı – İSTKA, Ankara Kalkınma Ajansı – ANKARAKA, İzmir Kalkınma Ajansı – İZKA) aktif olarak bulunmaktadır. 15 Ağustos 2016 tarih 2016/9112 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı'yla tüm ajanslardaki kalkınma kurulu üye listelerine dair tablo yürürlükten kaldırılmış ve kurullar fiilen askıya alınmıştır. 11 Eylül 2017 tarih 2017/10800 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı'yla ve 17 Mart 2022 tarih 5308 sayılı Cumhurbaşkanı Kararı'yla sadece bahsi geçen üç ajansın kalkınma kurullarında yeni üyeler belirlenmiş ancak diğer 23 ajansta kalkınma kurulları üyeleri olmayan yapılar olmayı sürdürmüştür. Dolayısıyla 26 ajanstan 23'ünde kalkınma kurulları 2016 sonrasında fiili bakımdan işlevsiz olmayı günümüzde de sürdürmektedir.

Ancak mevcut kalkınma kurulları ajansların karar organı olan yönetim kuruluna özel ve sivil kesimden üç üye seçmek gibi kritik bir işleve sahiptir. 2018 yılında yürürlüğe giren 4 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi'nin 193. maddesinde geçen bu durumun sonucunda kalkınma kurullarının seçtiği üç üye, yönetim kurulundaki il sanayi ve ticaret odası başkanlarıyla birlikte yönetim kurulunun sekiz üyesi arasında özel ve sivil kesim temsilcilerinin sayısını beşe çıkarmaktadır. Bu nedenle kalkınma kurullarının üye kompozisyonunun ve seçime yönelik işlevinin incelenmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmada yönetişimle ilgili tartışmalara konu olan kalkınma kurullarının yapısı ve üye kompozisyonu ele alınmaktadır. Bu doğrultuda mevcut kurullardaki özel ve sivil kesim ağırlığının ne olduğu ve söz konusu aktörlerin kim olduğu incelenmiştir. Üye kompozisyonlarına ilişkin bulgular kamu, özel ve sivil kesim arasında temsil düzeyleri bakımından farklılıklar olduğunu ve kurul üyeliklerinin sermaye çevrelerinin öne çıktığı pragmatik tercihlerle belirlendiğini göstermektedir.

2. KALKINMA KURULLARI VE YÖNETİŞİM

Ajansları yönetişim bağlamında ele alan araştırmalar genellikle demokrasi ve katılıma vurgu yapan ideal yönetişim tanımlarıyla hareket etmektedir. Kalkınma kurulları, ilgili araştırmalarda tercih edilen kelimelerle ifade etmek gerekirse, yönetişim felsefesi, ilkesi veya ruhunu en iyi biçimde yansıtan örnek olarak düşünülmektedir (Akpınar 2017: 303; Arslan 2021: 828, 835; Çelik 2018: 373; Kutlu ve Görün 2016: 24-25). Yönetişimin demokratik ve katılımcı bir işleyişi güçlendireceği, çok boyutlu ve çok aktörlü etkileşimler aracılığıyla toplumsal ilişkilerde olumlu etkiler ortaya çıkmasına katkı sunacağı varsayılmaktadır. Bu bakımdan yönetişimin ne olması gerektiğine ilişkin kabullerle sıklıkla karşılaşılmakta ve ideal bir yönetişim düşüncesi temel alınmaktadır. Ancak bu kabullerle yönetişimin veya mevcut yapılanmanın içeriği ve hangi aktörlerin katılımının gerçekleştiği gölgede kalabilmektedir. Bu durum özellikle kalkınma kurulları bakımından kritik bir nitelik taşımaktadır.

Öte yandan kalkınma kurulları kamu kesiminin baskın olduğu, yetersiz otoriteye sahip ve yönetişime uygun olarak işlemeyen yapılar olarak eleştiriler almaktadır. Bu eleştirilere göre mevcut kurul modeli yönetişimi kendiliğinden doğurmamakta; kurulun karar yetkisine sahip olmaktan ziyade tavsiye verme temelinde örgütlenmesi, kurul toplantılarına katılımın düşük

seviyede olması, kurulun görüş ve önerilerinin dikkate alınmaması, kanunda öngörülen sayıda toplantının dahi bazı örneklerde gerçekleşmemesi, kurul üzerinde merkezi yönetim etkisinin var olması ve temsilcilerin doğrudan Cumhurbaşkanı kararıyla belirlenmesi gibi hususlar kurullarda yönetişimi sekteye uğratmaktadır (Arslan 2016: 36; Arslan 2021: 828; Coşkun ve Almalı 2020: 230; Çelik 2018: 373; DDK 2014: 779; Kutlu ve Görün 2016: 24).

Getirilen çözüm önerisiyse kurulların yönetişim kapasitesinin geliştirilmesidir. Bunun için kurullarda kamu kesiminin ağırlığı azaltılmalı, kurulların ve üyelerinin etkinliği artırılmalıdır (Akbaş 2017: 309; Balcıoğlu 2021: 303). Akpınar (2017: 305-306)'nın araştırmasındaki katılımcılar kalkınma kurulunun meclis haline getirilmesi, bağlayıcı kararlar alabilmesi, yönetim kurulunun kalkınma kurulu tarafından belirlenmesi, yönetim kurulu başkanının da kalkınma kurullarından gelen temsilcilerden birisi olması veya ajans bütçesinin kalkınma kurulunca onaylanması gibi öneriler getirmektedir.

Anlaşılacağı üzere yönetişime ilişkin sorun, kurullarda kamu kesiminin baskın olması ve yetki bakımından kurulların zayıflığıdır. Bu düşünceye göre kurul yetkileri genişletildiği ve üyeler arasında özel ve sivil kesim ağırlık kazandığı takdirde sorun büyük ölçüde çözülecektir. Bu anlamda söz konusu iddiaları üye kompozisyonlarının gerçekteki karşılığıyla sınamak yerinde olacaktır. Günümüzde faaliyetlerini sürdüren üç kalkınma kurulunda üye kompozisyonunun neyi içerdiği, daha açık ifadeyle kurullarda kimin temsil edildiği sorusu önem arz etmektedir.

3. KALKINMA KURULLARINDA ÜYE KOMPOZİSYONLARI

Üye kompozisyonlarını değerlendirmek açısından kamu, özel ve sivil kesimlerin temsil oranlarının ajansların kuruluş yıllarında kalkınma kurullarında neye karşılık geldiğinin anlaşılması aydınlatıcı olacaktır. 31 Mayıs 2006 tarih 2006/10550 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı Türkiye'de kurulan ilk ajanslardaki kalkınma kurulu üye dağılımını belirlemiş ve buna göre İZKA'da kamu kurum ve kuruluşlarının 30, özel kesim ve sivil toplum kuruluşlarının 70 üyeyle temsil edilmesi öngörülmüştür. Çukurova Kalkınma Ajansı'ndaysa bu sayılar sırasıyla 40 ve 60 olarak verilmiştir. Dolayısıyla %30 veya %40 kamu kesimi temsili, %60 veya %70 özel ve sivil kesim temsili kuruluş sürecinde uygun görülen oranlardır.

Bununla birlikte kuruluş yılları itibariyle İSTKA'da kalkınma kurulundan yönetim kuruluna seçilen üyeler Türkiye İhracatçılar Meclisi (TİM), Müstakil Sanayici ve İşadamları Derneği (MÜSİAD) ve Türkiye İşadamları ve Sanayiciler Konfederasyonu (TUSKON) olmuş; yönetim kuruluna seçilemeyen Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği (TÜSİAD) ve Türk Girişim ve İş Dünyası Konfederasyonu (TÜRKONFED) gibi sermaye kesimlerince "yönetim kurulunun hükümete yakın sivil toplum örgütlerince doldurulduğu" eleştirisi getirilmiştir (Güler, 2009: 61). Bu bağlamda ilk yıllarda kurul üyelerinin belirlenmesinde birtakım tercihlerle hareket edildiği anlaşılmaktadır. 2000'lerin başından bu yana kamu yönetimi reformlarıyla ajansların da dahil olduğu birçok kurum ve yapı değişmiş, kurulmuş veya kaldırılmıştır. Bu yoğun değişim esnasında hükümetle bağlantılı sermaye kesimlerinin güçlenmesi ve siyasal iktidarın sağlamlaşması yönünde pragmatik eğilimler ortaya çıkmıştır (Karasu, 2015: 313). Benzer şekilde ajans örgütlenmesinde kurullar özelinde de pragmatik tercihlerin önemli rol oynadığını söylemek mümkün görünmektedir.

2017/10800 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı'yla ilan edilen 2017 tarihli listede İSTKA, ANKARAKA ve İZKA'da 2022 yılına kadar geçerli olan kalkınma kurulu üyelikleri belirlenmiştir. Listede kurullar toplam 31 üyeden oluşmaktadır. 2022 yılında 5308 sayılı Cumhurbaşkanı Kararı'yla ilan edilen ve halihazırda geçerli olan listeyle kurullardaki 50 üye ilan edilmiştir.

Tablo 1'de İSTKA kalkınma kurulu üyeliklerinin dağılımı gösterilmektedir:

Kesim	2017	2022
Kamu kesimi	10	20
Özel kesim	10	12
Sivil kesim	11	18
Toplam	31	50

Tablo 1. İSTKA kalkınma kurulu üyelerinin dağılımı (2017-2025)[12]

2017 yılında kamu kesimi yaklaşık %32'lik bir paya sahipken, özel kesim %32 ve sivil kesim %36 pay almıştır. Özel ve sivil kesim toplamda %68 oranında temsil edilmektedir. Bu dağılım önceki yıllarda öngörülen %30-%70 oranlarına yakın bir durumun sürdüğünü göstermekte; dolayısıyla 2017-2022 arasında İSTKA özelinde kurulun kamu kesimi ağırlıklı bir yapıya sahip olmadığı anlaşılmaktadır. 2022 listesindeyse kamu kesiminin oranı %40'a yükselmiş, özel kesim %24'lük ve sivil kesim %36'lık bir paya sahip olmuştur. Ağırlık kamu kesimi lehine ve özel kesim aleyhine kısmen değişse de mevcut üye kompozisyonunda toplam %60'lık bir oranla özel ve sivil kesim çoğunluğunu korumaktadır. Dolayısıyla oran bakımından İSTKA'da yönetişim eğiliminin sürdüğünü söylemek mümkündür.

2017 listesinde özel kesim iş dünyasını temsil eden meslek odası, birlik ve derneklerden oluşmaktadır. Sivil kesimdeyse sekiz vakıf ve dernek ve üç vakıf üniversitesi bulunmaktadır. Pragmatik tercihleri göstermesi bakımından sivil kesimden seçilen temsilciler dikkat çekicidir. İktidar ve sermayeyle kurulan ilişkiler söz konusu vakıf veya derneklerin de saf biçimde "sivil toplum kuruluşu" şeklinde düşünülmesini zorlaştırmaktadır. Örneğin üyelerden Birlik Vakfı'nın kurucular kurulunda iktidar partisinin önde gelen isimleri yer almaktadır (Birlik Vakfı 2025). İlim Yayma Cemiyeti (İYC) de benzer bir örnektir. İYC'nin kurduğu İlim Yayma Vakfı'nın mütevelli heyetinin başkanlığını günümüzde Necmeddin Bilal Erdoğan yürütmektedir (İlim Yayma Vakfı 2025). Sermaye çevreleriyle bağlantıyı yansıtan bir örnek İktisadi Kalkınma Vakfı'dır (İKV). İKV Avrupa Birliği-Türkiye ilişkilerinde uzun yıllardır rol üstlenmekte ve günümüzde Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB), TİM ve TÜSİAD gibi iş dünyası örgütleri tarafından desteklenmektedir (İKV 2025). İstanbul Kültür Sanat Vakfı (İKSV) ise kültür ve sanat alanında faaliyetler yürüten bir vakıf olmakla birlikte, kurucuları arasında Eczacıbaşı Holding ve Sınai Yatırım ve Kredi Bankası gibi şirketler ve bankalar yer almakta; günümüzde mütevelli heyeti başkanlığını Koç Holding Yönetim Kurulu Başkanı Ömer Koç yapmaktadır (İKSV 2025). Sermaye ve iktidar çevreleriyle bağlantılı bir diğer vakıf olan Türkiye Gönüllü Teşekküller Vakfı (TGTV) mütevelli heyetindeyse Anadolu Aslanları İş Adamları Derneği (ASKON) ve MÜSİAD gibi sermaye örgütlerinin yanı sıra Ensar Vakfı, Deniz Feneri Derneği ve aynı zamanda İSTKA kalkınma kurulunda da üye olan İYC, Mimar ve Mühendisler Grubu ve Birlik Vakfı gibi vakıf ve derneklerden temsilciler bulunmaktadır (TGTV 2025). Bu haliyle, 2017 listesinde yer bulan "sivil kesim" temsilcilerinin önemli kısmının iktidar ve sermaye çevreleriyle yakın konumda olduğu ve bu kuruluşların kendi aralarında da bağlantılar ve üyelikler içeren ilişkilere sahip olduğu görülmektedir. Pragmatik

[12] 2006/10550 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı kamu, özel ve sivil kesime ilişkin temel tasnifi içermektedir. Kararın 2. maddesine göre kamu kesimi "merkezi idare, mahalli idareler, üniversiteler ve diğer kamu tüzelkişileri"nden oluşmakta, özel ve sivil kesimse "kamu kurumu niteliğindeki meslek kuruluşları, dernekler, vakıflar, sendikalar, birlikler ve diğer sivil toplum kuruluşları" olarak ifade edilmektedir. Özel ve sivil kesim ilgili kararda bütün halinde sunulduğu için burada da bir ayrıştırma gereklidir. 2013-2017 arasındaki İZKA kalkınma kurulu üyeliklerinin dağılımını ele alan Çelik (2018: 376)'da özel ve sivil kesim çoğunlukla sermaye temsilcilerinden oluşmaktadır. Bu tasnifte küçük ve orta ölçekli işletmeler, organize sanayi bölgeleri, serbest bölgeler, sanayi ve ticaret odaları, iş adamı dernekleri özel kesim içinde sermaye kategorisindedir (Çelik, 2018: 376-377). Sermayeyle doğrudan bağlantısı olmayan sivil kesimdeki aktörlerinse sosyal yardımlaşma, dinsel örgütlenme, hayır, eğitim, kültür ve sanat gibi alanlarda faaliyet yürüten dernek ve vakıflar olarak düşünüldüğü anlaşılmaktadır. Ancak bunların da bir kısmı sermaye çevrelerince örgütlenmektedir. Bununla birlikte özel kesimi "sermaye tabanlı kuruluşlar", sivil kesimi de doğrudan sermaye tabanlı olmayan kuruluşlar olarak almak belirsizliği azaltacaktır. Bu çalışmada kurulların üye kompozisyonları söz konusu üçlü tasnif üzerinden incelenmiş ve bu doğrultuda Tablo 1, Tablo 2 ve Tablo 3'te Çelik (2018: 376)'daki tablo temel alınmıştır.

tercihlerin kritik sonucu İSTKA kalkınma kurulundan yönetim kuruluna seçilen üyelerde kendisini göstermektedir. Örneğin 24 Ocak 2018'de gerçekleştirilen toplantıda yönetim kurulu üyeliğine seçilenler Dış Ekonomik İlişkiler Kurulu (DEİK), İYC ve TGTV temsilcileridir (İSTKA 2019: 11).

2022 listesinde kamu, özel ve sivil kesim sırasıyla 20, 12 ve 18 üyeyle temsil edilmektedir. Önceki üyelerin büyük çoğunluğu yeni dönemde de kurul üyeliğini sürdürmektedir. Özel kesim temsilcileri bakımından yeni üyeler iki teknoloji geliştirme bölgesi ve iki organize sanayi bölgesi (OSB) olmuştur. Sivil kesimdeyse sekiz yeni üye vardır. Bunlardan Türkiye Teknoloji Takımı Vakfı'nın mütevelli heyeti başkanı Selçuk Bayraktar (Türkiye Teknoloji Takımı Vakfı 2025), Dünya Etnospor Birliği'nin başkanıysa Necmeddin Bilal Erdoğan'dır (Dünya Etnospor Birliği 2025).

DEİK, İYC ve TGTV temsilcileri 2022 sonrasındaki üye kompozisyonunda da yönetim kuruluna seçilen ve halen yönetim kurulu üyeliğini sürdüren aktörlerdir (İSTKA 2025). Dolayısıyla seçimlerde ortaya çıkan tercihler açısından istikrar söz konusudur. DEİK, İYC ve TGTV seçimle belirlenmekle birlikte, 2017 sonrasında İSTKA yönetim kurulunun doğal üyesi haline gelmiş gibi görünmektedir.

Benzer eğilimlerin var olup olmadığını ANKARAKA örneği üzerinden izlemek mümkündür. Tablo 2'de söz konusu listelere göre kalkınma kurulu üyeliklerinin dağılımı verilmektedir:

Kesim	**2017**	**2022**
Kamu kesimi	12	26
Özel kesim	15	20
Sivil kesim	4	4
Toplam	31	50

Tablo 2. ANKARAKA kalkınma kurulu üyelerinin dağılımı (2017-2025)

2017'de ANKARAKA kalkınma kurulunda temsil oranları kamu kesimi için yaklaşık olarak %39, özel kesim için %48 ve sivil kesim için %13'tür. Özel ve sivil kesimin kalkınma kurulu içindeki ağırlığı %61'dir. Bu oranlar ajansların kuruluş aşamasında öngörülen oranlara yakındır. Bununla birlikte ANKARAKA'nın İSTKA örneğinden önemli farkı sivil kesim ağırlığındadır. 2017'de İSTKA'da sivil kesim 11 üyeyle, ANKARAKA'da 4 üyeyle temsil edilmektedir. Oranlar dikkate alındığında 2022'de ANKARAKA kalkınma kurulunda temsil oranlarının kamu kesimi lehine değiştiği görülmektedir. 2022 listesinde kamu kesimi %52 oranında temsil edilirken, özel kesim %40'lık ve sivil kesim %8'lik bir pay almıştır. Sivil kesim yeni listede de İSTKA örneğine göre oldukça geride kalmış durumdadır.

2017 listesinde özel kesimde üç OSB, bir küçük sanayi sitesi yapı kooperatifi, dört teknoloji geliştirme bölgesi, iki meslek odası ve beş iş dünyası örgütlenmesi bulunmaktadır. İSTKA'yla karşılaştırıldığında ANKARAKA'da OSB'lerin ve teknoloji geliştirme bölgelerinin sayısının fazla olması dikkat çekmektedir. Sivil kesimde yer alan bir vakıf üniversitesi olan TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi (TOBB ETÜ) TOBB tarafından kurulmuştur (TOBB ETÜ 2025). Odalar ve borsaların çatı kuruluşu olan TOBB'un ajansların yönetim ve kalkınma kurullarında sanayi ve ticaret odalarıyla temsili bu örnekle güçlenmiş durumdadır.

Bu dönemde yönetim kuruluna seçilen üyeler sermaye çevrelerinden gelmektedir. 19 Aralık 2019'da seçilenler MÜSİAD, Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) Teknokent ve OSTİM OSB temsilcileri olmuştur (ANKARAKA 2019). Üye kompozisyonundaki OSB örneklerinin bu seçimde doğrudan yansımasının ortaya çıktığı görülmektedir. Kurulun seçtiği tüm temsilciler özel kesim içinden gelen üyelerdir.

2022 listesinde özel kesimdeki yeni üyelerden dördü OSB ve OSB derneği, ikisi teknoloji geliştirme bölgesi, biri meslek odası ve ikisi iş adamı derneğidir. Yeni üyelerle birlikte kurulda özellikle OSB'ler ve teknoloji geliştirme bölgelerinin ağırlığı artmıştır. Sivil kesimdeki yeni üyeyse 2017 yılında OSTİM Vakfı tarafından kurulan OSTİM Teknik Üniversitesi'dir (OSTİM Vakfı 2025). Söz konusu vakıf üniversitesinin de genel olarak OSB'lerin ve özel olarak OSTİM

OSB temsilcisinin ağırlığını artırdığını düşünmek mümkündür. 2022 sonrasında ANKARAKA kalkınma kurulunda yönetim kurulu için yapılan seçimler üye kompozisyonundaki içeriği ve tercihlerin devamlılığını yansıtmaktadır. MÜSİAD, OSTİM OSB ve ODTÜ Teknokent temsilcileri bu dönemde yönetim kuruluna yeniden seçilmiştir (ANKARAKA 2022). İSTKA'yla karşılaştırıldığında ANKARAKA'daki tercihlerin OSB'ler ve teknoloji geliştirme bölgelerinin ağırlıklı olduğu bir sonuç verdiği, İSTKA'daysa iktidar ve sermaye çevreleriyle bağlantılı sivil kesim temsilcilerinin yönetim kurulu üye seçimlerinde öne çıktığı anlaşılmaktadır. Dolayısıyla her iki örnekte de pragmatik tercihler söz konusu olmakla birlikte tercihlerin içeriği ve üye kompozisyonundaki ağırlıklar belirli ölçüde farklılaşmaktadır.
İZKA da ilk iki örnekten belirli noktalarda ayrışmakla birlikte sermaye çevrelerinin öne çıktığı ortak eğilimi paylaşmaktadır. 2017 ve 2022'de ilan edilen listelere göre İZKA kalkınma kurulu üyeliklerinin dağılımı şu şekildedir:

Kesim	**2017**	**2022**
Kamu kesimi	19	30
Özel kesim	9	15
Sivil kesim	3	5
Toplam	31	50

Tablo 3. İZKA kalkınma kurulu üyelerinin dağılımı (2017-2025)

2017'de İZKA kalkınma kurulunda kamu kesimi yaklaşık olarak %61, özel kesim %29 ve sivil kesim %10 temsil oranına sahiptir. Aynı yıl itibariyle İSTKA ve ANKARAKA örnekleriyle karşılaştırıldığında İZKA'da özel ve sivil kesim aleyhine bir dağılım ortaya çıkmış ve kamu kesiminin payı daha yüksek seviyeye ulaşmıştır. 2022 listesindeyse kamu kesimi %60, özel kesim %30 ve sivil kesim %10 oranında paya sahiptir. İZKA'da 2017'de ve 2022'de temsil oranlarının kamu kesimi lehine olduğu görülmektedir.
2017 itibariyle özel kesim temsilcilerinin beşi meslek odası, odalar birliği, ticaret borsası veya ihracatçı birliği, biri şirket, biri serbest bölge kurucu ve işleticisi şirket, biri OSB ve biri iş adamı derneğidir. Özel kesimin ağırlıklı olarak odalar ve borsalardan oluştuğu görülmektedir. Sivil kesimdeyse ikisi vakıf üniversitesi ve biri spor kulübü derneği olmak üzere üç temsilci bulunmaktadır. Bunlardan İzmir Ekonomi Üniversitesi'nin İzmir Ticaret Odası Eğitim ve Sağlık Vakfı tarafından (İzmir Ekonomi Üniversitesi 2025), Yaşar Üniversitesi'ninse Yaşar Holding'le bağlantılı Selçuk Yaşar Spor ve Eğitim Vakfı tarafından kurulduğu (Yaşar Topluluğu 2025) hesaba katıldığında söz konusu sivil kesim temsilcileriyle birlikte sermaye kesimiyle bağlantılı temsilin genişlediği görülmektedir. İZKA kalkınma kurulunda sivil kesim "sermaye tabanlı" nitelik taşımaktadır. Bu üye kompozisyonuyla 11 Aralık 2019'da yapılan toplantıda yönetim kuruluna seçilen üyeler MÜSİAD, İzmir Ticaret Borsası (İTB) ve İzmir Esnaf ve Sanatkârlar Odaları Birliği temsilcileri olmuştur (İZKA 2020: 20). İTB temsilcisi aynı zamanda TOBB Yönetim Kurulu ve TÜSİAD üyesidir (TOBB 2025). MÜSİAD temsilcisi ANKARAKA'da da olduğu üzere İZKA yönetim kuruluna seçilmiştir.
2022 listesiyle İZKA kalkınma kuruluna dahil olan özel kesimin yeni temsilcilerinden ikisi OSB, ikisi teknoloji geliştirme bölgesi, ikisi kooperatif, biri meslek odası ve üçü iş adamı derneğidir. ANKARAKA'da olduğu gibi İZKA'da da OSB'ler ve teknoloji geliştirme bölgeleri sayıca artmıştır. Buna ek olarak ASKON'un da içinde bulunduğu sermaye örgütleriyle kalkınma kurulundaki sermaye çevrelerine yönelik eğilimin sürdüğünü söylemek mümkündür. 2022 listesinde sivil kesime dört yeni üye eklenmiştir. Bunlardan ikisi, İSTKA kalkınma kurulunda da olan, Birlik Vakfı ve İlim Yayma Cemiyeti'nin (İYC) İzmir şubeleridir. Ege Orman Vakfı aynı zamanda TÜSİAD üyesi olan Cem Bakioğlu'nun kurduğu ve yöneticiliğini sürdürdüğü bir vakıftır (Enda 2025). Son üyeyse kamu yararına çalışan dernek statüsü taşıyan Kızılay'ın İzmir şubesidir. Birlik Vakfı'nın ve İYC'nin tabloya eklenmesi sivil kesim açısından İSTKA örneğine benzer şekilde iktidar ve bağlantılı sermaye çevrelerinin ağırlığını artırma

potansiyeli taşımaktadır. Ege Orman Vakfı da TÜSİAD'la bağlantılı bir aktör olarak kalkınma kurulunda yerini almaktadır.

2022 sonrasında kalkınma kurulunda yönetim kuruluna seçilen üyelere bakıldığında da önceki evredeki eğilimin sürdüğü görülmektedir. 11 Haziran 2024'te MÜSİAD ve İTB temsilcileri yönetim kuruluna tekrar seçilmiştir. Diğer üyeyse önceki dönemden farklı olarak, Ege Serbest Bölgesi'ni yöneten şirket olan ESBAŞ'tır. Buna ek olarak kalkınma kurulu başkan vekilliğine de kalkınma kuruluna 2022'de dahil olan İYC temsilcisi seçilmiştir (İZKA 2024). Sonuç olarak İZKA kalkınma kurulunda kamu kesimi ağırlıklı dağılımın ortaya çıktığı 2017 sonrası dönemde de yönetim kuruluna seçilen üyeler açısından özel kesimin ve özel kesim içinde de daha önceki dönemlerle büyük ölçüde aynı aktörlerin öne çıktığı bir tablo oluşmuştur.

SONUÇ

Araştırmanın bulgularına göre kurulların üyeleri sermaye çevrelerinin öne çıktığı pragmatik tercihlerle belirlenmektedir. Kamu kesiminin üyeler arasında baskın olduğuna yönelik iddialar gerçeklikle tam olarak uyuşmamaktadır. Örneğin İSTKA'da özel ve sivil kesim temsilcileri çoğunluğu oluşturmayı sürdürmüştür. İZKA ve ANKARAKA'da kamu kesimi lehine ortaya çıkan ağırlıksa söz konusu iddiaları kısmen desteklemektedir. Bunun ötesinde kurulların üyelerinin büyük bölümü iktidar ve sermaye çevreleriyle bağlantılıdır. Sivil kesim temsilcilerinin de genel olarak "sermaye tabanlı" niteliğe yakın oldukları anlaşılmaktadır. Katılım ve demokrasi odaklı ideal bir yönetişim perspektifi söz konusu durumu değerlendirmek için kısıtlara sahiptir. Aktörler arası ilişkilerin ve tercihlerin içeriğine, katılım ve demokrasi açısından hangi aktörlerin ve tercihlerin öne çıktığına odaklanmak kalkınma kurullarındaki yönetişim deneyimini açıklamada daha elverişli bir zemin sağlamaktadır.

KAYNAKÇA

Akbaş İ. (2017). Kalkınma ajanslarında aktörler arasındaki ilişkiler: Güney Ege Kalkınma Ajansı. Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, 13 (13), 440-455.

Akpınar R. (2017). Yerel yönetişimin yeni bir kurumsal aracı olarak kalkınma kurulları: İzmir kalkınma kurulunda nitel bir araştırma. Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 28, 297-310.

ANKARAKA (2019). Ankara Kalkınma Ajansı 2019 yılı I. kalkınma kurulu sonuç bildirgesi. Erişim tarihi: 28.10.2025, https://ankaraka.org.tr/ankara-kalkinma-ajansi-2019-yili-i-kalkinma-kurulu-sonuc-bildirgesi

ANKARAKA (2022). Ankara Kalkınma Ajansı 2022 yılı kalkınma kurulu toplantısı sonuç bildirgesi. Erişim tarihi: 29.10.2025, https://ankaraka.org.tr/ankara-kalkinma-ajansi-2022-yili-kalkinma-kurulu-toplantisi-sonuc-bildirgesi

Arslan F. (2016). Yönetişimsiz yönetimler: Türkiye'de kalkınma ajansları. Çağdaş Yerel Yönetimler, 25 (2), 29-52.

Arslan Ö. (2021). Türkiye'deki bölgesel kalkınma ajanslarına alternatif bir model: çoklu tip il kalkınma ajansları. Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 20 (78), 819-843.

Balcıoğlu M. (2021). Bölgesel kalkınmada kurumlar arası işbirliğinin sosyal ağ analizi ile incelenmesi: TR33 bölgesi örneği. Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 45, 289-306.

Birlik Vakfı (2025). Kurucular kurulu. Erişim tarihi: 24.10.2025, https://birlikvakfi.org.tr/Kurucular-Kurulu-y1517.html

Coşkun B, Almalı V. (2020). Türkiye'de kalkınma ajansları: DAKA'nın kalkınma kurulu üyeleri perspektifinden değerlendirilmesi. Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 8, 221-232.

Çelik F. (2018). İzmir Kalkınma Ajansı örneğinde Kalkınma Kurulu'nun yönetişim yaklaşımı ile analizi. Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8 (2), 364-386.

DDK (Devlet Denetleme Kurulu) (2014). Türkiye'nin kalkınma ajansları uygulamasının değerlendirilmesi. Ankara: DDK Yayınları.
Dünya Etnospor Birliği (2025). Yönetim kurulu. Erişim tarihi: 25.10.2025, https://worldethnosport.org/tr/yonetim-kurulu
Enda (2025). Cem Bakioğlu. Erişim tarihi: 20.11.2025, https://www.endaenerji.com.tr/enda-hakkinda-yonetim-kurulu/1029/cem-bakioglu-baskan.aspx
Güler BA. (2009). Kalkınma davasının terk edilmesi: AB, bölge ve eşraf severlik. Memleket Siyaset Yönetim (MSY), 4 (11), 44-67.
İKSV (2025). İKSV. Erişim tarihi: 23.10.2025, https://iksv.org/tr/hakkimizda/iksv
İKV (2025). İktisadi Kalkınma Vakfı. Erişim tarihi: 23.10.2025, https://www.ikv.org.tr/ikv.asp?ust_id=2&id=10
İlim Yayma Vakfı (2025). Mütevelli heyeti. Erişim tarihi: 23.10.2025, https://www.iyv.org.tr/tr/mutevelli-heyeti
İSTKA (2019). 2018 yılı faaliyet raporu. Erişim tarihi: 20.10.2025, https://www.istka.org.tr/media/131583/istanbul-kalk%C4%B1nma-ajans%C4%B1-2018-y%C4%B1l%C4%B1-faaliyet-raporu.pdf
İSTKA (2025). Hakkımızda. Erişim tarihi: 26.10.2025, https://www.istka.org.tr/hakkimizda
İzmir Ekonomi Üniversitesi (2025). Tarihçemiz. Erişim tarihi: 20.10.2025, https://www.ieu.edu.tr/tr/tarihce
İZKA (2020). 2019 yılı faaliyet raporu. Erişim tarihi: 16.11.2025, https://izka.org.tr/wp-content/uploads/pdf/faaliyet_raporu_2019.pdf
İZKA (2024). Kalkınma kurulu toplantısı gerçekleştirildi. Erişim tarihi: 17.11.2025, https://izka.org.tr/kalkinma-kurulu-toplantisi-gerceklestirildi/
Karasu K. (2015). Kalkınma ajansları: "modelimi kaybettim, hükümsüzdür" (ölçek siyasetinin yerelliği). Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, 70 (2), 273-316.
Kutlu SZ, Görün M. (2016). Kalkınma ajanslarında merkezi ve yerel unsurların etkisi: kalkınma ajanslarının Türkiye uygulaması üzerine bir değerlendirme. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi, 1 (2), 15-36.
OSTİM Vakfı (2025). Tarihçe. Erişim tarihi: 5.11.2025, https://www.ostimvakfi.com/tr/detay/sayfalar/ekosistem/205143
TGTV (2025). Vakıf organları. Erişim tarihi: 23.10.2025, https://www.tgtv.org.tr/vak%C4%B1f-organlar%C4%B1
TOBB (2025). TOBB yönetim kurulu: Işınsu Kestelli - üye. Erişim tarihi: 20.11.2025, https://www.tobb.org.tr/YonetimKurulu/Sayfalar/IsinsuKestelli.php
TOBB ETÜ (2025). TOBB. Erişim tarihi: 4.11.2025, https://www.etu.edu.tr/tr/kurumsal/tobb
Türkiye Teknoloji Takımı Vakfı (2025). Hakkımızda. Erişim tarihi: 23.10.2025, https://www.t3vakfi.org/tr/hakkimizda/ekibimiz/
Yaşar Topluluğu (2025). Selçuk Yaşar Spor ve Eğitim Vakfı. Erişim tarihi: 20.11.2025 https://www.yasar.com.tr/tr/vakiflar/detay/SELCUK-YASAR-SPOR-VE-EGITIM-VAKFI/78/133/0
2006/10550 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı, RGT: 6/7/2006, 26220.
2016/9112 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı, RGT: 19/8/2016, 29806.
2017/10800 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı, RGT: 6/12/2017, 30262.
4 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi, RGT: 15/7/2018, 30479.
5308 sayılı Cumhurbaşkanı Kararı, RGT: 18/3/2022, 31782.

EMTİA FİYATLARININ SANAYİ ÜRETİMİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: TÜRKİYE'DEN KANITLAR

Erhan İŞCAN
Cukurova University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics, 01250 Saricam, Adana
ORCID: 0000-0001-6068-6698

ÖZET
Emtia fiyatları 2000'li yıllardan sonra küresel talebin ve kısmen finansallaşmanın etkisiyle birlikte giderek artmıştır. Küresel ekonomik büyümenin yarattığı talep artışını takip eden çeşitli küresel kriz dönemleri ve finansallaşmasının da etkisiyle volatilitenin de arttığı gözlemlenmektedir. Emtialar imalat sanayi başta olmak üzere her sektör için oldukça önemli olduğundan fiyatlarının değişimi makroekonomik istikrarı etkilemektedir. Tüm sektörler için önemli olan emtia veya emtia grubunun fiyatları farklı iken enerji fiyatları tüm sektörler için, metal fiyatları ise özellikle imalat sanayi için ve gıda fiyatları ise gıda sektörü için özel önem taşımaktadır. Diğer taraftan küresel etkenler nedeniyle değişen emtia fiyatlarının makroekonomik istikrar üzerine olumlu veya olumsuz etkisini tespit etmek oldukça önem taşımaktadır. Özellikle yükselen veya düşen fiyatların makroekonomik istikrar ve sektörlere etkisi beklenmedik yönlerde olabileceğinden her ülke ve sektör özelinde farklı dönemler için bu etkinin analiz edilmesi gerekmektedir. Bu çerçevede reel ekonomiyi etkileyen en önemli faktörlerden birisi olan emtia fiyatlarını reel sektör üzerine etkisini analiz etmek çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır. Bu temel amacı gerçekleştirmeye yönelik olarak özellikle sanayi girdileri olan emtia fiyatlarının reel sektörün aktivitesinin izlendiği temel bir gösterge olan sanayi üretim endeksi üzerine olan etkisi analiz edilecektir. Ayrıca, döviz kuru, kredi hacmi ile işgücü maliyetleri gibi etkenler ile birlikte emtia fiyatlarının ve özellikle enerji ve metal fiyatlarının sanayi üretimi üzerine olan etkisinin açıklanması politika yapıcılar için yüksek önem taşımaktadır.
Anahtar Kelimeler: Emtia Fiyatları, Sanayi Üretim Endeksi, Kredi Hacmi, İşgücü Maliyetleri, Döviz Kuru

IMPACT OF COMMODITY PRICES ON INDUSTRIAL PRODUCTION: EVIDENCES FROM TURKEY

ABSTRACT
Commodity prices have steadily increased since the 2000s, driven by global demand and, to some extent, financialization. The increase in demand stemming from global economic growth, followed by various global crises and the impact of financialization, has led to increased volatility. Since commodities are crucial for every sector, especially manufacturing, changes in their prices affect macroeconomic stability. While the prices of commodities or groups of commodities differ for all sectors, energy prices are particularly important for all sectors, metal prices especially for manufacturing, and food prices for the food sector. Furthermore, determining the positive or negative impact of fluctuating commodity prices on macroeconomic stability due to global factors is crucial. Because the effects of rising or falling prices on macroeconomic stability and sectors can be unpredictable, it is necessary to analyze this effect for each country and sector for different periods. Within this framework, analyzing the impact of commodity prices, one of the most important factors affecting the real economy, on the real sector constitutes the main objective of this study. To achieve this fundamental objective, the impact of commodity prices, particularly industrial inputs, on the industrial production index—a key indicator for monitoring real sector activity—will be analyzed. Furthermore, explaining

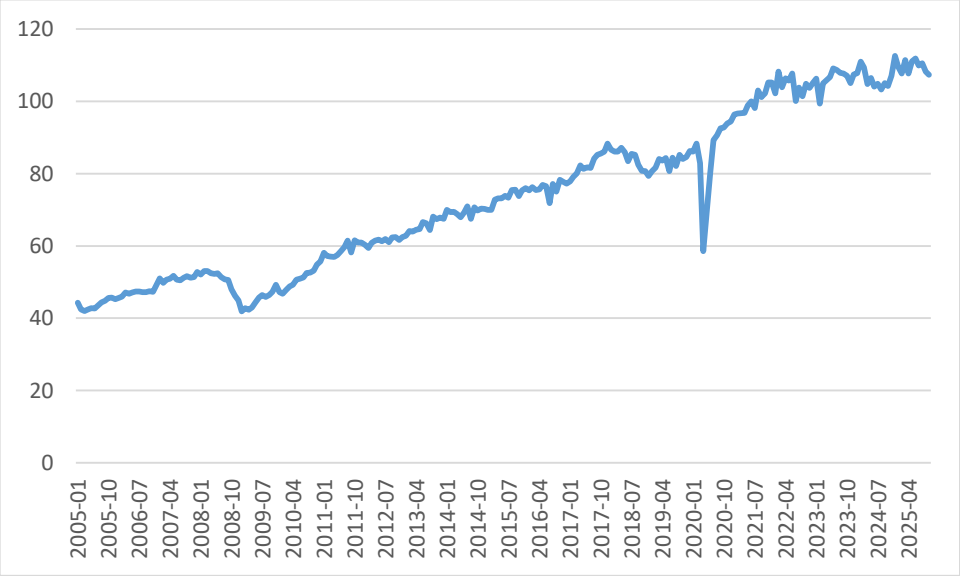
the impact of commodity prices, especially energy and metal prices, along with factors such as exchange rates, credit volume, and labor costs, on industrial production is of great importance to policymakers.

Keywords: Commodity Prices, Industrial Production Index, Credit Volume, Labor Costs, Exchange Rate

1. GİRİŞ

Sanayi üretiminin artışı ile ekonomi büyümekte ve bu büyüme toplum refahının artışına katkı sağlamaktadır. Bu çerçevede sanayi üretim endeksinin değişimi ise reel ekonomik aktiviteyi yansıtan bir gösterge olarak oldukça yüksek önem taşımaktadır. Sanayi Üretim Endeksi belirli bir referans dönemine göre sanayi sektöründeki üreim miktarında meydana gelen değişimleri ölçemektedir. Bu çerçevede Sanayi Üretim Endeksi ekonomide üretim gücünü göstermesi nedeniyle ekonomik büyüme potansiyeline dair çok güçlü sinyallere veren bir gösterge olarak değerlendirilmektedir. Gayrisafi Yurtiçi Hâsıla ekonomik aktiviteyi izlemek için en önemli gösterge olsa da aylık olarak yayınlanıyor ve bir ekonomik aktivite ile yakın ilişkili olması nedeniyle Sanayi Üretim Endeksi öne çıkmaktadır. Bu noktada GSYİH'nın bir öncü göstergesi olarak değerlendirebileceğimiz Sanayi Üretim Endeksinin izlenmesinin önemi artmaktadır (Duarte vd., 2021; Kabundi vd., 2022, Koltz vd., 2014; Liu ve Serletis vd., 2022; Matsumoto vd., 2023).

Şekil 1'de görüleceği üzere Türk ekonomisinin sanayi kesimin de meydana gelen değişimleri Sanayi Üretim Endeksi ile izlenebilmektedir. Ocak 2005'te 40'ın üzerinde olan Sanayi Üretim Endeksi 2008 yılının ikinci çeyreğine kadar yükselişini sürdürmüştür. Fakat 2008 yılında yaşanan Küresel Finans Krizi nedeniyle 40 seviyesine gerileyen Sanayi Üretim Endeksi krizin etkilerinin geçmesiyle birlikte 2018 yılına 80 seviyesinin üzerine yükselmiştir. 2018 yılında her ne kadar sanayi üretiminde düşüş yaşansa da 80 seviyesinden tekrar yükselerek COVID-19 pandemisinden önce 90 seviyesine kadar gelmiştir. Fakat COVID-19 pandemisi ile birlikte ani bir düşüşle 60 seviyesinin altına gerilemiştir. Kısa bir süre içerisinde tekrar yükselen sanayi üretimi özellikle yurtdışı etkenler nedeniyle dalgalanarak 110 seviyesinin üzerine yükselmiştir. Bu noktada gerek yurtiçi gerekse de yurtdışı ekonomik ve politik olaylardan etkilendiğini gördüğümüz sanayi üretiminin hangi makroekonomik değişkenlerden etkilendiğinin anlaşılmasının özel önem taşıdığı görülmektedir. En önemli iki örnek olarak 2008 Küresel Finans Krizinin ve 2020 COVID-19 pandemisinin küresel olaylara etkisi olarak ifade edilebilir. Pandemi sonrası döneme baktığımızda ise Ukrayna-Rusya Savaşı ile 6 Şubat Depremi sanayi üretimini etkileyen örnekler olarak gösterilebilir.



Şekil 1. Sanayi Üretim Endeksi (2005-2025)

Bu çerçevede çalışmanın temel amacı sanayi üretiminin önemli bir göstergesi olan sanayi üretim endeksine döviz kuru, kredi hacmi, emtia fiyatları ve işgücü maliyetlerinin etkisini araştırmaktır.

2. VERİ, YÖNTEM VE BULGULAR

Sanayi Üretim Endeksi Türkiye İstatistik Kurum tarafından hesaplanan sanayi sektörünün gelişimini göstermekte ve madencilik, imalat ve elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme ve dağıtım sektörlerindeki sanayi kuruluşları tarafından üretilen fiziksel çıktıdaki değişimi ölçmektedir. Çalışmanın amacı çerçevesinde modelin bağımsız değişkeni olarak Sanayi Üretim Endeksi olarak belirlenmiştir. Çalışmada döviz kuru, kredi hacmi, emtia fiyatları ve işgücü maliyet endeksi ise bağımsız değişkenler olarak belirlenmiştir. Döviz kuru ve kredi hacmi değişkenleri Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Elektronik Veri Dağıtım Sisteminden elde edilmiştir. Emtia fiyatları ise Uluslararası Para Fonu veri tabanından elde edilmiştir. Döviz kuru olarak ABD Doları uluslararası ticarette kullanılıyor olması nedeniyle TCMB ABD Doları Efektif Satış Kuru tercih edilmiştir. Döviz kuru değişiminin gelirleri ve maliyetleri değiştirmesi nedeniyle önem taşımaktadır. Örneğin, döviz kurundaki bir artış uluslararası ticarette rekabet gücünün artmasına yol açacak olması nedeniyle üretimin artmasına yol açacaktır. Diğer taraftan döviz kurundaki bir artışın maliyetleri arttıracak olması sebebiyle de sanayi üretiminde bir değişime yol açacaktır. Finansal büyümenin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi literatürde çok iyi bilinen bir araştırma konusudur. Finansal büyümenin en önemli göstergelerinden birisi de kredi hacmi olduğundan modele bağımsız değişken olarak eklenmiştir. Kredi hacminin Türkiye'de ekonomik büyümenin en önemli faktörlerinden birisi olup artışı sanayi üretimini arttırmaktadır. Enerji, gıda ve metal girdiler başta olmak üzere emtia fiyatları girdi maliyetlerinin arttıran ve küresel olaylardan etkilenen önemli bir değişkendir. Fakat emtia fiyatlarındaki değişim sanayi üretimine her ülkenin sanayisinin üretim yapısına bağlı olarak farklı etkide bulunmaktadır. Son olarak da işgücü maliyet endeksi bağımsız değişken olarak kullanılmıştır. İşgücü maliyetlerindeki artış üretim maliyetlerini arttırması nedeniyle sanayi üretimi üzerinde negatif etkide bulunması beklenmektedir. 2008 Küresel Finans Krizi sonrası olan 2010Ç1 ve 2025Ç2 dönemi analiz edilmiştir.

Bu çerçevede Sanayi Üretim Endeksine bu dört bağımsız değişkenin etkisi araştırılacaktır. Zaman serisi analizlerinde öncelikle serilerin durağanlık özelliklerini dikkate almak gerekmektedir. Serilerin durağanlığını birim kök testi ile tespit edilmiş olup aşağıdaki tabloda sonuçlar sunulmuştur.

Tablo 1. Birim Kök Testi Sonuçları

DEĞİŞKEN	SÜE	DK	KH	EMT	İME
ADF	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)
PP	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)

Tablo 1'de görüldüğü üzere tüm değişkenler birinci dereceden bütünleşik olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre eşbütünleşme testini uygulanabilmesi mümkün olup gözlem sayısının görece düşük olması nedeniyle ARDL Sınır Testi yaklaşımı tercih edilmektedir (Pesaran, Shin ve Smith, 2001).

ARDL Sınır Testinin uygulanması sonucunda değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunmaktadır.

Tablo 2. ARDL Sınır Testi Sonucu

F-İST	*I(0)*	*I(1)*
10.68482	2.26	3.48

Eşbütüleşme ilişkisinin bulunmasıyla modelin uzun dönemli katsayıları FMOLS, DOLS ve CCR yöntemleri kullanılarak tahmin edilmektedir. Tablo 3'te ise tahmin edilen katsayılar sunulmaktadır.

Tablo 3. Uzun Dönem Katsayı Tahminleri

	FMOLS	DOLS	CCR
DK	0.231	0.123	0.288
KH	0.245	0.239	0.235
EMT	-0.035	-0.047	-0.030
İME	-0.248	-0.165	-0.257

Elde edilen bulgulara göre döviz kuru ve kredi hacmi ile sanayi üretimi arasında pozitif ilişki bulunmaktayken emtia fiyatları ile işgücü maliyet endeksi sanayi üretimini negatif etkilemektedir. Döviz kurundaki artışın her ne kadar maliyetleri arttırması söz konusu olsa da ihracatta rekabet gücünü arttırması nedeniyle sanayi üretimine toplam pozitif olduğu ifade edilebilecektir. Ayrıca kredi hacminin artışı sanayi üretimi üzerinde pozitif etkide bulunmaktadır. Özellikle Kredi Garanti Fonu gibi teşviklerle yaratılan reel kredi genişlemesinin sanayi üretiminin artışına yol açtığı görülmektedir. Diğer taraftan emtia fiyatlarının –özellikle enerji ve metal gibi sanayi girdileri olan emtialar- sanayi üretimini üzerinde maliyetleri arttırması nedeniyle negatif etkisi bulunmaktadır. Benzer olarak işgücü maliyetlerinin de maliyetleri arttırması nedeniyle sanayi üretimi üzerinde negatif etkide bulunmaktadır.

3. SONUÇ VE TARTIŞMA

Sanayi üretiminin artışı ekonomik büyüme ile beraber refahın artışı için politika yapıcıların önemli temel hedeflerindendir. Politika yapıcı sanayi üretimini arttıracak olan politika setini tercih edecek ve GSYİH'nin artışının ekonomik büyümeyi sağlayacaktır. Bu noktada politika yapıcı için hangi politikaları tercih edeceğini belirlemesi için ise sanayi üretimini etkileyen unsurları göz önüne alması gerekmektedir. Bu çalışmanın temel amacı ise sanayi üretimini temsil eden Sanayi Üretim Endeksini etkileyen etkenleri tespit etmektir. Çalışmanın temel amacına uygun olarak literatürde yapılan çalışmalara dayanarak döviz kuru, kredi hacmi, emtia fiyatları ve işgücü maliyetinin Sanayi Üretim Endeksi üzerine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre Sanayi Üretim Endeksi üzerine döviz kuru ile kredi hacminin pozitif ve emtia fiyatları ile işgücü maliyetinin pozitif etkisi bulunmaktadır.

Bu sonuçlar politika yapıcılara tercih edilecek politika seti için önemli bilgiler vermektedir. Öncelikle döviz kurunun sanayi üretim pozitif etkisinin olması dikkati çekmektedir. Döviz kurunun artışı hem sanayi sektörünün gelirinin artışına hem de maliyetlerin yükselmesine neden olmaktadır. Modelin uzun dönem katsayı tahmin sonuçlarına göre net etkinin pozitif olduğu görülmektedir. Özellikle kur artışının ihracat yapan firmaların rekabet gücünü arttırması nedeniyle gelirleri artmaktadır. Her ne kadar döviz kurunun artışıyla birlikte maliyetlerin artacağını düşünsek de ülkemizde enerji fiyatlarında kontrol olması nedeniyle maliyetler artmamaktadır. Diğer taraftan kredi hacmindeki artış ve Kredi Garanti Fonu gibi teşvik mekanizmalarının Sanayi Üretim Endeksi üzerine olumlu etkide bulunmaktadır. Fakat emtia fiyatlarındaki ve işgücü maliyetlerindeki artış sanayi üretimini azaltmaktadır. İhracat yönelik üretim yapabilmek için hammadde gerekliliği emtia fiyatlarındaki artışın maliyetleri artırmasına sebep olmaktadır. Ayrıca iş gücü maliyetlerindeki artışların da maliyetlerini arttırması sebebiyle sanayi üretiminin düştüğünü görebilmekteyiz.

Sonuç olarak politika yapıcı sanayi üretimini etkileyen etkenleri dikkate alarak politika setini tercih etmesi yüksek önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

Duarte, A. M. A., Gaglianone, W. P., de Carvalho Guillén, O. T., & Issler, J. V. (2021). Commodity prices and global economic activity: a derived-demand approach. Energy Economics, 96, 105120.

Kabundi, A., Nagle, P., Ohnsorge, F., & Yamazaki, T. (2022). Causes and consequences of industrial commodity price shocks. In Commodity Markets: Evolution, Challenges, and Policies. World Bank Washington, DC.

Klotz, P., Lin, T. C., & Hsu, S. H. (2014). Global commodity prices, economic activity and monetary policy: The relevance of China. Resources Policy, 42, 1-9.

Liu, J., & Serletis, A. (2022). World commodity prices and economic activity in advanced and emerging economies. Open Economies Review, 33(2), 347-374.

Matsumoto, A., Pescatori, A., & Wang, X. (2023). Commodity prices and global economic activity. Japan and the World Economy, 66, 101177.

Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. Journal of applied econometrics, 16(3), 289-326.

TÜRKİYE'DE REEL SEKTÖRÜN ENFLASYON BEKLENTİSİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Erhan İŞCAN
Cukurova University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics, 01250 Saricam, Adana
ORCID: 0000-0001-6068-6698

ÖZET
Fiyat istikrarı modern merkez bankalarının en önemli amacı olup bu amaca ulaşabilmek için uygulayacakları politikaların başarı koşulu gelecekteki enflasyon oranı ile ilgili beklentileri yönetebilmek olarak ifade edilebilecektir. Enflasyon beklentileri "kendi kendini gerçekleştiren kehanet" olarak makroekonomik istikrar için önemli göstergelerdendir. Özellikle hanehalkının enflasyon beklentileri literatürde birçok çalışmanın konusu olmuş ve çeşitli faktörlerin etkileri analiz edilerek açıklanmıştır. Fakat hanehalkının beklentilerinin yanı sıra reel sektörün enflasyon beklentilerine etki eden unsurların tespit edilmesi de önem taşımaktadır. Bu noktada reel sektörün makroekonomik göstergeler ile ilgili daha hassas olmaları ve daha fazla enformasyonu değerlendirebilmeleri reel sektörün enflasyon beklentilerinin politika yapıcılar için daha önemli görülmesine neden olmuştur. Reel sektörün yatırım maliyetlerini, işgücünün ücret pazarlıklarını ve hammadde fiyatlarını tahmin ederek ürün fiyatlarını belirledikleri düşünüldüğünde reel sektörün enflasyon beklentisinin neden yüksek önem taşıdığı anlaşılacaktır. Bu çerçevede çalışmanın temel amacı reel sektörün enflasyon beklentilerine emtia fiyatlarının, işgücü maliyetlerinin, kredi hacminin ve döviz kurunun etkisinin analiz edilmesidir. Elde edilen sonuçlar ile reel sektörün enflasyon beklentilerinin nasıl oluştuğunun anlaşılması sağlanacak ve politika seti tercihinde yol gösterici olacaktır. Bu noktada makroekonomik istikrarın en önemli unsuru olan fiyat istikrarının sağlanması için bu sonuçlar yüksek önem taşımaktadır. Beklentilerin çıpalanması ve enflasyon katılığının kırılması için politika yapıcıların reel sektörün enflasyon beklentilerinin nedenlerinin anlamasını sağlaması ile katkı sağlayacaktır.
Anahtar Kelimeler: Reel Sektör, Enflasyon Beklentisi, Döviz Kuru, Emtia Fiyatları

FACTORS AFFECTING THE REAL SECTOR'S INFLATION EXPECTATIONS IN TURKEY

ABSTRACT
Price stability is the most important goal of modern central banks, and the success of the policies they implement to achieve this goal can be expressed as managing expectations regarding the future inflation rate. Inflation expectations are important indicators for macroeconomic stability, considered a "self-fulfilling prophecy." Household inflation expectations, in particular, have been the subject of many studies in the literature, and explained by analyzing the effects of various factors. However, identifying the factors affecting the real sector's inflation expectations, in addition to household expectations, is also important. At this point, the real sector's greater sensitivity to macroeconomic indicators and its ability to evaluate more information has led to the real sector's inflation expectations being considered more important by policymakers. Given that the real sector determines product prices by estimating investment costs, labor wage negotiations, and raw material prices, it becomes clear why the real sector's inflation expectations are of high importance. Within this framework, the main objective of this study is to analyze the impact of commodity prices, labor costs, credit volume, and exchange rates on the real sector's inflation expectations. The results obtained will provide an understanding of how the real sector's inflation expectations are formed and will guide policy

set selection. At this point, these results are of paramount importance for achieving price stability, which is the most crucial element of macroeconomic stability. This will contribute to anchoring expectations and breaking inflationary rigidity by enabling policymakers to understand the reasons behind the real sector's inflation expectations.
Keywords: Real Sector, Inflation Expectations, Exchange Rate, Commodity Prices

1. GİRİŞ

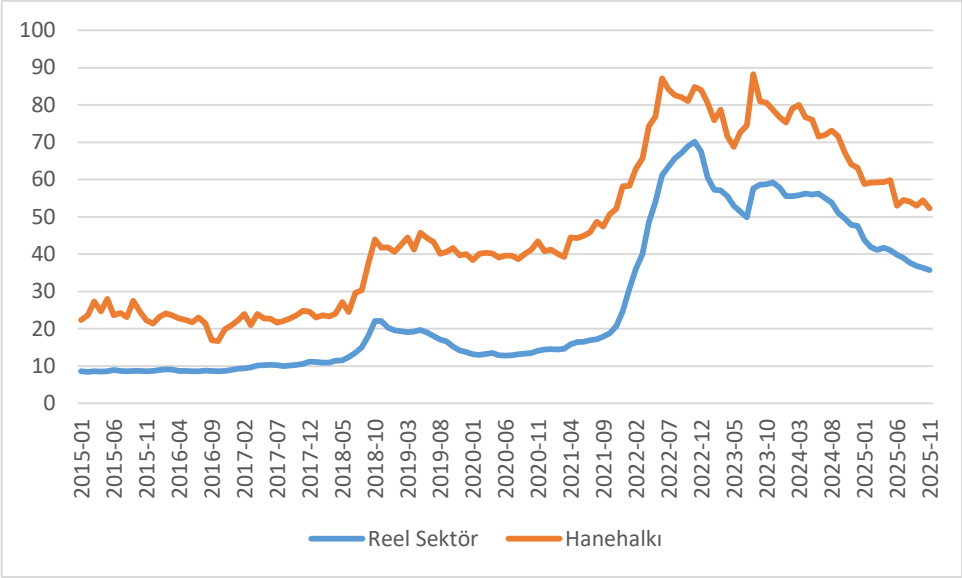
Modern merkez bankalarının temel amacı fiyat istikrarını sağlamak olup politika tercihlerini bu yönde yapmaktadırlar. Bu nedenle fiyat istikrarını etkileyen etkenleri etkinin yönü ile gücünü tespit etmek oldukça önem taşımaktadır. Literatürde bulunan çalışmalarda döviz kuru ve enerji fiyatları başta olmak üzere birçok makroekonomik değişkenin fiyat istikrarını etkilediği bulgularını elde etmişlerdir. Fakat fiyat istikrarını etkileyen en kritik değişken olarak ekonomik ajanların gelecekteki fiyat hareketlerine dair beklentileri olduğu ifade edilmektedir. Çünkü ekonomik ajanların geleceğe dair fiyat beklentileri bugünkü fiyatlama davranışlarını ile üretim, yatırım ve tasarruf kararlarını etkilemektedir. Bu etkisi ile enflasyon beklentileri gerçekleşen enflasyonun en önemli nedeni olarak karşımıza çıkmaktadır. Fiyat istikrarının sağlanması veya sürdürülmesi için ekonomik ajanların enflasyon beklentilerini etkileyecek politikaların tercih edilmesinin gerekliliği karşımıza çıkmaktadır (Candio vd., 2024; Werning, 2022; Ferrando vd, 2024).

Ekonomik ajanların yani firmaların ve hane halklarının enflasyon beklentilerinin belirleyicilerini tespit etmek farklarını belirlemek açısında önem taşımaktadır. Politika yapıcısının politika setini tercih ederken bu farkları dikkate alınması gerekmektedir.

Ekonomik ajanların –hanehalkı ve reel sektör- enflasyon beklentisini ise Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası ölçmektedir.

Enflasyon beklentisinin kendi kendini gerçekleştiren kehanet olarak enflasyona etki eden en önemli etken olduğunu göz önüne aldığımızda bu değişime etki eden etkenleri belirlemek yüksek önem taşımaktadır. Bu nedenle çalışmanın temel amacı ise reel sektörün enflasyon beklentisini etkileyen etkenlerin yönünü ve gücünü belirlemektir. Literatürde bulunan çalışmalarda ülkelerin ekonomik yapısına ve sanayi sektörünün üretim karakterine bağlı olarak farklı makroekonomik değişkenler belirlenmiştir. Türk ekonomisinin ve özel olarak sanayi sektörünün yapısına bağlı olarak döviz kurunun, kredi hacminin ve işgücü maliyetlerinin enflasyon beklentilerinin en önemli kaynağı olduğu birçok çalışmada vurgulanmaktadır. Bu çalışmanın farklılığı ise bu değişkenlerin yanı sıra emtia fiyatlarının enflasyon beklentileri üzerinde etkisi araştırılmaktadır.

Şekil 1’de reel sektörün ve hanehalkının 12 ay sonrası yıllık enflasyon beklentileri görülmektedir. Göze çarpan en önemli bulgu reel sektörünün 12 ay sonrası yıllık enflasyon beklentisi incelenen dönem boyunca hanehalkının enflasyon beklentisinin altında olduğu görülmektedir. Ayrıca her iki ekonomik ajanında 12 ay sonrası yıllık enflasyon beklentisinin paralel olarak dalgalandığı da görülmektedir. Literatürde de birçok çalışmada ifade edildiği üzere 12 ay sonrası yıllık enflasyon beklentisi döviz kuru nedeniyle dalgalanabilmektedir. Her iki ekonomik ajanın 12 ay sonrası yıllık enflasyon beklentisinin kırıldığı dönemlere baktığımızda döviz kurunun ani artışlarıyla paralel olduğu görülmektedir.



Şekil 1. 12 ay sonrası yıllık enflasyon beklentileri (%)

2. VERİ, YÖNTEM VE BULGULAR

Reel sektörün 12 ay sonrası yıllık enflasyon beklentileri Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası tarafından piyasa Katılımcıları ve Tüketici Eğilim Anketi ile değerlendirilerek ölçülmektedir. Farklı sektörlerin tüketici enflasyonuna ilişkin 12 ay sonrası beklentilerinin karşılaştırmalı olarak izlenebilmesi amacıyla üretilen göstergelerdir (Sektörel Enflasyon Beklentileri Metaverisi). Bu çerçevede çalışmada kurulan modelin bağımsız değişkeni reel sektörün 12 ay sonrası yıllık enflasyon beklentileri; bağımsız değişken olarak ise döviz kuru, kredi hacmi, işgücü maliyet endeksi ve emtia fiyatları olarak belirlenmiştir. Döviz kuru, kredi hacmi ve iş gücü maliyet endeksi Türkiye Cumhuriyet Merkez bankası ve Türkiye İstatistik Kurumu veri tabanından elde edilmiştir. Emtia fiyatları ise Uluslararası Para Fonu veri tabanından elde edilmiştir. Model 2015Ç1 - 2025Ç2 dönemini kapsayan çeyreklik verilerle (42 gözlem) tahmin edilmiştir. Kullanılan son 10 yıllık veri seti, özellikle birçok farklı küresel ve yerel makroekonomik olayı içermesi nedeniyle oldukça önemli bilgiler taşımaktadır. Tüm değişkenlerin doğal logaritması alınmış olması nedeniyle katsayılar esneklik olarak yorumlanabilecektir.

Bu model ile reel sektörün 12 ay sonrası yıllık enflasyon beklentisi üzerine Döviz kuru kredi hacmi, işgücü maliyet endeksi ve emtia fiyatlarının etkisinin yönü ve gücü tahmin edilecektir. Serilerin durağanlık özelliklerini belirlemek için Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) testleri uygulanmıştır. Seriler arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin varlığı Pesaran, Shin ve Smith (2001) ARDL Bounds Test yöntemi ile test edilmiştir. Bu yöntemin seçilmesinin en temel sebebi her ne kadar serilerin bütünleşme dereceleri I(1) olsa da örneklem boyutunu görece küçük olmasıdır. Modelin uzun dönemli katsayılarını tahmin etmek içinse FMOLS, DOLS ve CCR yöntemleri kullanılmıştır.

Tablo 1. Birim Kök Testi Sonuçları

DEĞİŞKEN	RSEB	DK	KH	EMT	İME
ADF	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)
PP	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)
DF-GLS	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)

Tablo 1'de görüldüğü üzere tüm değişkenler birinci dereceden bütünleşiktir. Uzun dönemli ilişkinin varlığını test etmek için ARDL (4, 4, 2, 2, 4) modeli (AIC kriterine göre seçilmiştir) tahmin edilmiş ve sınır testi uygulanmıştır.

Tablo 2. ARDL Sınır Testi Sonucu

MODEL	F-İSTATISTIĞI	ALT SINIR I(0)	ÜST SINIR I(1)	SONUÇ
F(RSEB | DK, KH, EMT, İME)	10.12	2.56	3.49	Eşbütünleşme Var

Tablo 2'de görüldüğü üzere hesaplanan F-istatistiği (10.12), hem %5 hem de %1 anlamlılık düzeyindeki üst kritik sınır değerlerinin (sırasıyla 2.56 ve 3.49) üzerindedir. Elde edilen bu sonuca göre reel sektörün 12 ay sonrası yıllık enflasyon beklentisi ile döviz kuru, kredi hacmi, emtia fiyatları ve işgücü maliyetleri arasında güçlü, uzun dönemli ilişkisi bulunmaktadır.

Tablo 3. Uzun Dönem Katsayı Tahminleri

	FMOLS	DOLS	CCR
DK	1.673	1.311	1.780
KH	-2.164	-1.524	-2.372
EMT	0.679	0.430	0.745
İME	1.007	1.213	0.971

Tablo 3'te elde edilen bulgulara göre reel sektörün 12 ay sonrası yıllık enflasyon beklentisini üzerinde döviz kurunun, emtia fiyatlarının ve işgücü maliyet endeksinin pozitif ve kredi hacminin ise negatif etkisi bulunmaktadır. Diğer bir deyişle döviz kurunun, emtia fiyatlarının ve işgücü maliyet endeksinin artışı reel sektörün 12 ay sonrası yıllık enflasyon beklentisini artırmaktadır. Döviz kuru, emtia fiyatları ve işgücü maliyetlerinin üretim maliyetlerin arttıracağı nedeniyle enflasyon beklentisinin artacağı yönünde bulgular elde edilmiştir. Fakat kredi hacmindeki artış enflasyon beklentisini azaltmaktadır.

3. SONUÇ VE TARTIŞMA

Modern merkez bankacılığının en önemli hedefi olan fiyat istikrarını sağlamak için beklentileri çıpalamak yüksek önem taşıdığı sıklıkla vurgulanmaktadır. Bu çalışmada ise enflasyon beklentilerinin önemi nedeniyle reel sektörün 12 ay sonrası enflasyon beklentisi üzerine etki eden etkenler araştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre döviz kuru, emtia fiyatları ve işgücü maliyetlerinin enflasyon beklentisinin pozitif etkisi bulunmaktadır. Diğer taraftan kredi hacminin enflasyon beklentisi üzerine negatif etkisi bulunmaktadır.

Elde edilen bu sonuçlara göre döviz kuru istikrarının sağlanması büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, emtia fiyatlarındaki artışın reel sektörün enflasyon beklentileri üzerindeki etkisi enerji fiyatlarının önemini ortaya çıkarmaktadır. Diğer taraftan işgücü maliyetlerinin de reel sektörün enflasyon beklentileri üzerine etkisi dikkate alınmalıdır. Özellikle ücret artışlarının enflasyon hedeflerine dayalı olmasını sağlayan politika seti tercih edilebilecektir. Fakat kredi hacmindeki artış enflasyon beklentileri üzerindeki negatif etkisi uygulanan kredi genişlemesi politikalarının enflasyon üzerinde etkisi olmayabileceği bulgularına işaret etmektedir.

KAYNAKÇA

Candia, B., Coibion, O., & Gorodnichenko, Y. (2024). The Inflation Expectations of US Firms: Evidence from a new survey. Journal of Monetary Economics, 145, 103569.

Ferrando, Annalisa & Lamboglia, Sara & Rariga, Judit & Benatti, Nicola & Gkrintzalis, Ioannis, 2024. "The Survey on the Access to Finance of Enterprises: monetary policy, economic and financing conditions and inflation expectations," Economic Bulletin Articles, European Central Bank, vol. 7.

Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. Journal of applied econometrics, 16(3), 289-326.

Werning, I. (2022). Expectations and the Rate of Inflation (No. w30260). National Bureau of Economic Research.

RGB TABANLI RENK KAYDIRMALI ANAHTARLAMA MODÜLASYONUNDA SEMBOL VE BİT HATA OLASILIĞI İÇİN YENİ BİR YAKLAŞIM

Emin TUĞCU
Karadeniz Technical University, Of Faculty of Technology, Department of Electronics & Telecommunication Engineering 61080 Of, Trabzon
ORCID: 0000-0001-5308-3071

ÖZET
Görünür ışık haberleşmesi (VLC), geniş lisanssız bant genişliği, elektromanyetik girişime karşı olan bağışıklığı ve aynı anda hem aydınlatma hem de veri iletimi sağlayabilme özellikleri sayesinde geleneksel radyo frekans (RF) tabanlı haberleşme sistemlerine güçlü bir tamamlayıcı olarak teknoloji olarak öne çıkmaktadır. VLC sistemlerinde, IEEE 802.15.7 standardı ile tanımlanan renk kaydırmalı anahtarlama (CSK) modülasyonu, kırmızı-yeşil-mavi (RGB) ışık yayan diyotların (LEDs) kromatik bileşenlerinin değiştirilmesi yoluyla bilgi iletimini gerçekleştirmektedir. Ancak, CSK modülasyonunun hata performansının analitik olarak doğru biçimde modellenmesi, RGB uzayının üç boyutlu ve karmaşık yapısı nedeniyle önemli bir zorluktur. Özellikle, semboller arasındaki karar bölgelerinin doğrusal olmaması ve birçok sembolün birbirine çok yakın öklid uzaklıklarına sahip olması, klasik en küçük mesafe temelli hata analizi yaklaşımlarının doğruluğunu sınırlandırmaktadır. Bu makalede, VLC sistemlerinde kullanılan CSK modülasyonunda sembol hata oranı (SER) ve bit hata oranını (BER) değerlendirmek için yeni bir analitik çerçeve sunulmuştur. Geleneksel analitik yaklaşımlar, en küçük öklid mesafesi yaklaşımlarına dayanır ve bu da genellikle, özellikle düşük sinyal-gürültü oranı (SNR) koşullarında veya benzer mesafelerde birden fazla komşu sembolün varlığında, hatalı sonuçlara yol açar. Bu sınırlamaları gidermek için, bu çalışmada, üç boyutlu RGB uzayında göreceli öklid mesafelerine göre birden fazla en yakın sembolü içeren etkili bir komşu ağırlıklandırma modeli sunulmuştur. SER ve BER için kapalı form ifadeleri türetilmiştir. Elde edilen teorik sonuçlar Monte Carlo simülasyonları ile doğrulanmış ve birleşim üst sınırı sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Önerilen yöntem, hem 4-CSK hem de daha yüksek mertebeden CSK modülasyon şemaları için önemli ölçüde iyileştirilmiş analitik doğruluk göstermektedir. Aynı zamanda sonuçlar, modelin geniş bir SNR aralığında doğruluğunu koruduğunu göstermektedir.
Anahtar Kelimeler: görünür ışık haberleşmesi, renk kaydırmalı anahtarlama, bit hata oranı, sembol hata oranı

A NEW APPROACH FOR SYMBOL AND BIT ERROR PROBABILITY IN RGB-BASED COLOR-SHIFT KEYING MODULATION

ABSTRACT
Visible Light Communication (VLC) is a powerful complementary technology to traditional radio frequency (RF)-based communication systems owing to its wide unlicensed bandwidth, immunity to electromagnetic interference, and ability to provide both illumination and data transmission simultaneously. In VLC systems, color-shift keying (CSK) modulation, defined by the IEEE 802.15.7 standard, transmits information by altering the chromatic components of red, green, and blue (RGB) light-emitting diodes (LEDs). However, accurately modeling the error performance of CSK modulation analytically is a significant challenge because of the three-dimensional and complex structure of the RGB space. In particular, the nonlinearity of the decision regions between symbols and the fact that many symbols have very close Euclidean distances limit the accuracy of classical minimum-distance-based error analysis approaches. This paper presents a new analytical framework for evaluating the symbol error rate (SER) and

bit error rate (BER) in CSK modulation, which is used in VLC systems. Traditional analytical approaches rely on the minimum Euclidean distance approach, which often leads to erroneous results, particularly under low signal-to-noise ratio (SNR) conditions or when multiple neighboring symbols exist at similar distances. To overcome these limitations, this study presents an effective neighbor-weighting model that includes multiple nearest symbols based on relative Euclidean distances in a three-dimensional RGB space. Closed-form expressions for the SER and BER were derived. The obtained theoretical results were validated using Monte Carlo simulations and compared with the union bound results. The proposed method demonstrated significantly improved analytical accuracy for both the 4-CSK and higher-order CSK modulation schemes. Furthermore, the results show that the model maintains its accuracy over a wide range of SNRs.
Keywords: visible light communication, color shift keying, bit error rate, symbol error rate

1. GİRİŞ

Son yıllarda haberleşme teknolojilerindeki oluşan hızlı gelişim ve bunun sonucunda kullanıcı sayısının artması taşınan bilgi miktarını çok yüksek hızlarda artırmakta ve bu nedenle haberleşme için kullanılan RF spektrumu artık yetersiz kalmaktadır. Mobil haberleşme teknolojilerinin gelişimi incelendiğinde spektral verimliliğin teorik limitlere yaklaştığı görülmektedir (Damnjanovıc, A. ve ark., 2011). Bu noktada, radyo haberleşmesini etkilemeyecek bir haberleşme ortamı, mobil kullanıcı sayısının hızlı artışından dolayı oluşan talebin ve düşen teknolojik verimliliğin olumsuz etkisini ortadan kaldıracaktır. Son zamanlarda böyle bir haberleşme ortamı için "Görünür Işık Haberleşme" (VLC) uygun bir aday olarak önerilmektedir (IEEE Standard, 2011). Görülebilir ışık bölgesinde haberleşme için kullanılabilecek bant lisanslanmamış ve yaklaşık olarak 400 THz' dir. Ayrıca VLC optik tabanlı bir haberleşme sistemi olduğu için RF sistemlere göre bilgilerin daha güvenilir bir şekilde iletilmesine olanak sağlamaktadır.

VLC sistemlerinde genel olarak LED'ler ve fotodiyotlar (PD'ler) verici ve alıcı olarak kullanılır. LED olarak genellikle maliyet ve karmaşıklık nedenleriyle beyaz fosforlu LED'ler kullanılır. Bu LED'ler, optik spektrumu verimsiz kullandıkları için yüksek veri hızlarına erişim noktasında yetersizdirler (Chow, C. W. ve ark., 2011). Tek renkli LED'ler ile kıyaslandığında çok renkli LED tabanlı VLC sistemleri, daha yüksek modülasyon bant genişliği nedeniyle yüksek hızlı veri iletimi için büyük potansiyele sahiptir (Wang, Y. ve ark., 2015). IEEE 802.15.7 VLC standardı, kırmızı-yeşil-mavi (RGB) LED'ler olarak bilinen çok renkli beyaz LED'leri kullanan renk kaydırma anahtarlama (CSK) modülasyonunu getirmiştir (IEEE Standard, 2011). Hem istenen aydınlatma şartlarının sağlanması hem de yüksek veri hızlarına ulaşmak için önerilen CSK modülasyonunun 3 boyutlu RGB işaret uzayında tanımlanması semboller arasındaki karar bölgelerinin tam olarak belirlenmesini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle sembol hata oranının (SER) ve buna bağlı olarak bit hata oranının (BER) analitik olarak değerlendirilmesi zor bir problemdir. Bu problemin çözümü için literatürde araştırmacılar farklı çözümler sunmuşlardır. (Jia, L. ve ark., 2015) çalışmasında 3 boyutlu RGB uzayı 2 boyutlu uzaya dönüştürülerek CSK modülasyonu için SER analizi yapılmıştır. (Singh, R. ve ark. 2014) çalışmasında 3 boyutlu RGB işaret uzayında bir sembole en yakın komşu semboller arasındaki hata olasılığının hesaplanmasıyla SER analizi yapılmıştır. Bu çalışmada BER ise yaklaşık olarak türetilen SER ifadesinin her bir sembolün taşıdığı bit sayısına bölünmesiyle elde edilmiştir. BER ifadesinin bu şekilde elde edilmesi düşük SNR değerlerinde hatanın yüksek olmasına neden olmaktadır. (Singh, R. ve ark. 2015) çalışmasında ise semboller arasındaki hata olasılıklarının toplanmasıyla elde edilen birleşim üst sınırı için SER analizi yapılmıştır.

Bu çalışmada ise, 3 boyutlu RGB sembol uzayında en küçük öklid mesafesindeki sembole komşu sembollerin kümesinin belirlenip semboller arasındaki ikili geçiş olasılıklarının hesaplanmasıyla etkili komşu yaklaşımı olarak adlandırılan bir yöntem önerilmiştir. Önerilen

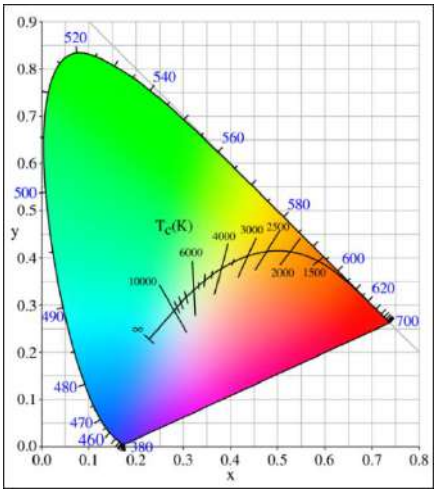
SER ifadesi işaret uzayında tüm ikili semboller arasındaki hata olasılıklarının toplandığı birleşim üst sınırı ile uyum göstermektedir. BER ifadesi etkili komşu yaklaşımı ile oluşturulan kümedeki semboller arasındaki geçiş olasılıklarının Hamming mesafeleri ile ağırlıklandırılması ile elde edilmiştir. Elde edilen birleşim üst sınırı, analitik ve benzetim çalışmalarına ait sonuçlar CSK modülasyonu için ilk olarak bu çalışma ile verilen analitik SER ve BER ifadelerini doğrulamaktadır.

Çalışmanın bundan sonraki kısmında ikinci bölümde CSK modülasyonu ve demodülasyonu genel hatlarıyla açıklanarak SER ve BER analizleri verilmiştir. Üçüncü ve dördüncü bölümde elde edilen nümerik sonuçlar verilerek son bölümde ise çalışmanın sonuçları irdelenmiştir.

2. CSK Tabanlı VLC Sistemi

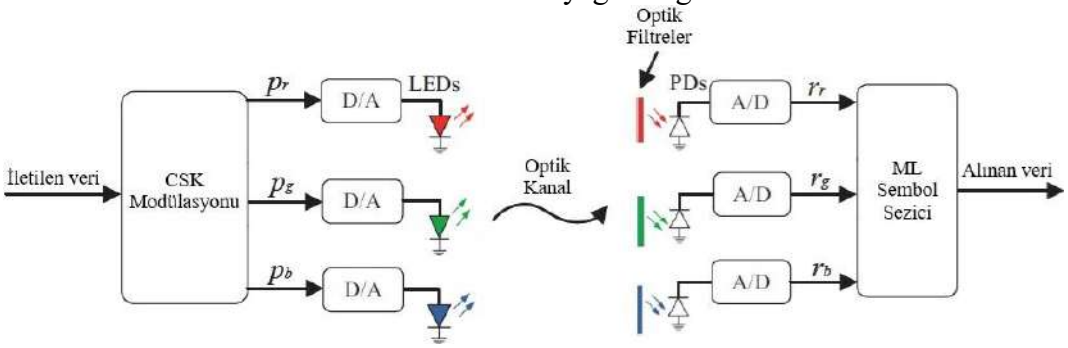
2.1. CSK Modülasyonu ve Demodülasyonu

VLC sistemlerinde aydınlatma gereksinimlerinden dolayı renk kanallarından iletilen işaretlerin pozitif olmalıdır. CSK modülasyonu CIE 1931 renk uzayında (CIE, 1931) uluslararası aydınlatma komisyonu tarafından tanımlanan x-y renk koordinatları kullanılarak gerçekleştirilir. Şekil 1'de de görüldüğü gibi tanımlanan renk uzayında tüm renkler 2 boyutlu uzayda x-y koordinatları ile temsil edilirler.



Şekil 1: CIE 1931 renk uzayı kromatik diyagramı

Sekil 2'de CSK tabanlı VLC sistemine ait blok diyagramı görülmektedir.



Şekil 2: CSK tabanlı VLC sistemine ait blok diyagramı

Verici tarafta iletilecek veri ilk olarak renk kodlaması ile CIE 1931 renk uzayında x-y kromatik değerleri ile tanımlanan M seviyeli sembollere dönüştürülür (IEEE Standard, 2011). Daha sonra kromatik değerlere karşılık gelen optik kanallara ait güç yoğunlukları denklem (1), (2) ve (3) kullanılarak elde edilir.

$$x = p_r x_r + p_g x_g + p_b x_b \quad (1)$$

$$y = p_r y_r + p_g y_g + p_b y_b \quad (2)$$

$$p_r + p_g + p_b = 1 \quad (3)$$

Denklem sistemindeki (x_r, y_r), (x_g, y_g) ve (x_b, y_b) kullanılan ışık kaynaklarının merkez dalga boylarının kromatik değerlerine karşılık gelirler. Her bir sembole ait hesaplanan $[p_r, p_g, p_b]$ yoğunluk değerleri sembol uzayında $\boldsymbol{s_m} = \left[p_r,\ p_g,\ p_b\right]^T, 0 \leq m \leq M-1$ olmak üzere 3-boyutlu sembolleri oluştururlar. VLC sistemlerinin aydınlatma gereksinimlerinden dolayı CSK sinyallerinde bazı kısıtlamalar vardır. LED'lerden yayılan optik güç daima pozitif değerli olmak zorundadır. Bu nedenle işaret vektörü $\boldsymbol{p}$ aşağıda verilen şartları sağlamalıdır.

$$p_r \geq 0,\ \ p_g \geq 0,\ \ p_b \geq 0 \quad (4)$$

Alıcı tarafta ise foto detektörler tarafından alınan optik sinyal elektriksel işarete dönüştürülür. Alıcıda alınan işaret denklem (5) ile verilmiştir.

$$\boldsymbol{r} = \boldsymbol{Hs} + \boldsymbol{n} \quad (5)$$

Burada $\boldsymbol{H}$ kanal matrisine karşılık gelmektedir. Optik kanal renk bandı girişimine maruz kalır ve matrisin diyagonal elemanları ilgili bandın kanal kazancını gösterirken diğer bileşenleri renk kanalları arasındaki girişimi temsil eder. Yansımalardan elde edilen güç direk görüş hattı (LoS) bileşenine kıyasla ihmal edilebilecek derecede küçüktür (Luna- Rivera, J.M. ve ark. 2014). İç mekan ortamındaki en zayıf LoS sinyali, en güçlü görüş hattı dışı (NLoS) sinyalinden yaklaşık 7 dB daha güçlüdür, bu nedenle NLoS sinyali ihmal edilebilir. Bu nedenle, kanal matrisi idealize edilmiş bir özdeşlik matrisi olarak kabul edilebilir. Sonuç olarak, bu makalede haberleşme kanalı ideal bir AWGN kanalı kabul edilmiştir. $\boldsymbol{n} \sim \boldsymbol{\mathcal{N}}(0, \sigma^2)$ ise AWGN gürültüyü gösterir. Alıcı tarafta ML sezici kullanılarak sembol uzayında en küçük öklid mesafesine göre iletilen sembollere karar verilir.

$$\bar{\boldsymbol{s}} = \underset{\boldsymbol{s_l} \epsilon \boldsymbol{A}}{\boldsymbol{argmin}} \|\boldsymbol{r} - \boldsymbol{s_l}\|_2 \quad (6)$$

Burada A, M seviyeli CSK sembollerinden oluşan kümeyi gösterir.

2.2. CSK Modülasyonu için Teorik Sembol Hata Olasılığı Analizi

Bu bölümde AWGN kanallarda CSK modülasyonu için analitik olarak SER analizi yapılmıştır. M seviyeli işaret uzayında sembollerin eşit olasılıkla ortaya çıktığı kabul edildiğinde ve tüm ikili semboller arasındaki geçiş olasılıklarının toplandığı durumda SER ifadesi (7) ile verilir.

$$\boldsymbol{P_s} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^{M} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{M} \boldsymbol{Q}\left(\sqrt{\frac{d_{ij}^2}{2N_0}}\right) \quad (7)$$

Burada d_{ij}, $\boldsymbol{s_i}$ ve $\boldsymbol{s_j}$ sembolleri arasındaki öklid mesafesini gösterir. N_0 ise AWGN gürültünün tek yanlı güç spektral yoğunluğunu gösterir.

Aşağıda verilen Tablo 1' de 4-CSK modülasyonunda sembollerin x-y kromatik değerleri ve bunlara karşılık gelen R, G ve B optik güç yoğunluk değerleri verilmiştir.

Tablo 1: 4-CSK sembollerine ait kromatik ve optik güç yoğunluk değerleri

		x	y	R	G	B
$\boldsymbol{s_0}$	0 0	0.402	0.597	0	1	0
$\boldsymbol{s_1}$	0 1	0.435	0.290	0.333	0.334	0.333
$\boldsymbol{s_2}$	1 0	0.169	0.007	0	0	1
$\boldsymbol{s_3}$	1 1	0.734	0.265	1	0	0

Tablo 2' de ise optik güç yoğunluk değerleri kullanılarak ede edilen öklid mesafeler verilmiştir.

Tablo 2: 4-CSK için sembollere ait optik güç yoğunluk değerleri kullanılarak elde edilen öklid mesafeleri

	s_0	s_1	s_2	s_3
s_0	0	0.8157	1.4142	1.4142
s_1	0.8157	0	0.817	0.817
s_2	1.4142	0.817	0	1.4142
s_3	1.4142	0.817	1.4142	0

SER analizinde sembol uzayında bir sembolün diğer sembollerle arasındaki en küçük öklid mesafesine göre analiz yapıldığında (7) eşitliği

$$P_E = \frac{1}{M}\sum_{i=1}^{M}\left\{N_{n,i}Q\left(\sqrt{\frac{d_{min}^2}{2N_0}}\right)\right\} \quad (8)$$

şeklinde elde edilir (Singh, R. ve ark. 2014). Burada $N_{n,i}$ i. sembole en yakın komşu sembollerin sayısıdır. d_{min} ise bir sembolün diğer sembollerle arasındaki en küçük öklid mesafesine karşılık gelir. Tablo 2' de verilen semboller arasındaki öklid mesafeleri incelendiğinde s_1 sembolünün s_0, s_2 ve s_3 sembolleri ile öklid mesafeleri sırasıyla 0.8157, 0.817 ve 0.817 olarak hesaplanmıştır. Bu mesafeler yaklaşık olarak aynı kabul edilebilir. En küçük Öklid mesafesine göre analiz yapıldığında s_2 ve s_3 sembollerinin hata üzerindeki etkisi ihmal edilmektedir. Bu nedenle d_{min} mesafesine yakın sembollerin hata analizine dahil edilmesi gerekmektedir.

2.3. CSK Modülasyonu için Önerilen Etkili Komşu Yaklaşımı Sembol Hata Olasılığı

Bu kısımda önerilen yönteme ait analiz verilmiştir. İlk olarak d_{min} mesafesine yakın sembollerin hata analizi üzerindeki etkisini dahil etmek için her sembol için etkili komşu kümesi oluşturulmaktadır.

$$N_i = \{j \mid d_{ij} \leq \propto d_{i,min}\} \quad (9)$$

Burada $\propto = 1$ olduğunda en küçük öklid mesafesine göre yapılan analize karşılık gelir. d_{min} komşuluğundaki sembollerin analize dahil edilmesi için $\propto > 1$ olmalıdır. Önerilen etki komşu yaklaşımı SER ifadesi (10) ile verilmiştir.

$$P_E = \frac{1}{M}\sum_{i=1}^{M}\sum_{j\in N_i} Q\left(\sqrt{\frac{d_{ij}^2}{2N_0}}\right) \quad (10)$$

2.4. CSK Modülasyonu için Önerilen Etkili Komşu Yaklaşımı Bit Hata Olasılığı

Bu kısımda AWGN kanallarda CSK modülasyonu için analitik olarak BER analizi yapılmıştır. BER analizi RGB uzayında ikili semboller arasındaki hesaplanan hata olasılıklarının bu semboller arasındaki Hamming mesafeleri ile ağırlıklandırılması ile elde edilmiştir (Tang, J. ve ark., 2017). Önerilen etkili komşu yaklaşımı ile elde edilen BER ifadesi aşağıda (11) ile verilmiştir.

$$P_b = \frac{1}{Mlog_2 M}\sum_{i=1}^{M}\sum_{j\in N_i} d_H(c_i, c_j) Q\left(\sqrt{\frac{d_{ij}^2}{2N_0}}\right) \quad (11)$$

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

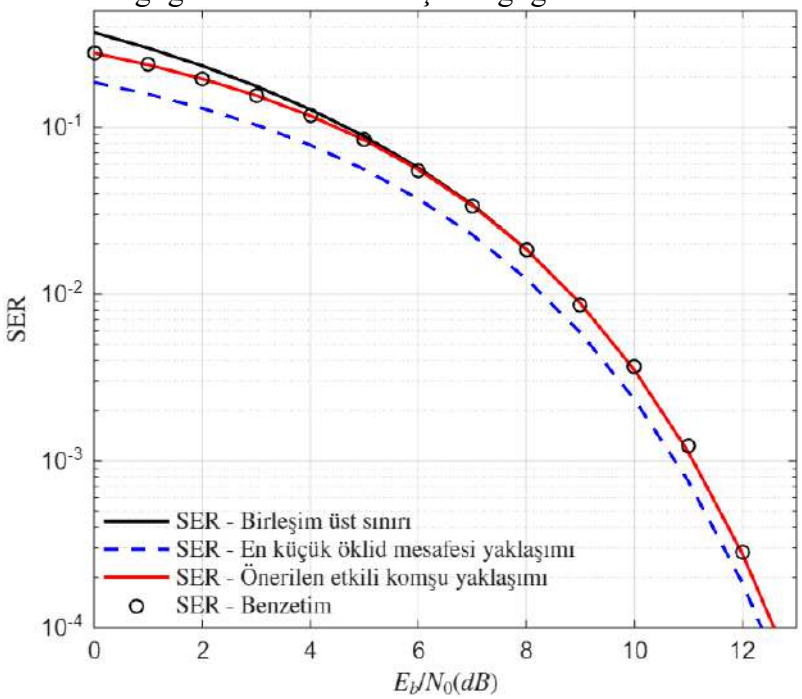
Çalışmanın bu bölümünde 4-CSK ve 8-CSK modülasyonları için elde edilen bulgular sunulmuştur. Renk kanalları arasındaki girişimler ihmal edilmiştir yani $\boldsymbol{H}$ matrisi birim matris olarak alınmıştır. Benzetim çalışmalarında kullanılan parametreler Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1. Benzetim parametreleri.

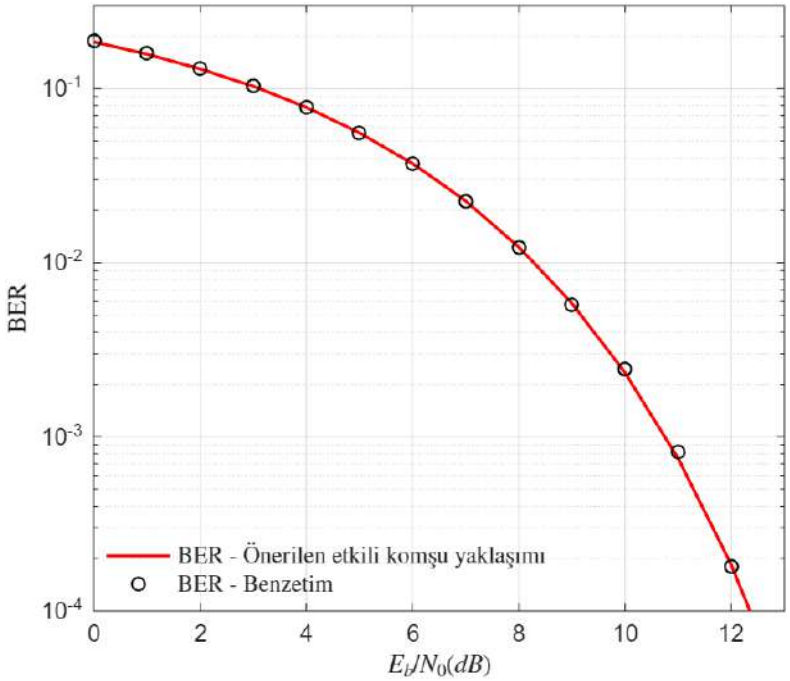
Parametre	Değer
Sembol sayısı	2000
Monte Carlo döngü sayısı	2000
Modülasyon	Renk kaydırmalı anahtarlama
α	1.1

3.1. 4-CSK Modülasyonu için SER ve BER Sonuçları

4-CSK modülasyonuna ait elde edilen SER ve BER sonuçları Şekil 3 ve Şekil 4' te görülmektedir. Verilen sonuçlar incelendiğinde sembol uzayında en küçük öklid mesafesine göre hata analizi yapıldığında bu uzaklığa yakın mesafede bulunan sembollerden kaynaklanan hatalar ihmal edildiğinden SER ve BER sonuçlarından yapılan hatanın arttığı görülmektedir. Önerilen etki komşu yaklaşımında en küçük Öklid mesafesine yakın sembollerin hata analizine dahil edilmesiyle yüksek doğruluklu bir model elde edilmiştir. Bu model ile elde edilen SER ve BER sonuçların birleşim üst sınırı sonuçları ile uyumlu olduğu görülmektedir. Benzetim sonuçlarının da önerilen yöntem ile elde edilen sonuçlar ile uyumlu olduğu görülmektedir. Ayrıca benzetim sonuçları ile en küçük öklid mesafesine göre analiz yapıldığı durumda elde edilen sonuçların beklendiği gibi tam olarak örtüşmediği görülmektedir.



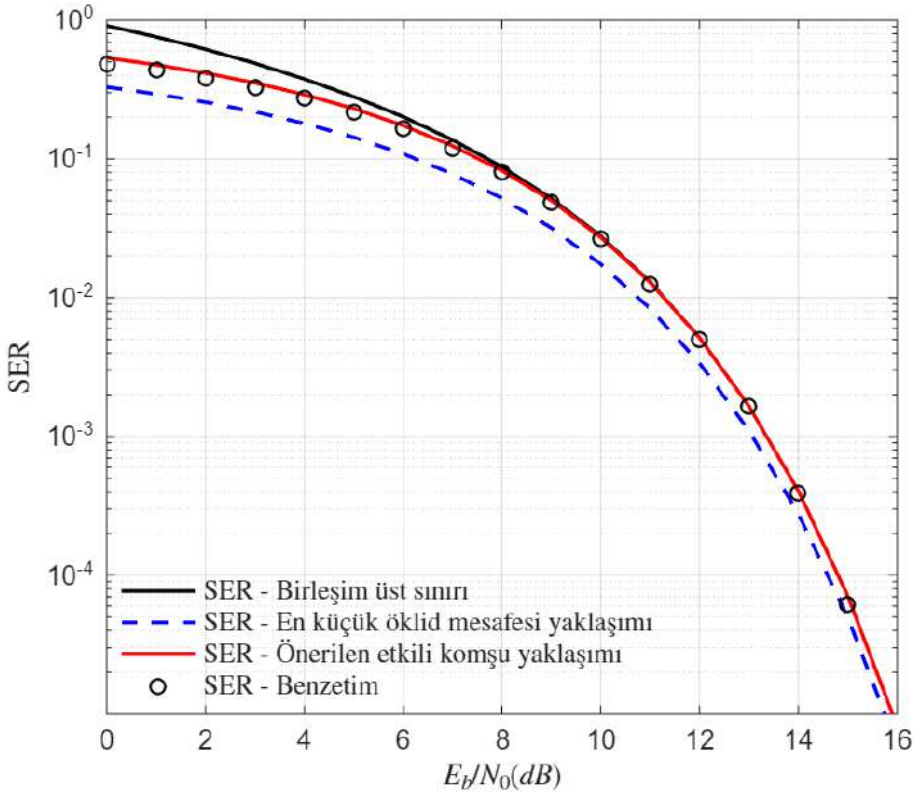
Şekil 3: 4-CSK modülasyonu SER sonuçları



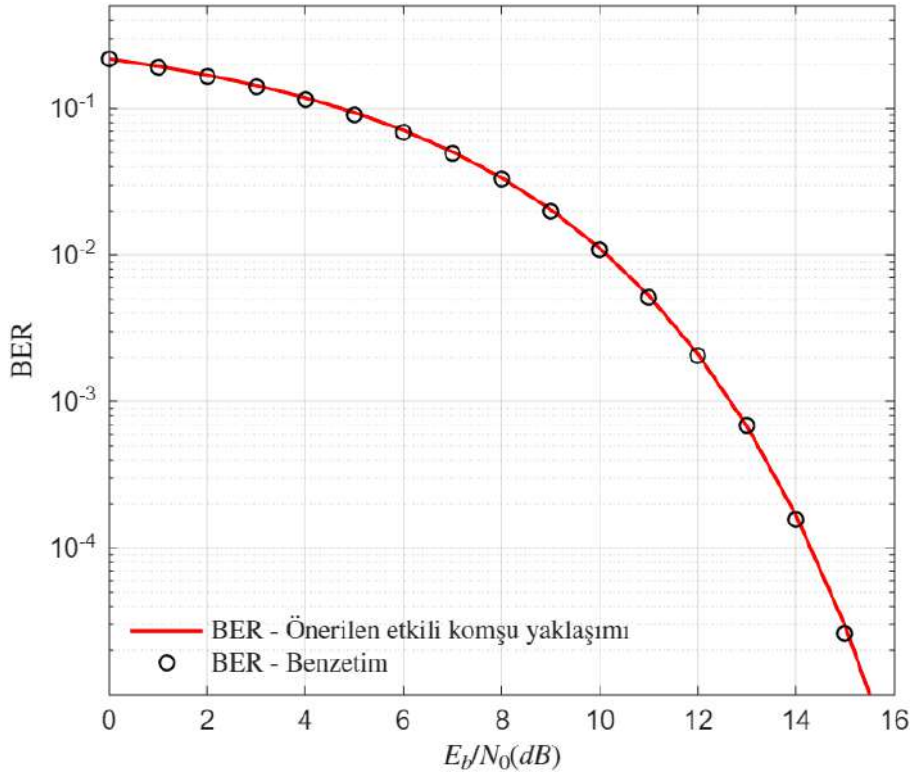
Şekil 4: 4-CSK modülasyonu BER sonuçları

3.2. 8-CSK Modülasyonu için SER ve BER Sonuçları

8-CSK modülasyonuna ait elde edilen sonuçlar Şekil 5 ve Şekil 6' da verilmiştir. Verilen sonuçlar incelendiğinde 4-CSK modülasyonunda olduğu gibi 8-CSK modülasyonu için de önerilen yaklaşım klasik en küçük mesafe temelli modeller ile kıyaslandığında belirgin bir bicinde daha yüksek bir doğruluk göstermektedir. Sadece en küçük öklid mesafesine göre hata analizi yapıldığında doğruluğun azaldığı görülmektedir. Önerilen etki komşu yaklaşımında en küçük Öklid mesafesine yakın sembollerin hata analizine dahil edilmesiyle yüksek doğruluklu bir model elde edilmiştir. Bu model ile elde edilen sonuçların birleşim üst sınırı sonuçları ile uyumlu olduğu görülmektedir. Benzerim sonuçlarının da önerilen yöntem ile elde edilen sonuçlar ile uyumlu olduğu görülmektedir.



Şekil 5: 8-CSK modülasyonu SER sonuçları



Şekil 6: 8-CSK modülasyonu BER sonuçları

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, VLC sistemlerinde IEEE 802.15.7 standardı kapsamında kullanılan CSK modülasyonu için SER ve BER analizini analitik olarak daha doğru biçimde değerlendirilmesine yönelik yeni bir yaklaşım sunulmuştur. Klasik en küçük Öklid mesafesine

dayalı hata analizi yöntemlerinin, özellikle üç boyutlu RGB işaret uzayında birbirine yakın mesafelerde bulunan birden fazla komşu sembolün varlığı durumunda yetersiz kaldığı gösterilmiştir. Bu eksikliği gidermek amacıyla, göreceli Öklid mesafelerine dayanan ve birden fazla en yakın komşu sembolü hata analizine dahil eden etkili komşu yaklaşımı önerilmiştir. Önerilen yöntem kapsamında, CSK modülasyonu için SER ve BER ifadeleri kapalı formda türetilmiş ve analitik sonuçlar Monte Carlo benzetimleri ile doğrulanmıştır. Elde edilen bulgular, hem 4-CSK hem de 8-CSK modülasyonları için, önerilen yaklaşımın klasik en küçük mesafe temelli modellere kıyasla belirgin biçimde daha yüksek doğruluk sağladığını göstermektedir. Ayrıca, önerilen modelden elde edilen sonuçların birleşim üst sınırı ile yüksek uyum içerisinde olduğu ve geniş bir SNR aralığında analitik tutarlılığını koruduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, özellikle düşük SNR bölgelerinde klasik yaklaşımların yol açtığı hata tahmin sapmalarının etkili biçimde azaltıldığını ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışmada geliştirilen etkili komşu yaklaşımı, CSK tabanlı VLC sistemlerinde hata performansının analitik olarak modellenmesi açısından güçlü ve genellenebilir bir çerçeve sunmaktadır. Önerilen yöntem, daha yüksek mertebeden CSK modülasyon şemalarına ve farklı kanal modellerine kolaylıkla genişletilebilir niteliktedir. Gelecek çalışmalarda, renk kanalları arası girişimlerin ve farklı gürültü bileşenlerinin modele dahil edilmesiyle, gerçekçi VLC senaryoları için daha kapsamlı hata analizi yapılması planlanmaktadır.

KAYNAKLAR

CIE (1931) Commission Internationale de lEclairage Proc., Cambridge University Press.

Chow, C. W., Yeh, C. H., Liu, Y. F., & Liu, Y. (2011). Improved modulation speed of LED visible light communication system integrated to main electricity network. Electronics Letters, 47(15), 867-868.

Damnjanovıc, A., Montojo, J., Wei, Y., Ji, T., Luo, T., Vajapeyam, M., Yoo, T., Song, O., Malladi, D. (2011) A Survey On 3gpp Heterogeneous Networks, IEEE Wireless Communications, 18(3), 10-21.

IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks-Part 15.7: Short-Range Wireless Optical Communication Using Visible Light. IEEE Std 802.15.7-2011 2011, 1-309.

Jia, L., Wang, J.-Y., Zhang, W., Chen, M., Wang, J.-B. (2015) Symbol error rate analysis for colour-shift keying modulationin visible light comunication system with RGB light-emitting diodes, IET Optoelectronics, 9(5), 199-206.

Luna- Rivera, J.M., Perez-Jimenez, R., Rabadan-Borjes, J., Rufo-Terres, J., Guerra, V., Suarez-Rodriguez, C. (2014) Multiuser CSK scheme for indoor visible light communicatios, Opt. Express, 22, 24256-24267.

Singh, R., O'Farrell, T., David, J.P.R. (2014) An Enhanced Color Shift Keying Modulation Scheme for High-Speed Wireless Visible Light Communications, Journal of Lightwave Technology, 32(14), 2582-2592.

Singh, R., O'Farrell, T., David, J.P.R (2015) Analysis of Forward Error Correction Schemes for Colour Shift Keying Modulation, Personal, Indoor, and Mobile Radio Communications (PIMRC).

Tang, J., Zhang, L., Wu, Z. (2017) Exact Bit Error Rate Analysis for Color Shift Keying Modulation, IEEE Communications Letters, 22(2), 284 – 287.

Wang, Y., Huang, X., Tao, L., Shi, J., Chi, N. (2015) 4.5-Gb/s RGB-LED based WDM visible light communication system employing CAP modulation and RLS based adaptive equalization, Optics Express, 23(10), 13626 –13633

YAN LOB ASİMETRİSİNE DAYALI ÇİFT PARAMETRELİ ALGILAMA İÇİN ASİMETRİK KUADRATİK CIVILTILI TERS-GAUSS (A-QC-IG) FBG SENSÖR TASARIMI

Fatih YALINBAŞ
Bursa Uludağ University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering, 16059, Bursa, Türkiye
ORCID: 0000-0002-6628-0979
Prof. Dr. Güneş YILMAZ
Bursa Uludağ University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering, 16059, Bursa, Türkiye
ORCID: 0000-0001-8972-1952

ÖZET
Bu çalışmada, uniform gerinim ve sıcaklık etkilerini ayırt edebilmek amacıyla yeni bir Fiber Bragg Izgara (FBG) profil tasarımı önerilmektedir. Standart simetrik FBG sensörlerin aksine, önerilen yapı Kuadratik Cıvıltı (Quadratic Chirp) ve Asimetrik Ters-Gauss (Asymmetric Inverse-Gaussian) apodizasyon profillerinin hibrit birleşiminden oluşmaktadır. Transfer Matris Metodu (TMM) ile gerçekleştirilen simülasyonlar, tasarlanan sensörün spektral yan lobları arasında "doğuştan" bir güç asimetrisine sahip olduğunu (yaklaşık 2.85 dB) ve bu asimetrinin uygulanan uniform gerinim altında karakteristik bir modülasyon sergilediğini göstermiştir. 0-2000 με aralığında yapılan analizler, yan lob güç farkının Bragg dalga boyu kaymasından bağımsız, ek bir ölçüm parametresi olarak kullanılabileceğini kanıtlamaktadır.
Anahtar Kelimeler: FBG Sensör, Asimetrik Apodizasyon, Yan Lob Analizi, Kuadratik Chirp, Optik Algılama

DESIGN OF ASYMMETRIC QUADRATIC CHIRPED INVERSE-GAUSSIAN FBG SENSOR FOR DUAL-PARAMETER SENSING BASED ON SIDE-LOBE ASYMMETRY

ABSTRACT
This study proposes a novel Fiber Bragg Grating (FBG) sensor design capable of distinguishing between uniform strain and temperature effects by exploiting side-lobe asymmetry. Unlike standard symmetric FBG sensors, the proposed structure combines a Quadratic Chirp with a deliberately Asymmetric Inverse-Gaussian (A-QC-IG) apodization profile. Simulations performed using the Transfer Matrix Method (TMM) demonstrate that the sensor exhibits an intrinsic side-lobe power asymmetry (approximately 2.85 dB) which undergoes characteristic modulation under uniform strain. Analysis in the 0-2000 με range reveals that the side-lobe asymmetry difference serves as an independent measurement parameter distinct from the Bragg wavelength shift. This dual-parameter capability offers a new degree of freedom for decoupling temperature and strain in a single FBG element.
Keywords: FBG Sensor, Asymmetric Apodization, Side-Lobe Analysis, Quadratic Chirp, Optical Sensing, TMM Simulation

1. INTRODUCTION

Fiber Bragg Grating (FBG) sensors have revolutionized Structural Health Monitoring (SHM) due to their immunity to electromagnetic interference and multiplexing capabilities. However, the discrimination between strain (ϵ) and temperature (T) remains a fundamental limitation (**cross-sensitivity**), as both parameters induce a similar shift in the Bragg wavelength ($\Delta\lambda_B$). Traditional solutions, such as using dual-wavelength superimposed gratings or additional reference fibers, increase system complexity and fragility (Kinet et al. 2014; Her et al. 2020; Alhussein et al. 2025) and therefore distinguishing between them typically requires complex compensation techniques or additional sensor heads (Jung et al. 1999).

Recent advancements suggest that the spectral shape—specifically the side-lobes—contains rich information often discarded in peak-tracking algorithms. While symmetric Inverse-Gaussian apodization has been used to create spectral holes for laser stability, recent studies by Sarkar et al. hinted that asymmetric profiles could enable multi-parameter sensing (Lin et al. 2010, Sarkar et al. 2020, Gul et al. 2023, Guo et al. 2007). Building on this, we propose a **hybrid Asymmetric Quadratic Chirped Inverse-Gaussian (A-QC-IG) FBG** sensor design. By intentionally breaking the physical symmetry of the grating through an offset apodization and introducing a non-linear phase delay via quadratic chirping, we engineer a sensor where "spectral shape asymmetry" serves as an independent measurement parameter alongside wavelength shift.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Asymmetric Refractive Index Modulation

The sensing mechanism relies on the interference between effective reflection points within the grating, which are spatially separated due to the chirped profile.

To create the necessary spectral asymmetry, we utilize an Inverse-Gaussian apodization profile offset from the grating center. The refractive index modulation, $\Delta n_{eff}(z)$, is defined as:

$$\Delta n_{eff}(z) = \Delta n_{max} \cdot \left[1 - \exp\left(-G \cdot \left(\frac{z - z_{offset}}{L/2}\right)^2\right)\right] \quad (1)$$

Where $\Delta n_{max} = 4\ x\ 10^{-4}$ is the modulation depth, $G = 10$ is the Gaussian width factor, and $L = 15$ mm is the grating length. Crucially, the asymmetry parameter z_{offset} is set to -2.25 mm. This offset creates a "front-heavy" coupling strength, making the spectral response highly sensitive to the directionality of the phase change (Cięszczyk et al. 2025).

2.2. Quadratic Chirp and Phase Accumulation

Unlike linear chirps used for broad dispersion compensation, a quadratic chirp introduces a non-uniform variation in the grating period $\Lambda(z)$:

$$\Lambda(z) = \Lambda_0 + C \cdot z^2 \quad (2)$$

Where Λ_0 is the central period corresponding to $\lambda_B = 1550$ nm and $C = 2.0\, nm/mm^2$ is the chirp coefficient. This quadratic profile creates a non-linear group delay. When the fiber is strained, the physical elongation ΔL modifies the local phase condition $\phi(z)$ non-uniformly along the z-axis. The interaction between the asymmetric amplitude envelope (Eq. 1) and the quadratic phase profile (Eq. 2) results in a complex interference pattern where the side-lobe powers (P_{Left} and P_{Right}) modulate at different rates (Moeinimaleki et al. 2025). The simulations were conducted using the Transfer Matrix Method (TMM) to calculate the reflection spectrum under various uniform strain conditions.

2.3. Mathematical Modeling (TMM)

The spectral response was simulated using the Transfer Matrix Method (TMM). The grating is divided into M uniform sections, each described by a $2\ x\ 2$ matrix F_i:

$$\begin{pmatrix} R_i \\ S_i \end{pmatrix} = F_i \begin{pmatrix} R_{i-1} \\ S_{i-1} \end{pmatrix} \tag{3}$$

By calculating the product of these matrices, the total reflectivity $R(\lambda) = |S_M/R_M|^2$ is obtained, allowing for the precise analysis of side-lobe evolution under strain.

Figure 1 summarizes the design components and the resulting spectral output of the proposed A-QC-IG sensor architecture. The Inverse-Gaussian apodization profile shown in Figure 1(Top) minimizes the refractive index modulation at the grating center, creating a deep transmission band, or 'spectral hole,' in the middle of the spectrum.

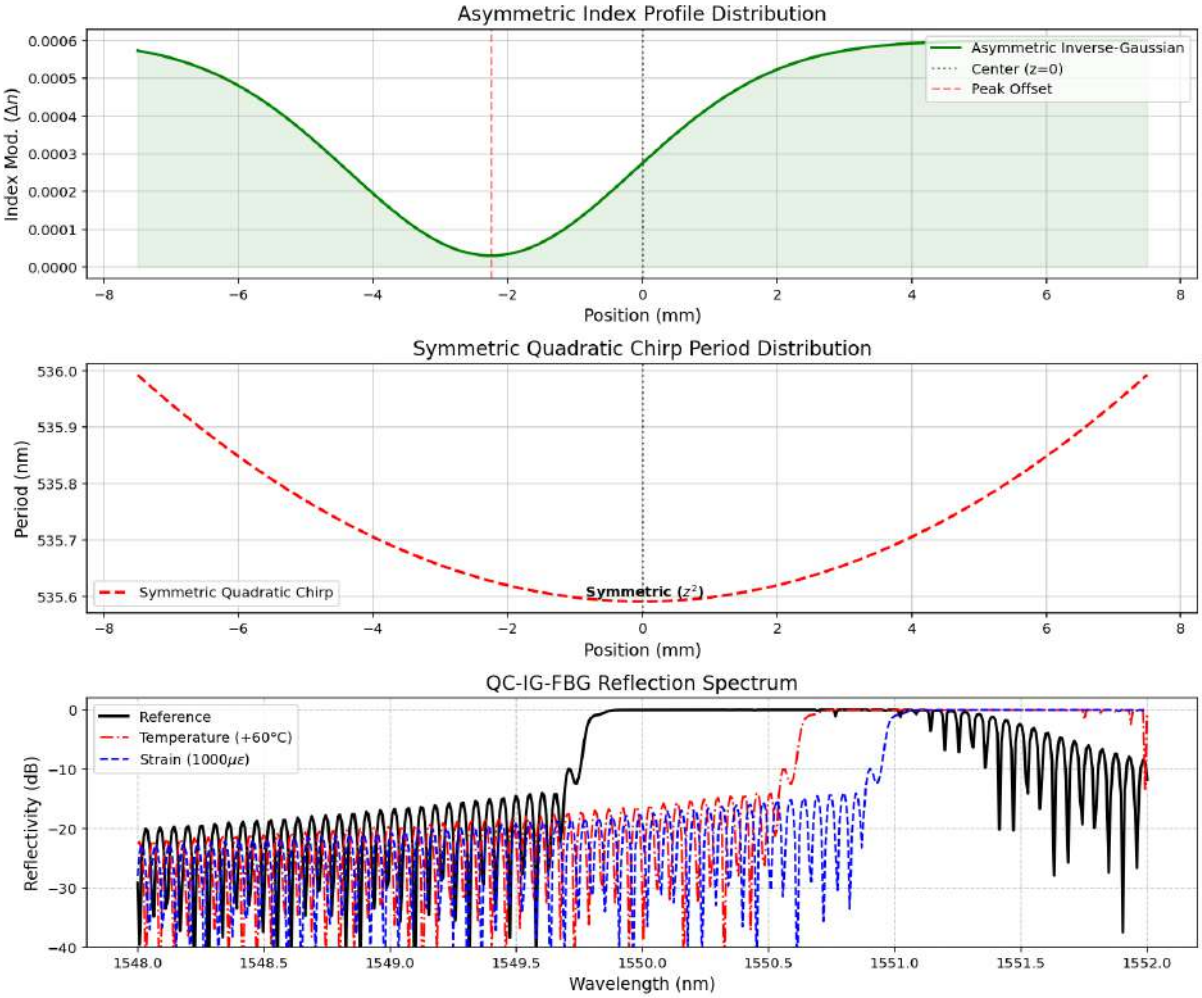


Figure 1. Structural parameters of the designed A-QC-IG sensor. (Top) Asymmetric Inverse-Gaussian refractive index profile offset by -2.25 mm from the grating center ($z = 0$). The red dashed line highlights the profile peak, illustrating the deliberate breaking of physical symmetry. (Middle) Quadratic Chirp profile showing the symmetric period distribution along the grating. (Bottom) Spectral responses under reference, temperature, and strain conditions.

The quadratic chirp profile in Figure 1(Middle) ensures spectral broadening by modifying the phase matching condition of the side lobes. Examining the spectral simulation results in Figure 1(Bottom), it is evident that while temperature increase (+60°C) induces a rigid shift of the entire spectrum, the application of strain (1000 $\mu\epsilon$) modulates the spectral shape and side-lobe amplitudes. This behavior confirms that side-lobe asymmetry can be utilized as a distinctive feature for strain discrimination.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Spectral Characteristics

Figure 1 illustrates the refractive index profile and the resulting reflection spectrum. The A-QC-IG design produces a distinct "spectral hole" characteristic of Inverse-Gaussian apodization flanked by asymmetric side lobes (Figure 1, bottom panel). At 0 $\mu\epsilon$, the Side-Lobe Asymmetry Difference (SLAD), defined as $SLAD = \left|P_{Left} - P_{Right}\right|$, is found to be 2.85 dB. This intrinsic asymmetry provides the baseline for sensing.

3.2. Response to Uniform Strain

When uniform strain is applied to the sensor (0 to 2000 $\mu\epsilon$), the entire spectrum shifts towards longer wavelengths. However, a detailed analysis reveals that the Asymmetry Difference (defined as $P_{Left} - P_{Right}$ in dB) is not constant. Table 1 summarizes the variation of side-lobe powers for selected strain values.

Table 1. Variation of Side-Lobe Powers Under Uniform Strain

Strain ($\mu\epsilon$)	Left Side-Lobe (dB)	Right Side-Lobe (dB)	Asymmetry Diff. (dB)
0	-6.84	-9.69	2.85
500	-6.85	-9.56	2.71
1000	-6.84	-9.66	2.83
1500	-6.81	-9.66	2.85
2000	-6.82	-9.62	2.80

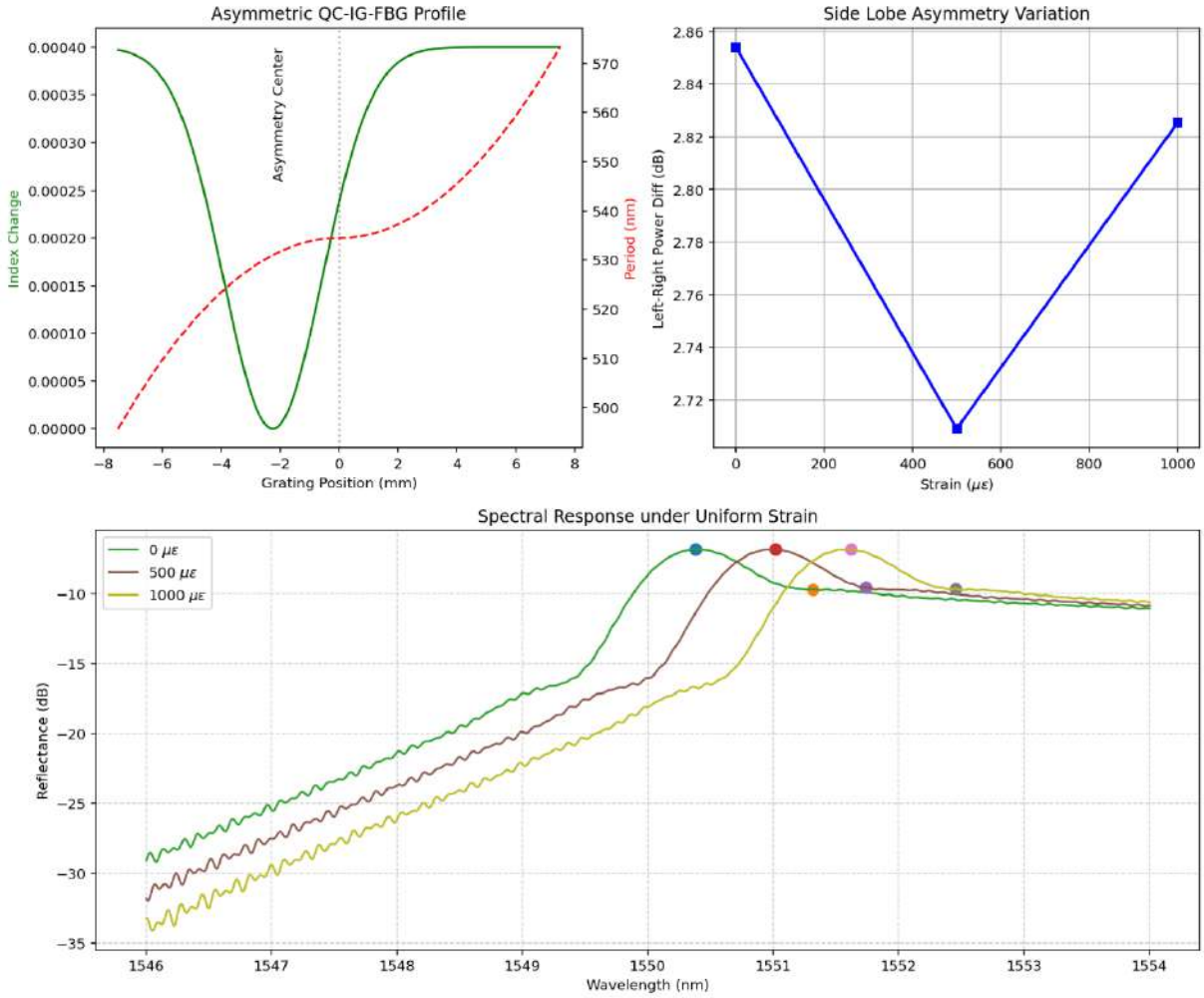


Figure 1. (Top Left) Asymmetric refractive index profile showing the offset center. (Top Right) Period distribution due to quadratic chirp. (Bottom) Spectral response under uniform strain, showing the shift and side-lobe structure.

Upon applying uniform strain from 0 to 2000 $\mu\epsilon$, two distinct phenomena are observed:

1. **Wavelength Shift:** The main Bragg peak shifts linearly toward longer wavelengths (approx. 1.2 pm/$\mu\epsilon$), consistent with standard theory.
2. **Asymmetry Modulation:** As shown in the characteristic curve (Figure 2), the SLAD value is not constant.
   - High Sensitivity Region (0-500 $\mu\epsilon$): The SLAD drops sharply from 2.85 dB to 2.71 dB. This steep slope indicates a high sensitivity to strain variations, driven by the interferometric "beating" of the quadratic chirp components.
   - Oscillatory Region (>500 $\mu\epsilon$): Beyond 500 $\mu\epsilon$, the asymmetry fluctuates (2.71 dB → 2.83 dB).

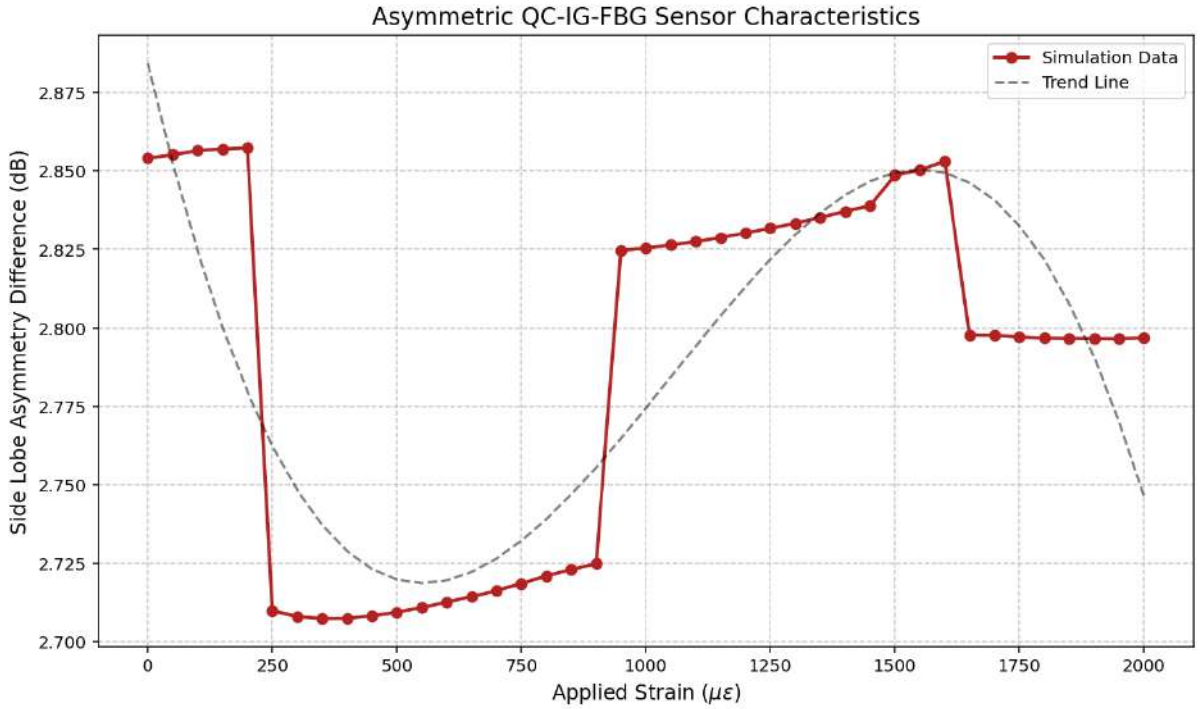


Figure 2. The characteristic curve of the A-QC-IG sensor showing the non-monotonic modulation of side-lobe asymmetry difference as a function of applied strain.

3.3. Decoupling Strategy

Since temperature changes primarily affect the refractive index (dn/dT) uniformly, they induce a rigid spectral shift with minimal shape distortion compared to the strain effect on the chirped profile.8 Therefore, by monitoring both $\Delta\lambda_B$ and $\Delta SLAD$, we can construct a sensitivity matrix to solve for both T and ϵ simultaneously.

CONCLUSIONS

This study demonstrates that an Asymmetric Quadratic Chirped Inverse-Gaussian (A-QC-IG) FBG sensor can effectively encode strain information into its spectral shape (side-lobe asymmetry). The quadratic chirp acts as a sensitivity multiplier, creating measurable power differences (up to 0.14 dB change) for small strain steps. The results confirm that by breaking the symmetry of the grating profile, it is possible to obtain a spectral shape response to uniform strain. The observed characteristic modulation of side-lobe asymmetry provides a secondary measurement parameter independent of the Bragg wavelength shift. This feature holds significant potential for developing single-element FBG sensors capable of simultaneous

temperature and strain discrimination, particularly for applications requiring high precision such as battery monitoring in electric vehicles. Future work will focus on integrating Machine Learning (ML) algorithms to map the complex non-linear relationship of the full spectrum, further enhancing the resolution and replacing the linear matrix inversion method.

REFERENCES

Jung, J. et al. (1999). Simultaneous measurement of strain and temperature using a single fiber Bragg grating and an erbium-doped fiber amplifier. Applied Optics, vol. 38, no. 13, pp. 2752-2754.

Kinet, D., Mégret, P., Goossen, K. W., Qiu, L., Heider, D., Caucheteur, C. (2014). Fiber Bragg Grating Sensors toward Structural Health Monitoring in Composite Materials: Challenges and Solutions. Sensors 14(4), 7394-7419.

Her, S-C., Lin, W-N. (2020). Simultaneous Measurement of Temperature and Mechanical Strain Using a Fiber Bragg Grating Sensor. Sensors 20(15), 4223.

Alhussein, A.N.D., Qaid, M.R.T.M., Agliullin, T., Valeev, B., Morozov, O., Sakhabutdinov, A. (2025). Fiber Bragg Grating Sensors: Design, Applications, and Comparison with Other Sensing Technologies. Sensors (Basel) Apr 4;25(7):2289.

Lin, B., Zhang, H., Tjin, S.C., Tang, D., Hao, J., Tay, C.M., Liang, S. (2010). Inverse-Gaussian apodized fiber Bragg grating for dual-wavelength lasing. Applied Optics. 49(8).1373-7.

Sarkar, S., Tarhani, M., Eghbal, M., Mehdi, S. (2020). Discrimination between strain and temperature effects of a single fiber Bragg grating sensor using sidelobe power. Journal of Applied Physics. 127(11):114503

Gul, B., Ahmad, F. (2023). Review of FBG and DCF as dispersion management unit for long haul optical links and WDM systems. Optical and Quantum Electronics. 55:557.

Guo, T., Yang, J., Zhao, Q.D., Huang, G.L., Xue, L.F., Zhang, H., Dong, X.Y. (2007). Temperature-immune and intensity-referenced pressure sensor based on strain-induced quadratic-chirped fibre Bragg grating. Electronics Letters. 10.1049:20073379.

Cięszczyk, S., Kida, M., Panas, P. (2025). Demodulation of Fibre Bragg Grating Sensors by Using Cumulative Sum as a Preprocessing Method. Sensors 25(3):634.

Moeinimaleki, B. Wang, X., Alshammari, M., Syed, M., Chinmay, A., Han, M. (2025). Crosstalk in the signal processing of a cascaded Fabry-Perot and a fiber Bragg grating sensor. Applied Optics 64(23):6691-6700.

TÜRKİYE'DE SPOR TURİZMİ ALANINDAKİ BİLİMSEL MAKALELERİN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ

Engin DERMAN
Akdeniz Üniversitesi, Manavgat Turizm Fakültesi, Turizm Rehberliği Bölümü, Manavgat, Antalya
ORCID: 0000-0003-1171-6242
Nidal ÇETİNKAYA
Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Turizm Yönetimi Yüksek Lisans Programı, Manavgat, Antalya
ORCID: 0009-0001-8777-7511

ÖZET
Spor turizmi, bireylerin sportif faaliyetlere katılmak, yarışmaları izlemek veya spor odaklı deneyimler yaşamak amacıyla kendi yaşadıkları yerin dışına seyahat etmelerini kapsayan, turizm ve spor sektörlerinin kesişiminde yer alan çok boyutlu bir olgudur. Rekabetçi spor etkinliklerinden doğa sporlarına, sağlıklı yaşam odaklı seyahatlerden büyük organizasyonlara kadar geniş bir yelpazeyi içermesi bakımından dinamik ve sürekli gelişen bir yapıya sahiptir. Bu alan; ekonomik getirisi, destinasyonların tanıtımına katkısı ve kültürel etkileşimi artırma potansiyeli nedeniyle hem akademik hem de uygulamalı çalışmalarda önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir. Spor turizmi, hem turizm hem de spor alanlarını kapsayan multidisipliner bir araştırma alanıdır. Türkiye, doğal ve kültürel kaynaklarıyla spor turizmi açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Ancak, Türkçe yayınlanan akademik makale sayısı oldukça sınırlıdır. Bu nedenle, mevcut literatürün sistematik bir şekilde incelenmesi ve analiz edilmesi gerekmektedir. Bibliyometrik analiz, bu tür literatür çalışmalarında sık kullanılan bir yöntemdir ve araştırma eğilimlerini, işbirliklerini ve yayın trendlerini ortaya koyar. Bu çalışmada, Türkiye'de spor turizmi alanında yayınlanmış Türkçe akademik makaleler incelenmiş ve bibliyometrik analiz yöntemi kullanılarak literatürün durumu ortaya konmuştur. Analizler, yayın sayıları, yıllara göre dağılım, yazarlar, kurumlar ve dergiler bazında yapılmış, tematik analiz gerçekleştirilmiş, bulgular, Türkiye'de spor turizmi araştırmalarının sınırlı olduğunu ve belirli akademik merkezlerde yoğunlaştığını göstermektedir. Çalışma, spor turizmi alanındaki araştırma boşluklarını ve gelecekteki araştırma yönelimlerini ortaya koymaktadır.
Anahtar Kelimeler: Spor Turizmi, Bibliyometrik Analiz, Akademik Yayınlar

"BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF SCIENTIFIC ARTICLES IN THE FIELD OF SPORTS TOURISM IN TURKEY"

ABSTRACT
Sports tourism is a multidimensional phenomenon situated at the intersection of the tourism and sports sectors, encompassing individuals' travel outside their place of residence to participate in sporting activities, watch competitions, or experience sport-oriented events. It possesses a dynamic and continuously evolving structure due to its broad range, extending from competitive sports events to nature-based activities, and from wellness-oriented travel to large-scale sporting organizations. Owing to its economic benefits, contributions to destination promotion, and potential to enhance cultural interaction, sports tourism has become a significant subject of inquiry in both academic and applied research. As a field that integrates both tourism and sports, it represents a multidisciplinary area of study. Turkey holds substantial potential for sports tourism due to its natural and cultural resources. However, the number of academic articles published in Turkish on this subject remains quite limited. Therefore, a systematic

examination and analysis of the existing literature is needed. Bibliometric analysis is a commonly used method in such literature studies, revealing research trends, collaborations, and publication patterns. In this study, Turkish-language academic articles published in the field of sports tourism in Turkey were examined, and a bibliometric analysis was conducted to determine the current state of the literature. The analyses focused on publication counts, distribution by year, authors, institutions, and journals; a thematic analysis was also performed. The findings indicate that sports tourism research in Turkey is limited in scope and concentrated within specific academic centers. The study highlights existing research gaps and suggests potential directions for future investigations in the field of sports tourism.
Keywords: Sports Tourism, Bibliometric Analysis, Academic Publications

GİRİŞ

Spor turizmi, hem turizm hem de spor alanlarını kapsayan, ekonomik getirisi, destinasyonların tanıtımına katkısı ve kültürel etkileşimi artırma potansiyeli ile akademik ve uygulamalı çalışmalarda önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir. Sportif etkinliklere katılım, spor amaçlı seyahatler, rekreatif faaliyetler ve büyük ölçekli organizasyonlara yönelik ziyaretleri kapsayan spor turizmi; bölgesel kalkınmayı desteklemekte ve sürdürülebilir turizm politikalarının geliştirilmesinde kritik bir rol oynamaktadır.

Uluslararası literatürde spor turizmi üzerine çok sayıda çalışma bulunmasına rağmen, Türkiye'de Türkçe yayınlanan akademik makale sayısı oldukça sınırlıdır. Bu durum, alanın gelişim sürecinin sistematik biçimde ortaya konmasını ve araştırma boşluklarının belirlenmesini gerekli kılmaktadır. Özellikle 2016 sonrası dönemde spor turizmine yönelik akademik ilginin artması, alanın hızla geliştiğini göstermektedir. Ancak mevcut çalışmaların belirli akademik merkezlerde yoğunlaşması, araştırmaların daha geniş bir coğrafi ve tematik çeşitlilikle ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Bu bağlamda, spor turizmi literatürünün bibliyometrik analiz yöntemiyle incelenmesi, hem mevcut durumun fotoğrafını çekmek hem de gelecekteki araştırma yönelimlerini belirlemek açısından önem taşımaktadır. Çalışma, spor turizmi alanındaki yayınların yıllara göre dağılımını, konu çeşitliliğini, en üretken yazarları ve yayınların dergilere dağılımını ortaya koyarak literatürdeki boşlukları görünür kılmayı amaçlamaktadır. Böylece hem akademisyenlere hem de uygulayıcılara yol gösterici bir çerçeve sunulması hedeflenmektedir.

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Spor Turizmi

Spor turizmi; bireylerin spor yapma, spor etkinliklerini izleme ya da sporla ilişkili deneyimler yaşama amacıyla gerçekleştirdikleri seyahatleri ifade eden çok boyutlu bir turizm türüdür (Gibson, 1998). Spor amaçlı turizm faaliyetleri, rekabet içeren ya da içermeyen spor aktivitelerinde yer almak amacıyla yapılan seyahatleri kapsamakta olup, geçmişi antik Olimpiyat Oyunları'na kadar uzanmaktadır (Delpy, 1998). Bu yönüyle spor turizmi, asırlardır var olan ve tarihsel kökenlere sahip bir turizm hareketi olarak değerlendirilmektedir.

Spor, geçmişten günümüze önemli bir turist çekim unsuru olmuş; özellikle son yıllarda hem bir turizm ürünü olarak hem de akademik bir araştırma alanı olarak giderek artan bir önem kazanmıştır (Huggins, 2013). Günümüzde bireyler yalnızca spor faaliyetlerine katılmak ya da spor organizasyonlarını izlemek amacıyla değil, aynı zamanda spor müzelerini ziyaret etmek, ünlü stadyumları ve tarihsel spor mekânlarını görmek için de seyahat etmektedir (Gibson, 1998).

Bu bağlamda spor turizmi; aktif spor turizmi (sporcuların ve rekreasyonel katılımcıların spor yapma amacıyla gerçekleştirdikleri seyahatler), pasif spor turizmi (spor müsabakalarını ve organizasyonlarını izlemek amacıyla yapılan seyahatler) ve nostaljik spor turizmi (spor müzeleri, stadyum turları ve tarihsel spor alanlarının ziyaret edilmesi) olmak üzere üç temel kategoriye ayrılmaktadır (Gibson, 2004). Bu çeşitlilik, spor turizminin hem bireysel hem de kitlesel turizm hareketleri içerisinde önemli bir konum elde etmesini sağlamaktadır.

Spor turizmi etkinlikleri; sosyal ve rekreasyonel fırsatlar sunan, fiziksel ve turistik altyapının geliştirilmesine katkı sağlayan ve bu sayede ev sahibi toplumların yaşam kalitesini artıran faaliyetler olarak değerlendirilmektedir (Fredline, 2005). Ayrıca spor ve turizm, toplulukların bir araya getirilmesinde, sosyal etkileşimin güçlendirilmesinde ve ortak bir kimlik duygusunun oluşmasında önemli bir rol oynamaktadır (Jamieson, 2014).

Spor turizmi literatürü; spor, turizm, ekonomi, sosyoloji, pazarlama ve sürdürülebilirlik gibi farklı disiplinlerin kesişiminde yer almakta olup, bu yönüyle disiplinlerarası bir araştırma alanı sunmaktadır (Higham & Hinch, 2009).

YÖNTEM

Bu araştırmada bibliyometrik analiz yöntemi kullanılmıştır. Google Akademik veri tabanında başlığında "Spor Turizmi" geçen makaleler incelenmiştir. Analiz kapsamında:

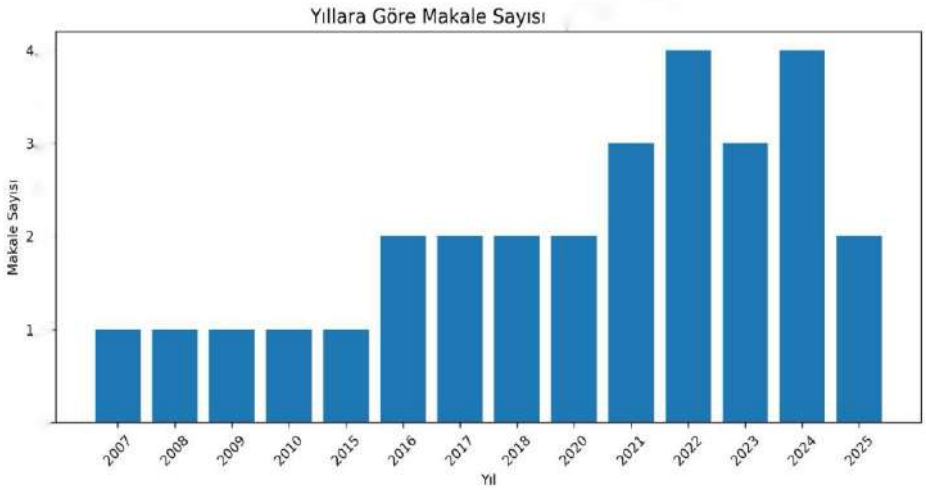
- Yıllara göre yayın sayısı,
- Konulara göre dağılım,
- En üretken yazarlar,
- Yayınların dergilere dağılımı ele alınmıştır.

2007–2025 yılları arasındaki makaleler değerlendirilmiş ve yayın trendleri ortaya konmuştur.

BULGULAR

Google Akademik'te başlığında "Spor Turizmi" geçen 29 makale tespit edilmiştir.

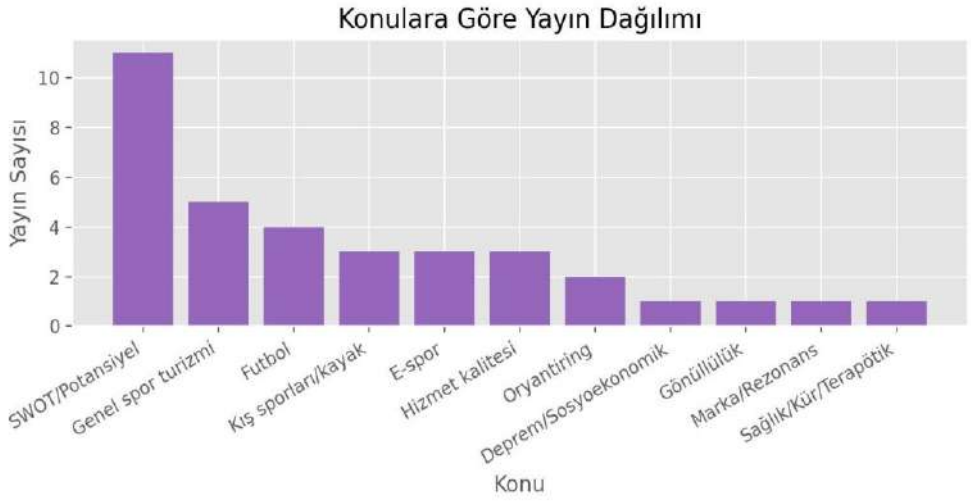
Yıllara Göre Yayın Sayısı



Görsel1: Yıllara Göre Makale Sayısı

Görsel 1'de görüldüğü üzere spor turizmi alanındaki ilk Türkçe akademik makale 2007 yılında yayımlanmıştır. Bu tarihten sonra 2010 ve 2013 yıllarında tekil yayınlarla devam eden süreç, 2016'dan itibaren belirgin bir ivme kazanmıştır. Özellikle 2020 sonrası dönemde yayın sayısında dikkat çekici bir artış gözlenmiştir. 2022–2024 yılları ise spor turizmi literatüründe adeta bir zirve dönemi olarak öne çıkmaktadır. Bu artış, spor turizminin hem akademik hem de uygulamalı alanlarda giderek daha fazla önem kazandığını göstermektedir. Ayrıca bu trend, Türkiye'de spor turizminin turizm çeşitliliği ve ekonomik katkı açısından stratejik bir araştırma alanı olarak kabul edilmeye başlandığını da ortaya koymaktadır.

Konu Dağılımı



Görsel2: Konulara Göre Yayın Dağılımı

Görsel 2'de görüldüğü üzere, SWOT/potansiyel konulu araştırmaların açık ara en yüksek yayın sayısına sahip olduğunu göstermektedir. Bu tür çalışmalar, spor turizminin güçlü ve zayıf yönlerini, fırsatlarını ve tehditlerini ortaya koyarak destinasyonların stratejik planlamasına katkı sağlamaktadır. Genel spor turizmi, futbol, kış sporları/kayak ve e-spor konuları da önemli bir yer tutmaktadır. Buna karşılık gönüllülük, marka/rezonans ve sağlık–kür–terapötik spor turizmi gibi konuların oldukça sınırlı sayıda çalışıldığı görülmektedir.

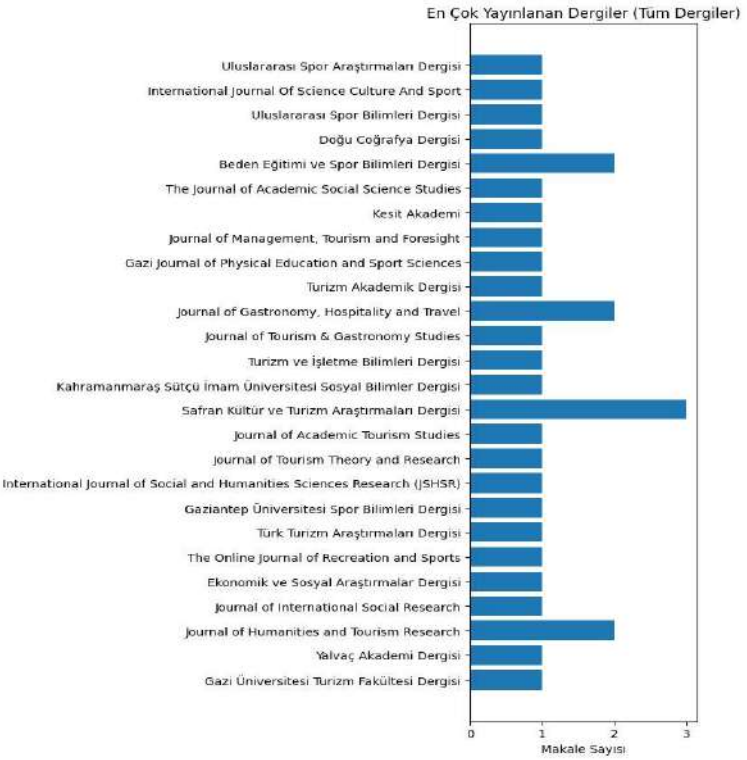
Yazar Üretkenliği



Görsel3: En Üretken Yazarlar

Görsel 3'te görüldüğü üzere, Özkeskin ve Öztürk üçer yayın ile en üretken yazarlar olarak öne çıkmaktadır. Diğer yazarların çoğu ikişer yayınla temsil edilmiştir. Bu durum, üretkenliğin birkaç isimde yoğunlaşmakla birlikte genel olarak dengeli bir dağılım gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Dergi Dağılımı



Görsel4: Dergi Dağılımı

Görsel 4'te görüldüğü üzere, spor turizmi yayınlarının çok sayıda farklı dergiye dağıldığını ve çoğu dergide yalnızca tek makale yer aldığını göstermektedir. Safran Kültür ve Turizm Araştırmaları Dergisi üç makale ile öne çıkarken, Journal of Humanities and Tourism Research, Journal of Gastronomy, Hospitality and Travel ve Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi ikişer makale ile dikkat çekmektedir. Genel dağılım, spor turizmi literatürünün disiplinlerarası, çok boyutlu ve farklı akademik alanlara yayılan bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

2007–2025 döneminde spor turizmi yayınları özellikle 2016 sonrasında artış göstermiştir. E-spor, kış sporları, futbol ve sağlık/kür temelli spor turizmi öne çıkan temalar olmuştur. Literatür, konu çeşitliliği ve akademik işbirliği açısından gelişen ve alt alanları genişleyen bir yapı sergilemektedir.

Spor turizmi, Türkiye'nin turizm potansiyelini artıran ve akademik olarak giderek daha fazla ilgi gören bir alan haline gelmiştir.

E-spor etkinliklerinin turizm ürünleriyle bütünleştirilmesi ve üniversite–yerel yönetim–özel sektör işbirliklerinin artırılması önerilmektedir.

Spor turizmi tesislerinde hizmet kalitesi standartlarının geliştirilmesi ve branşa özel hizmet modellerinin oluşturulması gerekmektedir.

Yeni temalar (spor animasyonu, yapay zekâ, kriz sonrası spor turizmi) üzerine çalışmalar artırılmalı ve akademik işbirlikleri teşvik edilmelidir.

Büyük spor organizasyonlarının destinasyon markasına katkısını artırmak için sürdürülebilir etkinlik ve miras yönetimi planları hazırlanmalıdır.

KAYNAKÇA

Delpy, L. A. (1998). *An overview of sport tourism: Building towards a dimensional framework*. Journal of Vacation Marketing, 4(1), 23–38. https://doi.org/10.1177/135676679800400103

Fredline, E. (2005). *Host and guest relations and sport tourism*. Sport in Society, 8(2), 263–279. https://doi.org/10.1080/17430430500087328

Gibson, H. J. (1998). Sport tourism: A critical analysis of research. *Sport Management Review, 1*(1), 45–76. https://ideas.repec.org/a/taf/rsmrxx/v1y1998i1p45-76.html

Gibson, H. J. (2004). Sport tourism: Concepts and theories. *Tourism Management, 25*(3), 301–312.
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026151770300101X

Higham, J., & Hinch, T. (2009). *Sport and tourism: Globalization, mobility and identity*. Elsevier Butterworth-Heinemann. https://www.researchgate.net/publication/285937086_Sport_and_Tourism

Huggins, M. (2013). *Sport, tourism and history*. Journal of Tourism History, 5(1), 1–14. https://doi.org/10.1080/1755182X.2013.774850

Jamieson, N. (2014). *Sport tourism events as community builders*. Journal of Sport & Tourism, 19(1), 45–62. https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14775085.2014.982100.

MARATON TURİSTLERİNİN MOTİVASYONLARININ BELİRLENMESİ

Engin DERMAN
Akdeniz Üniversitesi, Manavgat Turizm Fakültesi, Turizm Rehberliği Bölümü, Manavgat,Antalya
ORCID: 0000-0003-1171-6242
Nidal ÇETİNKAYA
Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Turizm Yönetimi Yüksek Lisans Programı, Manavgat, Antalya
ORCID: 0009-0001-8777-7511

ÖZET
Spor turizmi, bireylerin sportif etkinliklere katılmak, spor karşılaşmalarını takip etmek veya spor temelli deneyimler edinmek amacıyla ikamet ettikleri yerin dışına seyahat etmelerini içeren ve turizm ile spor alanlarının kesişim noktasında konumlanan çok boyutlu bir kavramdır. Rekabetçi spor organizasyonlarından doğa temelli aktivitelerine, sağlıklı yaşam odaklı seyahatlerden geniş ölçekli spor etkinliklerine kadar uzanan çeşitli biçimlerde ortaya çıkması, bu olguyu sürekli gelişen ve dinamik bir yapıya kavuşturmaktadır.
Bu geniş kapsamlı yapı içerisinde dayanıklılık temelli etkinlikler özel bir yer tutmakta olup, özellikle maraton turizmi spor turizminin hızla büyüyen ve uluslararası katılımla desteklenen önemli alt alanlarından biri haline gelmiştir.
Maraton turizmi kapsamında yer alan koşucuların motivasyonları, çok boyutlu bir yapıya sahip olup hem içsel hem de dışsal etkenler tarafından şekillenmektedir. Maraton turistleri; fiziksel performanslarını test etme, kişisel hedeflere ulaşma ve kendini gerçekleştirme gibi bireysel güdülerin yanı sıra, yeni destinasyonlar keşfetme, farklı kültürlerle etkileşime girme ve uluslararası topluluklara katılma gibi deneyim odaklı motivasyonlarla hareket etmektedir. Ayrıca maraton etkinliklerinin sağlıklı yaşamı teşvik etmesi, rekabet ortamı sunması ve sosyal aidiyet hissi yaratması, katılım kararlarını güçlendiren önemli unsurlar arasında yer almaktadır. Bu çerçevede maraton turistlerinin motivasyonları, hem sportif hem de turistik unsurları bir araya getiren karma bir yapı sergileyerek literatürde giderek artan bir araştırma ilgisi doğurmaktadır. Bu çalışmada maraton turistlerinin motivasyonlarını belirlemeye yönelik dijital verilerin kullanıldığı doküman analizi yöntemi uygulanmıştır. Maraton koşucularının Instagram sayfalarından onların motivasyonlarına yönelik paylaşımları analiz edilmiştir.
Anahtar Kelimeler: Spor Turizmi, Maraton Turizmi, Motivasyon

“DETERMINING THE MOTIVATIONS OF MARATHON TOURISTS”

ABSTRACT
Sports tourism is a multidimensional concept situated at the intersection of the tourism and sports sectors, encompassing travel undertaken by individuals outside their place of residence to participate in sporting activities, observe competitions, or engage in sport-based experiences. Its manifestation across a wide spectrum—from competitive sporting events to nature-based activities, and from wellness-oriented travel to large-scale sport events—renders it a dynamic and continuously evolving phenomenon. Within this broad framework, endurance-based activities occupy a distinct position, with marathon tourism emerging as a rapidly growing subfield of sports tourism supported by international participation. The motivations of runners participating in marathon tourism are multifaceted, shaped by both intrinsic and extrinsic

factors. Marathon tourists are driven by individual motivations such as testing their physical performance, achieving personal goals, and self-actualization, as well as experience-oriented motivations including discovering new destinations, interacting with different cultures, and engaging with international communities. Furthermore, marathon events promote healthy lifestyles, provide competitive environments, and foster a sense of social belonging, all of which constitute significant factors influencing participation decisions. In this context, the motivations of marathon tourists present a complex structure that integrates both sporting and touristic elements, generating increasing scholarly interest in the literature. In the present study, a document analysis method utilizing digital data was employed to identify the motivations of marathon tourists. Specifically, content shared on the Instagram pages of marathon runners was analyzed to explore their motivation-related expressions.
Keywords: Sports Tourism, Marathon Tourism, Motivation

GİRİŞ

Son yıllarda maraton etkinlikleri, yalnızca sportif bir rekabet alanı olmaktan çıkmış; katılımcılara fiziksel, psikolojik ve sosyal deneyimler sunan önemli spor turizmi ürünleri hâline gelmiştir (Getz, 2008; Kaplanidou ve Gibson, 2010). Maratonlar, geniş katılımcı profili, şehir imajına katkısı ve destinasyon tanıtımındaki rolü nedeniyle etkinlik turizmi kapsamında stratejik bir araç olarak değerlendirilmektedir (Zouni ve ark., 2020).

Maraton turistleri, temel olarak bir spor etkinliğine katılma amacıyla seyahat eden ancak bu süreçte konaklama, yeme-içme, kültürel etkileşim ve destinasyon deneyimi yaşayan bireylerdir. Bu yönüyle maraton katılımı, hem içsel motivasyonlara (başarı, kendini aşma, psikolojik iyi oluş) hem de dışsal çekicilik unsurlarına (etkinlik atmosferi, destinasyon imajı, sosyal etkileşim) dayanmaktadır (Deci ve Ryan, 2000; Wang ve ark., 2025).

Literatürde maraton koşucularının motivasyonlarını inceleyen çalışmaların önemli bir bölümü spor psikolojisi ekseninde şekillenmiş olup, bireylerin katılım nedenlerini psikolojik, sosyal, fiziksel ve başarı yönelimli faktörler çerçevesinde ele almaktadır (Masters ve ark., 1993; Waśkiewicz ve ark., 2019). Bununla birlikte, bu motivasyonların spor turizmi bağlamında ele alınması ve maraton turistleri özelinde değerlendirilmesi sınırlı kalmıştır.

Bu çalışmanın temel amacı, maraton turistlerinin etkinliklere katılım motivasyonlarını belirlemek ve bu motivasyonları spor turizmi perspektifinden bütüncül bir şekilde incelemektir. Bu doğrultuda çalışma, hem spor psikolojisi hem de turizm literatürüne katkı sunmayı hedeflemektedir.

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Maraton Etkinlikleri ve Spor Turizmi

Spor turizmi literatüründe maratonlar, aktif spor turizmi kapsamında değerlendirilen ve destinasyonlara ekonomik, sosyal ve imaj açısından katkı sağlayan etkinlikler olarak tanımlanmaktadır (Gibson, 1998; Getz, 2008). Maraton etkinliklerinin destinasyon imajı, etkinlik imajı ve katılımcı memnuniyeti üzerinde önemli etkileri olduğu belirtilmektedir (Kaplanidou ve Gibson, 2010; Zouni ve ark., 2020).

Zouni ve arkadaşları (2020), Atina Klasik Maratonu örneğinde, etkinlik imajı ve destinasyon imajının katılımcı memnuniyeti ve yeniden ziyaret niyeti üzerinde anlamlı etkileri olduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgular, maraton katılımcılarının aynı zamanda potansiyel turistler olduğunu ve motivasyonlarının yalnızca sportif değil, turistik deneyimlere de dayandığını göstermektedir.

Son dönemde Wang ve arkadaşları (2025) tarafından geliştirilen “algılanan maraton çekiciliği” kavramı, maraton etkinliklerine katılım niyetinin açıklanmasında yeni bir bakış açısı sunmaktadır. Çalışmada psikolojik etkileşim, sembolik ve sosyal değer, kültürel atmosfer ve katılım kolaylığı gibi boyutların katılım niyetini anlamlı biçimde etkilediği ve öz-yeterliğin bu ilişkide aracı rol oynadığı belirlenmiştir.

Bu bağlamda maraton turistlerinin motivasyonlarının, hem bireysel psikolojik faktörler hem de etkinliğin ve destinasyonun sunduğu çekicilik unsurları çerçevesinde değerlendirilmesi gerekmektedir.

Maraton Koşucularının Motivasyonel Boyutları

Maraton koşucularının motivasyonlarını inceleyen öncü çalışmalardan biri Masters ve arkadaşları (1993) tarafından geliştirilen Motivations of Marathoners Scale (MOMS) ölçeğidir. Bu ölçek; sağlık yönelimi, kilo kontrolü, öz saygı, hayatı anlamlandırma, psikolojik baş etme, aidiyet, tanınırlık, rekabet ve kişisel hedef başarma olmak üzere dokuz alt boyuttan oluşmaktadır. MOMS, maraton koşucularının çok boyutlu motivasyon yapısını ortaya koyması açısından literatürde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Waśkiewicz ve arkadaşları (2019), maraton koşucularının motivasyonlarının cinsiyet, yaş ve deneyim gibi demografik değişkenlere göre farklılaştığını ortaya koymuştur. Çalışma bulgularına göre kadın koşucular psikolojik baş etme, hayatı anlamlandırma ve öz saygı boyutlarında erkeklere kıyasla daha yüksek puanlar elde ederken; erkek koşucuların rekabet motivasyonunun daha baskın olduğu belirlenmiştir.

Ultra maraton koşucularına odaklanan çalışmalarda da benzer motivasyon boyutları ön plana çıkmaktadır. Çetin ve Özman (2019), ultra maraton koşucularının motivasyonlarının yaşam doyumu ve başarı algısı ile pozitif ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle öz saygı, psikolojik baş etme ve hayatı anlamlandırma boyutlarının katılımcıların etkinliğe devamlılığında belirleyici olduğu vurgulanmaktadır.

YÖNTEM

Bu araştırmada maraton turistlerinin deneyimlerini ve motivasyonlarını derinlemesine incelemek amacıyla nitel araştırma desenlerinden fenomenoloji yaklaşımı benimsenmiştir. Fenomenoloji, bireylerin belirli bir olguya ilişkin yaşantılarını ve bu yaşantılara yükledikleri anlamları ortaya koymayı amaçlayan bir araştırma desenidir.

Araştırmada veri toplama yöntemi olarak doküman analizi kullanılmıştır. Doküman analizi, araştırma verilerinin birincil kaynağı olarak çeşitli dokümanların sistematik biçimde toplanması, incelenmesi ve analiz edilmesine dayanan bilimsel bir yöntemdir (Sak ve ark., 2015). Bu kapsamda maraton turistlerinin Instagram hesaplarında paylaştıkları metinler ve görseller analiz edilmiştir.

Araştırma verileri, ulusal ve uluslararası maratonlara katılan bireylerin deneyimlerini ve motivasyonlarını yansıtan paylaşımlar arasından amaçlı örnekleme yöntemiyle seçilmiştir. Paylaşımlar maraton deneyimine yükledikleri anlamları ortaya koymaktadır.

Toplanan veriler betimsel ve tematik analiz teknikleri kullanılarak çözümlenmiştir. Analiz sürecinde benzer ifadeler temalar altında toplanmıştır. Kodlama sürecinde spor turizmi ve motivasyon literatüründen yararlanılmıştır.

BULGULAR

Analiz sonucunda maraton turistlerinin motivasyonlarının altı ana tema etrafında toplandığı belirlenmiştir:

Mekân Estetiği

Katılımcı paylaşımlarında koşulan rota, şehir dokusu ve mimari unsurların maraton deneyimini anlamlı kıldığı vurgulanmaktadır. Bir katılımcı bu durumu şu sözlerle ifade etmiştir: “Koşulan rota, şehir ve çevre maratonun ruhunu şekillendirir. Sokaklar, manzaralar ve mimari, adımlarına ritim katar. Estetikle buluşan bir parkur, yorgunluğun içinden geçerken bile ilham verir ve koşuyu unutulmaz bir deneyime dönüştürür.” (İ.C.A.).

Bireysel Başarı

Bireysel başarı teması, maratonun fiziksel olduğu kadar zihinsel bir mücadele olarak algılandığını göstermektedir. Bir katılımcı, “Maraton sadece fiziksel bir yarış değil; zorlandığın

anlarda neden başladığını hatırladığın ve vazgeçmemeyi öğrendiğin uzun bir yolculuk" (S.S.Y.) ifadeleriyle bu durumu açıklamaktadır.

Kendini Gerçekleştirme

Katılımcıların paylaşımları, maraton deneyiminin bireyin kendi sınırlarını aşmasına ve potansiyelini keşfetmesine imkân tanıdığını ortaya koymaktadır. «Her adım, kendinle kurduğun bir bağ; her rota, keşfe açılan bir alan. Bir noktada durmak istedim ama pes etmedim. Şüpheye rağmen devam ettiğim her adım, beni daha güçlü yaptı. Unutma, vazgeçmediğin sürece yol senindir. » (A.G.) ve «Ben bugün hayatımda ilk defa maraton koştum. 42 km hiç durmadan koşabilmek insan üstü bir güç ve çaba gerektiriyor. Ama bugün bir kere daha anladım ki en az fiziki güç kadar mental güç de gerekiyor. İnsanın sınırları bizim tahminimizin çok ötesinde. Ben neden koşuyorum derseniz kendi sınırlarımı aşmanın heyecanını seviyorum galiba. « (D.K.) ifadeleri bu temayı desteklemektedir.

Sağlıklı Yaşam

Maraton, katılımcılar tarafından sağlıklı yaşam biçiminin bir parçası olarak görülmektedir. Düzenli antrenman, beslenme ve dinlenme vurgusu ön plana çıkmaktadır. Bir katılımcı, "Sağlıklı yaşam, finish çizgisine ulaşmanın değil, oraya güçlü ve iyi hissederek varmanın anahtarıdır" (R.Y.) şeklinde görüş bildirmiştir.

Keşif

Maraton deneyimi, hem bireysel hem de mekânsal keşif olarak algılanmaktadır. "Her kilometre, hem kendini hem de şehri keşfetmektir" (M.G.) ifadesi bu temayı yansıtmaktadır.

Topluluk Hissi

Katılımcılar, maratonu bireysel bir mücadeleden ziyade kolektif bir deneyim olarak tanımlamaktadır. «Her kilometre, hem fiziksel ve zihinsel hem de şehri keşiftir. Sınırlarını tanır, onları aşmayı öğrenirsin; yorgunlukla, sabırla ve kararlılıkla yüzleşirsin. Maraton boyunca attığın her adım, senden daha güçlü bir versiyonunu keşfetmeni sağlar." (M.T.) ifadesi topluluk hissinin önemini göstermektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada maraton turizmine katılan koşucuların motivasyonları, Instagram paylaşımlarına dayalı olarak incelenmiştir. Bulgular, motivasyonların bireysel başarı, kendini gerçekleştirme, sağlıklı yaşam, keşif, topluluk hissi ve mekân estetiği gibi çok boyutlu temalar etrafında şekillendiğini göstermektedir. Katılımcıların şehir dokusu, rota ve kültürel unsurları vurgulayan paylaşımları, maraton turizminin sportif faaliyetin ötesinde bütüncül bir turistik deneyim sunduğunu ortaya koymaktadır.

Hashtag kullanımları ve paylaşımlardaki duygusal ifadeler, topluluk aidiyetinin ve sosyal etkileşimin maraton motivasyonları üzerindeki rolünü güçlendirmektedir. Bu doğrultuda organizatörlerin görsel açıdan zengin ve paylaşım dostu rotalar tasarlaması, destinasyon yönetimlerinin ise sosyal medya odaklı tanıtım ve deneyim pazarlaması stratejilerini desteklemesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Beerli, A., & Martín, J. D. (2004). Factors influencing destination image. *Annals of Tourism Research, 31*(3), 657–681.

Çetin, A., & Özman, C. (2019). Koşucuların ultra-maraton etkinliklerine katılmalarındaki motivasyonel boyutlar ve bu boyutların yaşam doyumu ve başarı algılarıyla karşılaştırılması. *Spormetre, 17*(2), 177–187.

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry, 11*(4), 227–268.

Getz, D. (2008). Event tourism: Definition, evolution, and research. *Tourism Management, 29*(3), 403–428.
Gibson, H. J. (1998). Sport tourism: A critical analysis of research. *Sport Management Review, 1*(1), 45–76.
Kaplanidou, K., & Gibson, H. J. (2010). Predicting behavioral intentions of active event sport tourists: The case of a small-scale recurring sport event. *Journal of Sport Management, 24*(2), 163–179.
Masters, K. S., Ogles, B. M., & Jolton, J. A. (1993). The development of an instrument to measure motivation for marathon running: The Motivations of Marathoners Scale (MOMS). *Research Quarterly for Exercise and Sport, 64*(2), 134–143.
Sak, R., Şahin Sak, İ. T., Şen, B., & Sezen, G. (2015). Doküman analizi yöntemi. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi, 3*(2), 227–256.
Waśkiewicz, Z., Nikolaidis, P. T., Gerasimuk, D., Borysiuk, Z., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2019). What motivates successful marathon runners? The role of sex, age, education, and training experience. *Frontiers in Psychology, 10*, 1671.
Wang, M., Wang, M., Yuan, X., Zhao, X., & Zhang, Y. (2025). The multidimensional attractiveness of marathon events: How self-efficacy bridges perception to participation. *Frontiers in Psychology, 16*, 1649195.
Zouni, G., Markogiannaki, P., & Georgaki, I. (2020). A strategic tourism marketing framework for sports mega events: The case of Athens Classic (Authentic) Marathon. *Tourism Economics, 26*(8), 1351–1366.

CHILD-CENTERED CONSTITUTIONAL REASONING IN CONTEMPORARY FAMILY LAW: INSIGHTS FROM THE ITALIAN CONSTITUTIONAL COURT AND THE ECTHR

Enkelejda Koka
Department of Public Law, Faculty of Law, University of Tirana, Tirana, Albania.

Abstract
This paper analyzes the Italian Constitutional Court's 2025 decision on legal recognition in cases of medically assisted reproduction, placing it in dialogue with the jurisprudence of the European Court of Human Rights (ECtHR). The focus is on how both courts employ a child-centered constitutional methodology that prioritizes dignity, legal identity, and continuity of care. The Italian Court held that excluding the intending caregiver from legal recognition, despite joint consent to the reproductive project, undermined the child's constitutional rights to equality and parental support. Similarly, ECtHR case law emphasizes that a child's best interests carry decisive weight in resolving questions of legal status and family life under Articles 8 and 14 of the European Convention of Human Rights (ECHR). By comparing these approaches, the paper illustrates a shared judicial trend toward strengthening protections for children's welfare and legal certainty in evolving family contexts, while maintaining careful respect for legislative competences and constitutional boundaries.
Keywords: -1 Family law, -2 best interest of the child, -3 medically assisted reproduction, -4 legal identity

Introduction
Advances in assisted reproductive technologies have profoundly challenged traditional legal concepts of parenthood, filiation, and family life. National legal systems, largely constructed around biological connection and marital status, increasingly confront situations in which children are born through deliberate reproductive projects that do not conform to classical models of filiation. These developments have generated complex legal questions concerning the recognition of parent-child relationships, the scope of state discretion in regulating reproduction, and the role of constitutional and human rights adjudication in safeguarding the legal status of children. At the centre of these debates lies a fundamental tension: whether legal systems should continue to privilege biological criteria as the primary determinant of parenthood, or whether the child's stability, care, and social reality should assume constitutional significance.

Within the European legal space, this tension has been addressed through divergent judicial methodologies. The European Court of Human Rights has approached cross-border surrogacy and assisted reproduction with caution, consistently emphasising subsidiarity and the margin of appreciation afforded to States in ethically sensitive fields. Its jurisprudence reflects an effort to balance respect for national public policy with the need to prevent children from being left in situations of legal uncertainty. While the Court has acknowledged that children's rights under Article 8 of the European Convention on Human Rights may be adversely affected by absolute non-recognition, it has generally limited its intervention to requiring the availability of procedural mechanisms capable of safeguarding private life. This restrained approach has resulted in a layered system of protection, in which the degree of judicial scrutiny varies according to factors such as genetic connection, the existence of alternative recognition pathways, and the absence of a complete legal vacuum.

A markedly different constitutional logic emerges from the jurisprudence of the Italian Constitutional Court, which has engaged more directly with the substantive implications of non-recognition for the child. Rather than focusing solely on procedural safeguards, the Italian Court

has treated the child's best interests as a constitutional value capable of overriding rigid statutory exclusions. By reconceptualising parenthood in terms of intentional responsibility and the concrete exercise of parental duties, the Court has shifted the legal inquiry away from biological exclusivity toward the functional realities of care, education, and protection. This approach illustrates how constitutional adjudication can respond to contemporary reproductive practices without undermining legislative competence, by grounding judicial intervention in the protection of the child's dignity, equality, and right to stable parental relationships.

This article examines the interaction between these two models of adjudication to assess the extent to which European human rights law and national constitutional law are converging toward a genuinely child-centred framework. Through an analysis of key judgments of the European Court of Human Rights alongside the recent jurisprudence of the Italian Constitutional Court, the article explores how differing conceptions of parenthood shape the scope of legal recognition afforded to children born through assisted reproduction. It argues that while Strasbourg has established important minimum guarantees, its continued reliance on traditional legal benchmarks limits its capacity to address the full range of contemporary family realities. In contrast, the Italian experience demonstrates the potential of constitutional principles to reorient family law around the child's lived experience, offering a model that may inform future developments in European legal thought.

Reconceptualizing Parenthood Through Constitutional Adjudication: The Italian Constitutional Court and the Constitutional Primacy of the Child's Best Interests

A significant doctrinal development emerges from the reasoning adopted by the Italian Constitutional Court in its May 2025 judgment concerning the legal status of children born through medically assisted reproduction within family formations not grounded exclusively in biological parenthood.[13] The Court articulated a constitutional approach centered on the protection of the child's fundamental rights, emphasizing that statutory exclusions cannot prevail where they compromise constitutionally protected interests of the child.[14] While reaffirming the legislature's primary role in regulating family law, the Court acknowledged that judicial intervention becomes necessary when legislative choices undermine core constitutional guarantees.[15] The decision thus reflects an evolution from a formalistic conception of parenthood toward a constitutional model prioritizing the child's dignity, equality, and right to stable parental care as binding interpretive standards.[16]

The proceedings originated from a referral by the Court of Lucca, which questioned the constitutional legitimacy of Articles 8 and 9 of Italian Law No. 40 of 2004 on "Rules on Medically Assisted Procreation," in conjunction with Article 250 of the Italian Civil Code.[17] These provisions categorically excluded the recognition of a non-biological parent in cases where a child was conceived through heterologous assisted reproduction, even where both adults involved had jointly consented to the reproductive project.[18] The legal framework not only prevented recognition at birth but also mandated the removal of any such registration from

[13] Italian Constitutional Court, Judgment May 2025.

[14] Italian Law No. 40/2004, Arts. 8–9; Italian Civil Code, Art. 250.

[15] Italian Constitution, Arts. 2, 3, 30, 31, 117(1).

[16] M. GIACOMINI, M. PELLEGRINO, *Recognition of a status acquired abroad: Italy, Cuadernos de*

Derecho Transnacional (Marzo 2022), Vol. 14, No. 1, pp. 1044-1061, ISSN 1989-4570 - www.uc3m.es/cdt - DOI: https://doi.org/10.20318/cdt.2022.6738.

[17] Italian Constitutional Court established jurisprudence on Art. 30.

[18] Italian Constitutional Court, challenges to Law No. 40/2004.

civil status records, thereby directly affecting the child's legal identity and family stability.[19] Such automatic rectification measures exposed the child to legal uncertainty and disrupted the continuity of familial relationships from the moment of birth.[20]

The referring court argued that this absolute exclusion conflicted with several constitutional provisions, namely Article 2 of the Italian Constitution on the protection of inviolable human rights, Article 3 on equality before the law, Article 30 on parental duties and rights, and Article 31 on the protection of families and children.[21] It further contended that the contested provisions violated Article 117(1) of the Italian Constitution by breaching Italy's international obligations, including Articles 8 and 14 of the European Convention on Human Rights, Article 24 of the EU Charter of Fundamental Rights, and relevant provisions of the UN Convention on the Rights of the Child.[22] Articles 2 and 3 of the Italian Constitution enshrine the inviolability of personal rights and the prohibition of unjustified differential treatment, requiring equal legal protection for all individuals. Article 30 establishes parental responsibility as a constitutionally protected institution oriented toward the child's interests rather than parental prerogatives. Collectively, these constitutional norms elevate the best interests of the child to a binding interpretive principle guiding the application and review of family law legislation.

The Italian Civil Code complements this constitutional framework by codifying contemporary principles of filiation and parental responsibility. Article 315 of the Italian Civil Code affirms the equal legal status of all children, regardless of the circumstances of their birth, thereby abolishing historical distinctions in filiation.[23] Article 316 of the Italian Civil Code replaces the traditional notion of "parental authority" with that of "parental responsibility," emphasizing obligations of care, education, moral guidance, and protection of the child's welfare. This legislative evolution reflects a functional and responsibility-based understanding of parenthood aligned with constitutional values. Additionally, Article 74 of the Italian Civil Code defines family relationships without hierarchical distinctions among forms of filiation, reinforcing the principle that the child's legal position must remain unaffected by the modalities of conception.

The State Attorney raised two principal objections to the admissibility of the constitutional question. First, it argued that the referring court had failed to exhaust the possibility of a constitutionally conforming interpretation, suggesting that the child's interests could be sufficiently protected through special-case adoption under Article 44(1)(d) of Law No. 184 of 1983 on the "Right of a Minor to a Family."[24] This mechanism, previously endorsed by the Court of Cassation, was presented as an adequate alternative to recognition at birth. Second, the State Attorney maintained that the referral sought an impermissible additive ruling, invoking Constitutional Court Judgment No. 32 of 2021 as a precedent cautioning against judicial

[19] Italian Civil Code, Arts. 74, 315, 316.

[20] Italian Civil Code, Art. 315.

[21] S. BARIĆ. *"The Principle of Equality in Italy: The Constitutional Law Concept in the Service of "Full Development of the Human Person"." Zbornik Pravnog fakulteta u Zagrebu*, vol. 65, no. 1, 2015, pp. 87-113. https://hrcak.srce.hr/138070. Accessed 27 Sep. 2025.

[22] Italian Constitutional Court, Judgment No. 127/2020.

[23] C. CICERO, *The Italian Reform of the Law on Filiation and Constitutional Legality, The Italian Law Journal*, Vol. 02 – No. 02, https://theitalianlawjournal.it/data/uploads/pdf/2-2016/237-cicero-251.pdf.

[24] Italian legal system considers surrogacy to offend the dignity of women and considers it a criminal sanction and violative of a principle of public order. See Italian Cassation Court cases No. 38162 of 2022; in the same sense, Italian Constitutional Court Judgments No. 79 of 2022; No. 33 of 2021 and No. 272 of 2017.

decisions that effectively substitute legislative choices. The Constitutional Court expressly clarified that issues related to surrogacy fell outside the scope of the proceedings.

The Constitutional Court rejected both objections. It held that the referring court had undertaken a thorough interpretive analysis and convincingly demonstrated the impossibility of a constitutionally compliant reading of the contested provisions. The Court found that adoption, while offering some degree of protection, could not be considered equivalent to recognition from birth, as it entailed procedural uncertainty and a temporally delayed establishment of parental bonds. Unlike Judgment No. 32 of 2021, judicial intervention in the present case would not disrupt the broader legislative framework but addressed a narrowly circumscribed exclusion lacking rational justification. The constitutional issue was thus framed as the unjustified denial of legal recognition to children by excluding a parent who had intentionally assumed parental responsibilities.

Building on its prior jurisprudence, particularly Judgment No. 127 of 2020, the Court reaffirmed that when a child is deliberately brought into existence through a consensual reproductive project, parental responsibility arises not solely from biological ties but also from intentional commitment.[25] This approach is consistent with Article 30 of the Constitution and the reconceptualization of parental authority as responsibility under Article 316 of the Civil Code.[26] Parenthood, in this constitutional sense, encompasses duties of maintenance, education,[27] emotional support, and the safeguarding of the child's development[28] and well-being.[29] These duties correspond directly to the child's fundamental rights and constitutional status as an autonomous rights-holder.[30] Within this framework, the absence of a biological link cannot justify the denial of legal recognition where parental responsibility has been intentionally and effectively assumed.[31]

The Court further emphasized that no empirical or scientific evidence supports presumptions of harm to a child's development in family contexts formed through intentional caregiving arrangements It reiterated its consistent rejection of abstract assumptions regarding parental inadequacy based on non-biological criteria. The constitutional assessment must instead focus on the concrete capacity to fulfill parental responsibilities in accordance with the child's best interests.

The Court also highlighted the systemic inconsistencies produced by the existing legal framework. Divergent practices among civil status officers resulted in unequal treatment, with

[25] Such responsibilities arise from the will to become parents, expressed through consent to assisted reproduction, which grounds the shared obligation of both parties. See Italian Constitutional Court Judgment no. 161 of 2023; also see Italian Constitutional Court Judgments no. 230 of 2020 and no. 237 of 2019.

[26] Upheld in Italian Constitutional Court Judgments no. 308 of 2008 and no. 394 of 2005.

[27] Article 315-bis and Article 337-ter Italian Civil Code.

[28] For principle on the child's best interests see Articles 2, 30 and 31 of the Italian Constitution; Italian Constitutional Court Judgments no. 102 of 2020 and no. 11 of 1981; Judgments no. 102 of 2020, no. 272, no. 76 and no. 17 of 2017, no. 205 of 2015, no. 239 of 2014; Judgment no. 79 of 2022.

[29] Right of the minor to maintain a relationship with both parents - see Italian Constitutional Court Judgment no. 102 of 2020 and Judgment no. 33 of 2021; See Article 315-bis, first and second paragraph, and Article 337-ter, first paragraph, of the Italian Civil Code; also see Article 8, paragraph 1, of the CRC, UN General Assembly, Convention on the Rights of the Child, United Nations, Treaty Series, vol. 1577, p. 3, 20 November 1989; Article 24, paragraph 3, of the European Union, Charter of Fundamental Rights of the European Union, 2012/C 326/02, 14 December 2007, https://www.refworld.org/legal/agreements/eu/2007/en/13901 [accessed 27 September 2025].

[30] Italian Constitutional Court Judgment no. 32 of 2021.

[31] Italian Constitutional Judgment no. 33 of 2021.

some registrations remaining unchallenged while others were subject to prosecutorial intervention.[32] This fragmentation created the paradox that siblings conceived through identical procedures within the same family unit could possess different legal statuses. Such discrepancies undermined family unity, legal certainty, and the recognition of sibling relationships.[33] The precariousness of children's legal status, subject to rectification at any time, was deemed incompatible with constitutional principles.

Consequently, the Constitutional Court declared Article 8 of Law No. 40 of 2004 unconstitutional insofar as it excluded the recognition of the intentional parent who had jointly consented to the reproductive project.The exclusion was found to violate Articles 2, 3, and 30 of the Italian Constitution by impairing the child's dignity, equality, and right to stable parental care. While acknowledging that the protection of the child's interests may require balancing against other considerations, the Court found no sufficiently compelling countervailing interest capable of justifying the restriction. The judgment thus represents a decisive constitutionalization of the child's best interests, transforming the principle from a programmatic guideline into a substantive constitutional norm capable of invalidating statutory exclusions. By affirming intentional parenthood, the Court confirmed that children's rights cannot be subordinated to legislative inertia or to formalistic conceptions of parental recognition detached from constitutional values.[34]

Between Progress and Deference: The European Court of Human Rights and the Structural Limits of a Child-Centered Jurisprudence

The evolving case law of the European Court of Human Rights (ECtHR) must be understood within a broader comparative constitutional context that reveals divergent national approaches to the legal recognition of parent–child relationships formed outside traditional biological paradigms. Against this background, the Strasbourg Court has developed an intermediate position. On the one hand, it consistently reaffirms State sovereignty and accords a wide margin of appreciation in domains characterised by ethical sensitivity and cultural diversity. On the other hand, it has increasingly acknowledged that the failure to recognise *de facto* parental relationships may place children in situations of legal uncertainty incompatible with the Convention. The resulting jurisprudence is therefore marked by an inherent dualism: progressive insofar as it articulates minimum safeguards grounded in the child's welfare, yet deferential in preserving the primacy of domestic legal frameworks where biological or marital connections are absent.

This dual orientation is already evident in the Court's early jurisprudence. In *Alekseyev* v *Russia*, the Court stressed the absence of a European consensus on issues touching upon family formation beyond traditional models, thereby granting States a broad margin of appreciation.[35]

---

[32] Also affirmed in Italian Constitutional Court Judgment No. 32 of 2021.

[33] A. PAPISCA, *The Italian Constitutional Court recognizes the right to double maternity in cases of*

Medically Assisted Reproduction abroad, Human Rights Center, Italian Yearbook of Human Rights, ISSN 3035-5435, https://unipd-centrodirittiumani.it/en/news/the-italian-constitutional-court-recognizes-the-right-to-double-maternity-in-cases-of-medically-assisted-reproduction-abroad.

[34] C. NARDOCCI, *Intended or new parenthood? The child's best interest: Italy and the European Court of*

Human Rights. ERA Forum 25, 109–126 (2024). https://doi.org/10.1007/s12027-024-00787-8.

[35] *Aleksyev* v *Russia*, Application no. 4916/07, Council of Europe: European Court of Human Rights, Judgment

21.10.2010 [Section I]; Richard Storrow, 'International Surrogacy in the European Court of Human Rights' (2018) 43 North Carolina Journal of International Law 38, 41; Andrea Mulligan, 'Identity Rights and Sensitive Ethical Questions: The European Convention on Human Rights and the Regulation of Surrogacy Arrangements' (2018) 26 Medical Law Review 449, 453–456.

Similarly, in *E.B.* v *France*, the Court held that Article 8 of the Convention does not confer a general right to found a family or to adopt, a position widely interpreted as limiting the capacity of Article 8 to compel the recognition of parental status deliberately excluded by domestic law.[36] At the same time, the Court acknowledged that "family life" may exist as a matter of fact even where domestic law withholds formal recognition, triggering certain positive obligations on States. The unresolved tension lies in the Court's reluctance to translate factual family life into enforceable claims to parental status, particularly in areas implicating sensitive moral choices. The jurisprudence thus reflects a careful equilibrium: conceptual recognition of family life coupled with deference as to its legal consequences.

A significant doctrinal shift occurred with *Mennesson* v *France*, where the Court identified the child's private life as a decisive element in the Article 8 analysis.[37] France's refusal to recognise the intended mother of children born abroad through gestational surrogacy was examined not primarily through the lens of family life, but through the impact on the children's identity and legal stability. While the Court did not find a violation of family life, it held that the absence of recognition impaired the children's right to respect for their private life.[38] Importantly, the Court did not require the automatic transcription of foreign birth certificates but instead imposed an obligation to provide an alternative mechanism such as adoption capable of securing recognition in practice.

Through this reasoning, the Court effectively narrowed the margin of appreciation available to States in cases where a genetic link exists.[39] Although it reaffirmed the legitimacy of national policies aimed at discouraging surrogacy, it concluded that an absolute refusal of recognition was incompatible with Article 8 ECHR. Central to this conclusion was the principle of the child's best interests, which the Court treated as paramount in assessing the proportionality of the interference. The refusal to recognise the intended mother was found to undermine the children's identity and social stability, notwithstanding the State's legitimate public policy concerns. Consequently, the Court required that at least a case-by-case possibility of recognition be available, thereby transforming the child's interests into a concrete constraint on State discretion.

This line of reasoning illustrates the Court's attempt to reconcile competing normative imperatives.[40] On the one hand, States retain autonomy to regulate ethically contentious practices in accordance with domestic public policy. On the other hand, the Convention imposes a duty to ensure that children born because of such practices are not left in a legal vacuum. By

---

[36] *E.B.* v *France*, Application no. 43546/02, Council of Europe: European Court of Human Rights, 22.01.2008;

Maire Nı Shuilleabhain, 'Surrogacy, System Shopping, and Article 8 of the European Convention on Human Rights' (2019) 33 International Journal of Law, Policy and the Family 104, 110.

[37] *Mennesson* v *France*, Application no 65192/11, Council of Europe: European Court of Human Rights, 26

June 2014.

[38] Advisory Opinion, concerning the recognition in domestic law of a legal parent-child relationship between a

child born through a gestational surrogacy arrangement abroad and the intended mother, Requested by the French Court of Cassation, *(Request no. P16-2018-001)* Strasbourg, 10 April 2019, https://hudoc.echr.coe.int/eng?i=003-6380464-8364383.

[39] Gregor Puppinck, Claire Hougue, ECHR: Towards the Liberalisation of Surrogacy: Regarding the

Mennesson v *France* and *Labassee* v *France* Cases (No. 65192/11 & No. 65941/11) (September 1, 2014). Revue Lamy Droit Civil, no. 118, September 2014. p. 78. Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=2500075.

[40] Meiraf G Tesfaye, What makes a Parent? Challenging the Importance of a Genetic Link for Legal Parenthood

in International Surrogacy Arrangements, International Journal of Law, Policy and the Family, Volume 36, Issue 1, 2022, ebac010, https://doi.org/10.1093/lawfam/ebac010.

framing recognition as a procedural obligation rather than a substantive entitlement, the Court sought to mitigate the harshest effects of non-recognition while formally preserving State discretion.[41] Nevertheless, this approach generates an internal tension: although national prohibitions remain formally intact, their practical consequences are constrained by Convention-based requirements, thereby limiting State autonomy in effect.[42]

Further complexity emerged with the Court's first advisory opinion delivered under Protocol No. 16 of the ECHR. The Court affirmed that a child born abroad through gestational surrogacy has, under Article 8, a right to access a mechanism enabling recognition of the legal relationship with the intended mother, subject to certain conditions. Although the opinion was framed within a traditional parental configuration, it exposed significant inconsistencies in domestic practices across Europe. At the time, fewer than half of the surveyed States provided mechanisms for such recognition, and even fewer extended comparable solutions beyond biologically or matrimonially anchored models.[43] By grounding recognition in the marital and social link between the intended mother and the genetic father, the Court implicitly privileged a family model structured around genetic and marital benchmarks.

At the same time, the internal logic of the advisory opinion reveals its broader implications. The Court's reasoning places non-genetically related intended parents in analogous positions, regardless of gender composition, thereby raising potential issues under Article 14 of the Convention taken in conjunction with Article 8 where differential treatment persists. Consequently, while formally limited in scope, the advisory opinion simultaneously consolidates traditional benchmarks and opens doctrinal space for future challenges to exclusionary recognition regimes. The ECtHR's jurisprudence thus remains characterised by structural ambivalence: advancing the constitutional protection of children while cautiously navigating the boundaries of judicial authority and State sovereignty.

Procedural Deference and Biological Primacy

In *D and Others* v *Belgium*, the European Court of Human Rights reaffirmed its commitment to procedural deference in the context of cross-border surrogacy.[44] The case concerned the temporary refusal by Belgian authorities to issue travel documents for a child born in Ukraine through a surrogacy arrangement. The Court accepted the delay as proportionate, emphasising the legitimacy of verifying parental ties and the child's legal status before granting entry. The judgment underscores the Court's deferential posture in areas where immigration control intersects with the regulation of ethically sensitive reproductive practices. Although the Court acknowledged the hardship caused by the temporary separation of the child from the applicants, it stressed that the Convention does not impose an obligation on States to admit children born abroad through surrogacy without prior verification of legal and biological connections. The

[41] Other similar cases the Court has held no violation of Article 8 ECHR: *Labassee* v *France*, Application no 65941/11, Council of Europe: European Court of Human Rights, 26 June 2014; *Foulon and Bouvet* v *France*, Application nos. 9063/14 and 10410/14, Council of Europe: European Court of Human Rights, 21 July 2016; *Laborie* v *France*, Application no. 44024/13, Council of Europe: European Court of Human Rights, 19 January 2017.

[42] Lydia Bracken, The ECtHR's first advisory opinion: Implications for cross-border surrogacy involving male intended parents. Medical Law International, 2021, 21(1), 3-18. https://doi.org/10.1177/09685332211002592.

[43] Hodson, Loveday, Ties That Bind: Towards a Child-Centred Approach to Lesbian, Gay, Bi-Sexual and Transgender Families under the ECHR. The International Journal of Children's Rights, 2012, 20. 501-522. 10.1163/157181812X634247.

[44] *D. and Others* v *Belgium*, Application no. 29176/13, Council of Europe: European Court of Human Rights, 08 July 2014.

Court further noted that the delays were partly attributable to the applicants' failure to provide complete documentation in a timely manner. Claims under Article 3 of the Convention were rejected, as the circumstances did not reach the threshold of degrading treatment. Once travel documents were issued and the child joined the applicants, the complaint concerning refusal of entry was struck out as resolved. Overall, the decision illustrates a cautious balance between recognition of de facto family life under Article 8 and the State's sovereign prerogative to regulate recognition procedures in surrogacy-related cases.

A more pronounced affirmation of biological primacy emerged in *Paradiso and Campanelli* v *Italy*, where the Grand Chamber declined to recognise the existence of "family life" in the absence of genetic ties.[45] The applicants had cohabited with the child for approximately nine months following a surrogacy arrangement concluded abroad, but subsequent investigations revealed the absence of any biological relationship. By a substantial majority, the Court held that the relationship did not amount to family life within the meaning of Article 8, although it fell within the scope of the applicants' private life. The Court accepted Italy's decision to remove the child, emphasising the State's legitimate aim of reaffirming its exclusive competence to determine parent–child relationships through biological connection or lawful adoption. Relying on the findings of domestic courts that the child would not suffer irreparable harm, the Court concluded that the authorities had acted within their margin of appreciation. This judgment illustrates the Court's heightened deference where surrogacy arrangements contravene domestic law and lack biological foundations, standing in sharp contrast to cases where genetic links are present. In such contexts, continuity of care yields to considerations of legal order and national sovereignty, even at the expense of established emotional bonds.

Subsequent decisions, including *C and E* v *France*[46] and *D* v *France*[47], consolidated what has been described as the "adoption-as-solution" doctrine. In these cases, the Court upheld the refusal to transcribe foreign birth certificates resulting from surrogacy arrangements, while accepting adoption as an adequate alternative mechanism for securing legal recognition of the child's relationship with the intended parent. Notably, in *D* v *France*, this conclusion was reached even where the intended mother was genetically related to the child. The Court considered that adoption produced effects comparable to registration, if it was accessible and effective. While critics have argued that this approach imposes unnecessary procedural burdens on children and families, the Court framed adoption as a means of reconciling child protection with State regulatory autonomy.[48] These judgments reaffirm the Court's deference to national frameworks governing surrogacy, on the condition that they allow timely and effective legal recognition sufficient to safeguard the child's private life.

In *S.-H.* v *Poland*, the Court further circumscribed the scope of its intervention by declining to extend Article 8 obligations where children already enjoyed secure legal status abroad.[49] The

[45] *Paradiso and Campanelli* v *Italy*, Application No 25358/12, Council of Europe: European Court of Human Rights, Grand Chamber, 24 January 2017.

[46] *C and E* v *France*, Application no. 67724/09, Council of Europe: European Court of Human Rights, 11 January 2013.

[47] *D* v *France*, Application no. 11288/18, Council of Europe: European Court of Human Rights, 12 October 2020.

[48] Alice Margaria, 'Parenthood and Cross-Border Surrogacy: What Is "New"? The ECtHR's First Advisory Opinion' (2020) 28 Medical Law Review 412, 414.

[49] .-*H.* v *Poland*, Applications nos. 56846/15 and 56849/15, Council of Europe: European Court of Human

applicants alleged potential future disadvantages, including the absence of certain citizenship-related benefits, but the Court characterised these harms as speculative.[50] The judgment highlights Strasbourg's reluctance to expand Convention obligations where children are not left in a legal vacuum and where family ties are adequately recognised in another jurisdiction. This reasoning reinforces the Court's emphasis on concrete and immediate detriment, rather than hypothetical or indirect consequences.

Taken together, these cases demonstrate the evolution of the Court's approach since *Mennesson* v *France*, where it held that a blanket refusal to recognise a legally established parent–child relationship abroad violated the child's right to respect for private life.[51] While formally adhering to the principle of subsidiarity by allowing States discretion in the choice of means,[52] the Court has progressively narrowed that discretion in circumstances where no effective recognition mechanism exists.[53] In recent jurisprudence, this trend has at times resulted in a more prescriptive stance, influencing not only procedural guarantees but also the substantive outcomes of domestic recognition processes.

However, the Court's intervention remains uneven. Its most robust scrutiny is reserved for cases that approximate the Mennesson configuration, namely those involving a genetic link combined with a legally recognised parental framework.[54] In such situations, the Court engages substantively with the adequacy of recognition mechanisms. By contrast, where these elements are absent, the Court retreats to procedural review, accepting partial or temporary accommodations as sufficient. This bifurcated methodology reveals an implicit preference for family models aligned with traditional genetic benchmarks, notwithstanding the surrogacy context.

The resulting paradox is evident. Mennesson is frequently cited as emblematic of progressive child protection, yet its logic simultaneously entrenches genetic and marital criteria as the implicit threshold for Convention compliance.[55] Families diverging from this template

---

Rights, 16 November 2021.

[50] Kyriaki Patsianta, *X* v *Poland*: A victory, yet not a triumph for homosexual parents in Strasbourg, 30

November 2021, Strasbourg Observers, https://strasbourgobservers.com/2021/11/30/x-v-poland-a-victory-yet-not-a-triumph-for-homosexual-parents-in-strasbourg/.

[51] Advisory Opinion concerning the recognition in domestic law of a legal parent–child relationship between a

child born through a gestational surrogacy arrangement abroad and the intended mother (2019) 69 EHRR SE1, paragraph 42; *DB and Others* v *Switzerland* App nos 58817/15 and 58252/15 (ECtHR, 22 November 2022). Elena Brodeala and Marie-Helene Spiess, 'Surrogacy and Same-Sex Parenthood Before the European Court of Human Rights: Reflections in Light of Cases Against Switzerland' (2022) 3 Swiss Review of International and European Law 397.

[52] Robert Spano, 'Universality or Diversity of Human Rights: Strasbourg in the Age of Subsidiarity?' (2014) 14

Human Rights Law Review 487, 491.

[53] Claire Fenton-Glynn, 'International surrogacy before the European Court of Human Rights' (2017) 13 Journal

of Private International Law 546, 555.

[54] For discussion on 'traditional' and 'non-traditional' families definitions, see Susan Golombok, Modern

Families: Parents and Children in New Family Forms (Cambridge University Press 2015) Ch 1; Alan Brown, What is the Family of Law? The Influence of the Nuclear Family (Hart Publishing 2019); Lydia Bracken, Same-Sex Parenting and the Best Interests Principle (Cambridge University Press 2020) 7–8. Melanie Levy, 'Surrogacy and Parenthood: A European Saga of Genetic Essentialism and Gender Discrimination' (2022) 29 Michigan Journal of Gender & Law 121, 153; Meiraf G Tesfaye, 'What makes a Parent? Challenging the Importance of a Genetic Link for Legal Parenthood in International Surrogacy Arrangements' (2022) 36 International Journal of Law, Policy and the Family 1, 9–10.

[55] Lydia Bracken, Accommodations of private and family life and non-traditional families: the limits of

encounter greater judicial deference to State authority, exposing structural inconsistencies within the Court's jurisprudence and raising doubts about its capacity to accommodate the diversity of family formations generated by assisted reproduction.[56]
More broadly, ECtHR case law continues to privilege genetic ties in determining the scope of protection afforded to children born through international surrogacy.[57] Recognition of intended parenthood is effectively required only where a biological link can be established, while non-genetically related parents remain dependent on derivative or discretionary mechanisms. This approach reflects a traditional, biologically anchored conception of family, rather than a functional or social one. Therefore, children lacking genetic connections to intended parents remain particularly vulnerable to legal insecurity. From a Convention perspective, such differentiation is difficult to justify, as the child's best interests arguably demand recognition of stable caregiving relationships irrespective of biological criteria. A more coherent child-centred standard would therefore prioritise the social reality of family life over genetic determinism.

Finally, *Valdís Fjölnisdóttir and Others* v *Iceland* illustrates the Court's continued preference for State discretion in surrogacy-related contexts.[58] The applicants had entered a surrogacy arrangement abroad contrary to domestic law. While parental recognition was refused, custody was granted. The Court found no violation of Article 8, holding that the prohibition of surrogacy pursued legitimate aims, including the protection of women and the preservation of the child's right to knowledge of origins.[59] It further considered that *de facto* custody arrangements sufficiently safeguarded family life. Commentators have nonetheless highlighted the paradox inherent in this reasoning: by tolerating custody without recognition, the Court effectively accommodates the consequences of conduct it otherwise permits States to prohibit, thereby blurring the line between protection and tacit acquiescence.[60]

---

deference in cases of cross-border surrogacy before the European Court of Human Rights, *Medical Law Review*, Volume 32, Issue 2, Spring 2024, pp 141–157, https://doi.org/10.1093/medlaw/fwad038.

[56] Lydia Bracken, 'Strasbourg's Response to Gay and Lesbian Parenting: Progress, then Plateau?' (2016) 24

International Journal of Children's Rights 358.

[57] Márk Pap, The right to respect for private and family life of children born through international surrogacy in

the case law of the European court of human rights, 06 Oct 2023, Hungarian Journal of Legal Studies

Volume/Issue: Volume 64: Issue 1, pp 32-47, DOI: https://doi.org/10.1556/2052.2023.00421

[58] Case of *Valdís Fjölnisdóttir and Others* v *Iceland*, Application no. 71552/17, 18.08.2021; Lydia Bracken,

Accommodations of private and family life and non-traditional families: the limits of deference in cases of cross-border surrogacy before the European Court of Human Rights, Med Law Rev. 2023 Nov 9; 32(2):141–157. doi: 10.1093/medlaw/fwad038.

[59] Ordo Iuris, Institute for Legal Culture, 1 July 2021, https://ordoiuris.pl/en/press-newsdesk/iceland-did-not-

break-the-law-by-refusing-to-register-two-mothers/#:~:text=%E2%80%A2%20The%20Strasbourg%20Court%20rejected%20the%20complaint,a%20commercial%20arrangement%20with%20an%20American%20surrogate.

[60] Lydia Bracken, Cross-Border Surrogacy Before the European Court of Human Rights: Analysis of *Valdís*

Fjölnisdóttir And Others v *Iceland*, European Journal of Health Law, 2021, 29. 1-23. 10.1163/15718093-bja10059; Ralf Michaels, Conversations on transnational surrogacy and the ECtHR case *Valdís Fjölnisdóttir and Others* v *Iceland* (2021), June 27, 2021, https://conflictoflaws.net/2021/conversations-on-transnational-surrogacy-and-the-ecthr-case-valdis-fjolnisdottir-and-others-v-iceland-2021/.

Conclusion

The comparative analysis of European human rights jurisprudence and Italian constitutional adjudication reveals two distinct yet intersecting models for addressing the legal status of children born through assisted reproductive arrangements. The European Court of Human Rights has developed a cautiously interventionist approach, seeking to prevent situations of legal invisibility while preserving a broad margin of appreciation for States in morally sensitive and culturally contested domains. Its case law has progressively recognised that children's rights under Article 8 of the European Convention on Human Rights may be compromised by absolute refusals of recognition, particularly where such refusals undermine identity, stability, and legal certainty. Nevertheless, Strasbourg has largely confined its intervention to procedural guarantees, allowing States to rely on alternative mechanisms and to maintain regulatory frameworks grounded in biological connection and traditional filiation.

By contrast, the Italian Constitutional Court has adopted a more substantive constitutional methodology, placing the child's best interests at the centre of its analysis and treating them as an autonomous constitutional standard capable of invalidating statutory exclusions. Rather than limiting itself to the availability of procedural remedies, the Italian Court has examined whether the legal framework itself unjustifiably denies children stable parental recognition arising from a deliberate and consensual reproductive project. In doing so, it has articulated a conception of parenthood grounded not solely in biological connection, but in intentional responsibility and the concrete exercise of parental duties. This approach reflects a constitutional understanding of dignity, equality, and parental care that prioritises the child's lived reality over formalistic criteria, marking a clear departure from models that subordinate children's rights to legislative inertia.

The juxtaposition of these approaches exposes a structural tension in contemporary European family law adjudication. While the European Court of Human Rights has succeeded in establishing minimum protective thresholds, its continued reliance on genetic and marital benchmarks limits the development of a fully child-centred doctrine and results in differentiated levels of protection. The Italian Constitutional Court, in contrast, demonstrates that constitutional principles can be deployed to overcome rigid statutory frameworks without encroaching on legislative competence, provided that judicial reasoning remains anchored in the child's fundamental interests. Taken together, these models illustrate the unresolved balance between deference and protection in European legal systems: a balance that increasingly calls for a shift from biological determinism toward a constitutional evaluation of stability, care, and responsibility as the decisive elements of the child's legal status.

References

Primary Sources

Aleksyev v *Russia*, Application no. 4916/07, Council of Europe: European Court of Human Rights, Judgment 21.10.2010 [Section I]

C and E v *France*, Application no. 67724/09, Council of Europe: European Court of Human Rights, 11 January 2013

Charter of Fundamental Rights of the European Union, 2012/C 326/02, 14 December 2007

D v *France*, Application no. 11288/18, Council of Europe: European Court of Human Rights, 12 October 2020

D. and Others v *Belgium*, Application no. 29176/13, Council of Europe: European Court of Human Rights, 08 July 2014.

DB and Others v *Switzerland* App nos 58817/15 and 58252/15 (ECtHR, 22 November 2022)

E.B. v *France*, Application no. 43546/02, Council of Europe: European Court of Human Rights, 22.01.2008

Elena Brodeala and Marie-Helene Spiess, ‘Surrogacy and Same-Sex Parenthood Before the European Court of Human Rights: Reflections in Light of Cases Against Switzerland’ (2022) 3 Swiss Review of International and European Law 397.
Foulon and Bouvet v *France*, Application nos. 9063/14 and 10410/14, Council of Europe: European Court of Human Rights, 21 July 2016
H. v *Poland*, Applications nos. 56846/15 and 56849/15, Council of Europe: European Court of Human Rights, 16 November 2021
Italian Cassation Court cases No. 38162 of 2022
Italian Constitutional Court Judgment no. 32 of 2021.
Italian Constitutional Court Judgment no. 33 of 2021
Italian Constitutional Court Judgments No. 79 of 2022
Italian Constitutional Court Judgment no. 161 of 2023
Italian Constitutional Court Judgments no. 102 of 2020 and no. 11 of 1981
Italian Constitutional Court Judgments no. 230 of 2020 and no. 237 of 2019
Italian Constitutional Court Judgments no. 308 of 2008 and no. 394 of 2005
Italian Constitutional Court Judgments No. 272 of 2017
Italian Constitutional Court, Judgment No. 127/2020
Italian Law No. 40/2004
Labassee v *France*, Application no 65941/11, Council of Europe: European Court of Human Rights, 26 June 2014
Laborie v *France*, Application no. 44024/13, Council of Europe: European Court of Human Rights, 19 January 2017
Mennesson v *France*, Application no 65192/11, Council of Europe: European Court of Human Rights, 26
June 2014.
Paradiso and Campanelli v *Italy*, Application No 25358/12, Council of Europe: European Court of Human Rights, Grand Chamber, 24 January 2017
Valdís Fjölnisdóttir and Others v *Iceland*, Application no. 71552/17, 18.08.2021
UN General Assembly, Convention on the Rights of the Child, United Nations, Treaty Series, vol. 1577, p. 3, 20 November 1989

Secondary Sources

A. PAPISCA, *The Italian Constitutional Court recognizes the right to double maternity in cases of Medically Assisted Reproduction abroad, Human Rights Center, Italian Yearbook of Human Rights*
Advisory Opinion concerning the recognition in domestic law of a legal parent–child relationship between a
child born through a gestational surrogacy arrangement abroad and the intended mother (2019) 69 EHRR SE1
Alice Margaria, ‘Parenthood and Cross-Border Surrogacy: What Is “New”? The ECtHR’s First Advisory Opinion’ (2020) 28 Medical Law Review 412
Andrea Mulligan, ‘Identity Rights and Sensitive Ethical Questions: The European Convention on Human Rights and the Regulation of Surrogacy Arrangements’ (2018) 26 Medical Law Review 449, 453–456
C. CICERO, *The Italian Reform of the Law on Filiation and Constitutional Legality, The Italian Law Journal*, Vol. 02 – No. 02
C. NARDOCCI, *Intended or new parenthood? The child's best interest: Italy and the European Court of Human Rights. ERA Forum* 25, 109–126 (2024)
Claire Fenton-Glynn, ‘International surrogacy before the European Court of Human Rights’ (2017) 13 Journal
of Private International Law 546, 555

Hodson, Loveday, Ties That Bind: Towards a Child-Centred Approach to Lesbian, Gay, Bi-Sexual and Transgender Families under the ECHR. The International Journal of Children's Rights, 2012, 20. 501-522
Gregor Puppinck, Claire Hougue, ECHR: Towards the Liberalisation of Surrogacy: Regarding the *Mennesson* v *France* and *Labassee* v *France* Cases (No. 65192/11 & No. 65941/11) (September 1, 2014). Revue Lamy Droit Civil, no. 118, September 2014
Kyriaki Patsianta, *X* v *Poland*: A victory, yet not a triumph for homosexual parents in Strasbourg, 30 November 2021, Strasbourg Observers
Lydia Bracken, The ECtHR's first advisory opinion: Implications for cross-border surrogacy involving male intended parents. Medical Law International, 2021, 21(1), 3-18.
Lydia Bracken, Accommodations of private and family life and non-traditional families: the limits of
deference in cases of cross-border surrogacy before the European Court of Human Rights, *Medical Law Review*, Volume 32, Issue 2, Spring 2024, pp 141–157
Lydia Bracken, 'Strasbourg's Response to Gay and Lesbian Parenting: Progress, then Plateau?' (2016) 24
International Journal of Children's Rights 358
Lydia Bracken, Accommodations of private and family life and non-traditional families: the limits of deference in cases of cross-border surrogacy before the European Court of Human Rights, Med Law Rev. 2023 Nov 9; 32(2):141–157
Lydia Bracken, Cross-Border Surrogacy Before the European Court of Human Rights: Analysis of *Valdís*
Fjölnisdóttir And Others v *Iceland*, European Journal of Health Law, 2021, 29. 1-23
M. GIACOMINI, M. PELLEGRINO, *Recognition of a status acquired abroad: Italy, Cuadernos de Derecho Transnacional* (Marzo 2022), Vol. 14, No. 1, pp. 1044-1061
Maire Nı Shuilleabhain, 'Surrogacy, System Shopping, and Article 8 of the European Convention on Human Rights' (2019) 33 International Journal of Law, Policy and the Family
Márk Pap, The right to respect for private and family life of children born through international surrogacy in the case law of the European court of human rights, 06 Oct 2023, Hungarian Journal of Legal Studies Volume/Issue: Volume 64: Issue 1, pp 32-47
Melanie Levy, 'Surrogacy and Parenthood: A European Saga of Genetic Essentialism and Gender Discrimination' (2022) 29 Michigan Journal of Gender & Law 121, 153
Meiraf G Tesfaye, 'What makes a Parent? Challenging the Importance of a Genetic Link for Legal Parenthood in International Surrogacy Arrangements' (2022) 36 International Journal of Law, Policy and the Family 1, 9–10.
Ralf Michaels, Conversations on transnational surrogacy and the ECtHR case *Valdís Fjölnisdóttir and Others* v *Iceland* (2021)
Richard Storrow, 'International Surrogacy in the European Court of Human Rights' (2018) 43 North Carolina Journal of International Law 38
Robert Spano, 'Universality or Diversity of Human Rights: Strasbourg in the Age of Subsidiarity?' (2014) 14
Human Rights Law Review 487
S. BARIĆ. *"The Principle of Equality in Italy: The Constitutional Law Concept in the Service of "Full Development of the Human Person"." Zbornik Pravnog fakulteta u Zagrebu*, vol. 65, no. 1, 2015, pp. 87-113. https://hrcak.srce.hr/138070. Accessed 27 Sep. 2025
Susan Golombok, Modern Families: Parents and Children in New Family Forms (Cambridge University Press 2015) Ch 1; Alan Brown, What is the Family of Law? The Influence of the Nuclear Family (Hart Publishing 2019); Lydia Bracken, Same-Sex Parenting and the Best Interests Principle (Cambridge University Press 2020)

PEYZAJ METRİKLERİNİN KAVRAMSAL HİDROLOJİK MODEL PARAMETRELERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Mohammad Musawwir RAMJEET
Gazi University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Civil Engineering
ORCID: 0009-0007-9522-2333
Hüseyin AKAY
Gazi University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering
ORCID: 0000-0002-9714-4590

ÖZET
Ölçüm yapılmayan havzalarda güvenilir akış tahmini, hidrolojide önemli bir zorluk olmaya devam etmektedir. Bu çalışma, kavramsal, toplu GR6J yağış-akış modelini kullanarak hidrolojik parametrelerin bölgeselleştirilmesinde peyzaj metriklerinin katkısını incelemektir. Türkiye'nin Batı Bölgelerindeki iki havza (E524 ve D354) verici-alıcı çifti olarak seçilmiş ve günlük yağış ve potansiyel buharlaşma-terleme verilerini kullanılarak ayrı ayrı olarak kalibre edilmiştir. GR6J Modellerinin kalibrasyonu, her iki havza için de 0,67'lik Nash-Sutcliffe Verimlilik Katsayısı (NSE) ile iyi bir performans göstermiştir. Kalibre edilmiş hidrolojik modeller, hidrolojik parametreler üzerindeki etkilerini anlamak için hem çapraz doğrulamaya tabi tutulmuş hem de peyzaj metrikleri kullanılarak bölgeselleştirilmiş parametrelerle doğrulanmıştır. Peyzaj metrikleri, CORINE Arazi Örtüsü verileri kullanılarak elde edilmiştir. Havzaların ortalama çevre-alan oranı (PARA_MN) ve ortalama şekil indeksi (SHAPE_MN) FRAGSTATS yazılımı kullanılarak elde edilmiştir. Kalibrasyon süreci güvenilir model tahminleri sağlarken, çapraz doğrulama NSE < 0,40 ile düşük performansla akışı tahmin etmiştir. Bölgeselleştirilmiş parametreler, 0,55 ile 0,57 arasında değişen NSE değerleriyle tatmin edici model performansları sağlamıştır ve bu performans, mekânsal çapraz doğrulama yoluyla doğrudan parametre aktarımından daha iyi sonuçlar vermiştir. Havza sayısının sınırlı olması ve doğrusal bölgeselleştirme çerçevesinin kullanılması nedeniyle bulgular iyi sonuçları ortaya koysa da, bu çalışma peyzaj metriklerinin akım ölçümü alınmayan havzalarda yapılan tahminler için yararlı hidrolojik bilgiler sağlayabileceğine dair kanıt sunmaktadır.
ANAHTAR KELİMELER: GR6J, Peyzaj Metrikleri, FRAGSTATS, Yağış–Akış Modeli, Bölgeselleştirme

INVESTIGATING THE EFFECTS OF LANDSCAPE METRICS ON CONCEPTUAL HYDROLOGICAL MODEL PARAMETERS

ABSTRACT
Reliable runoff prediction in ungauged basins (PUB) remains a major challenge in hydrology. This study investigates the contribution of landscape metrics in hydrological parameter regionalization using the conceptual-lumped GR6J rainfall-runoff model. Two catchments in the Western Regions of Türkiye (E524 and D354) were selected as a donor-receiver pair and were separately calibrated using daily precipitation and potential evapotranspiration data. The calibration of the GR6J Models achieved good performance with Nash-Sutcliffe Efficiency, (NSE) of 0.67 for both catchments. Calibrated hydrological models were both cross-validated, and were validated using regionalized parameters by landscape metrics to comprehend their effects on hydrological parameters. Landscape metrics were extracted using CORINE Land Cover data. The mean perimeter-area ratio (PARA_MN) and mean shape index (SHAPE_MN) of two catchments were processed in the FRAGSTATS software. While calibration process provided a reliable model predictions cross-validation resulted in poor performance with NSE < 0.40. The regionalized parameters yielded satisfactory model performances of NSE ranging

between 0.55 and 0.57, which consistently outperformed direct parameter transfer through spatial cross validation. While findings are exploratory due to the limited number of catchments and the use of a linear regionalization framework, this study provides evidence that landscape metrics can contribute useful hydrological information for PUB practices.
Keywords: GR6J, Landscape Metrics, FRAGSTATS, Regionalization.

1. INTRODUCTION

One of the most important issues in hydrology is runoff prediction in ungauged basins. GR4J, GR5J and GR6J conceptual rainfall-runoff models are popular due to their ability to represent the major processes of the catchment, yet being parsimonious in their structure (Perrin et al., 2003; Pushpalatha et al., 2011). These models rely on the calibrated parameters based on the observed discharge that are not available in ungauged basins. The Predictions in Ungauged Basins (PUB) raised the awareness of this issue and emphasized the need to transfer parameter data between gauged and ungauged locations using regionalization strategies (Sivapalan et al., 2003).

Landscape metrics are directly related to runoff and sediment transport in a watershed (Gao et al. 2018). However, it is not further investigated the relationship of landscape metrics and hydrological parameters in detail. In this study, calibrated hydrological parameters and shape-based landscape metrics were elaborated.

Accordingly, this study aims to evaluate whether simple landscape shape metrics derived from CORINE Land Cover data can improve GR6J parameter transfer between hydrologically similar catchments in the Western Region of Türkiye, compared to direct parameter transfer.

2. METHODOLOGY

2.1 Study Area

The study focuses on two gauged catchments in the Western Region of Türkiye (Figure 1). Two stream gauging stations coded as E524 and D354 were chosen because they are within the same broader hydro-climatic region but differ in land cover pattern, making them a good pair choice for regionalization using landscape metrics.

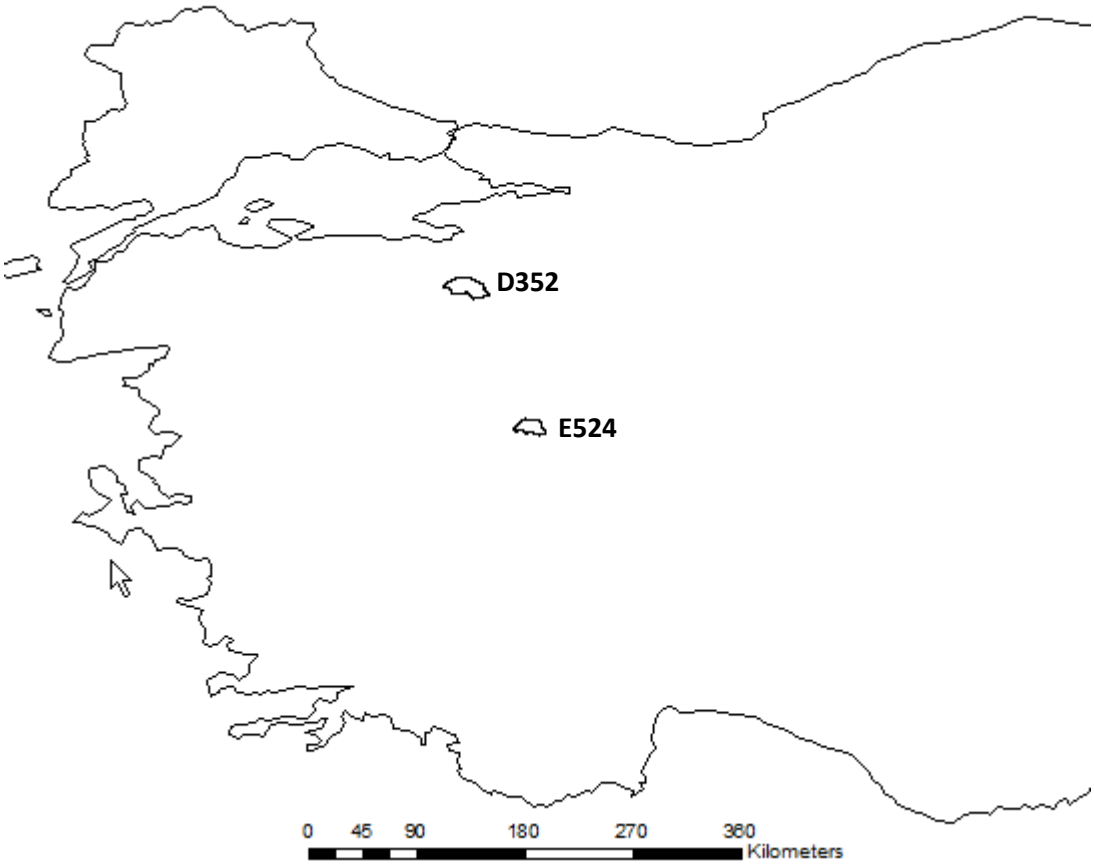


Figure 1. Project Area

2.2 Data

Daily precipitation (P) and potential evapotranspiration (PET) were obtained from CHIRPS through Climate Engine (climateengine.org, 2025). CHIRPS is a widely used long-term precipitation recording designed for monitoring hydro-climatic data. Observed discharge data was taken from the authority which collects data at gauging stations nationwide.

Landscape metrics were extracted from the CORINE Land Cover product at 100 m resolution (CLC2000, Copernicus Land Monitoring Service) using FRAGSTATS. The land cover map was used as categorical input to FRAGSTATS. The SHAPE_MN and PARA_MN metrics was respectively extracted for each catchment.

The Shape Index (SHAPE) is a measure of the geometric complexity of a landsacape patch. It is the ratio of the perimeter of the patch relative to the minimum possible perimeter that could be achieved by that patch area. The Perimeter–Area Ratio (PARA) is the ratio between the perimeter length of a landscape patch to its area, representing the amount of edge relative to patch size.

2.3 Hydrological model and calibration

GR6J is a lumped conceptual rainfall–runoff model operating at a daily time step, developed to improve low-flow simulation within the GR model family (Figure 2). It has six parameters that needs to be calibrated, the parameters are listed below:

X1: production store capacity [mm]
X2: intercatchment exchange coefficient [mm/d]
X3: routing store capacity [mm]
X4: unit hydrograph base time constant [d]
X5: intercatchment exchange threshold [-]
X6: exponential store depletion coefficient [mm]

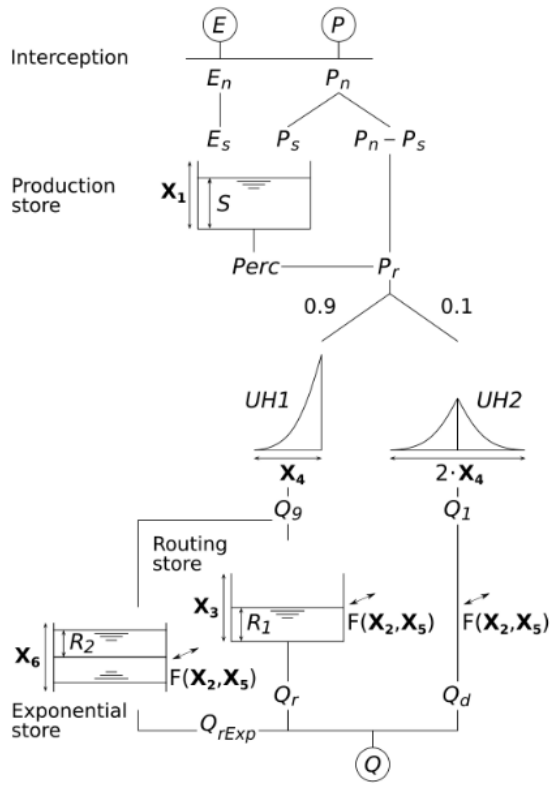


Figure 2. Schematic Diagram of GR6J (Pushpalatha et al. 2011**)**

Calibration employed Michel's two-stage algorithm (Michel, 1991), implemented in the airGR R package (Coron et al., 2017). The procedure first conducts a coarse grid screening across the parameter space, then applies a steepest-descent local search in transformed parameter space to converge to the optimum, ensuring parameters remain within their physical bounds.

For each catchment, calibration was performed independently by optimizing the Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) coefficient.

2.4 Model evaluations of the predictions

Performance of the predictions were assessed employing Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE), Kling-Gupta Efficiency (KGE), Percent BIAS, Coefficient of Determination (R^2), Root Mean Square Error to Standard Deviation Ratio (RSR) (Eqs. 1-8) (Nash & Sutcliffe 1970, Gupta et al. 2009, Moriasi et al. 2007). Those statistical indicators were used for both calibration and validation processes to assess the prediction capability of the model sets.

$$\mathrm{NSE} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(Q_{obs,i} - Q_{sim,i})^2}{\sum_{i=1}^{n}(Q_{obs,i} - \overline{Q}_{obs})^2} \quad (1)$$

$$\mathrm{KGE} = 1 - \sqrt{(r-1)^2 + (\alpha-1)^2 + (\beta-1)^2} \quad (2)$$

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n}(Q_{obs,i} - \overline{Q}_{obs})(Q_{sim,i} - \overline{Q}_{sim})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(Q_{obs,i} - \overline{Q}_{obs})^2}\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(Q_{sim,i} - \overline{Q}_{sim})^2}} \quad (3)$$

$$\alpha = \frac{\sigma_{sim}}{\sigma_{obs}}, \qquad \beta = \frac{\overline{Q}_{sim}}{\overline{Q}_{obs}} \quad (4)$$

$$\mathrm{PBIAS} = 100 \times \frac{\sum_{i=1}^{n}(Q_{sim,i} - Q_{obs,i})}{\sum_{i=1}^{n} Q_{obs,i}} \quad (5)$$

$$R^2 = r^2 \quad (6)$$

$$\mathrm{RSR} = \frac{\mathrm{RMSE}}{\sigma_{obs}} \quad (7)$$

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(Q_{obs,i} - Q_{sim,i}\right)^2} \quad (8)$$

where $Q_{obs,i}$ and $Q_{sim,i}$ denote the observed and simulated discharge at time step i, for $i = 1, \ldots, n$, $\overline{Q}_{obs}$ and $\overline{Q}_{sim}$ denote the means of the observed and simulated discharges. n: number of time steps in the evaluation period, σ_{obs}, σ_{sim}: standard deviation of observed / simulated discharge, r: Pearson correlation coefficient, α: variability ratio ($\sigma_{sim}/\sigma_{obs}$), β: bias ratio ($\overline{Q}_{sim}/\overline{Q}_{obs}$).

2.5 Regionalization framework

For regionalization, we assumed one of the catchments was ungauged and thus they would be the receiver of the donor's parameter after regionalizing with landscape metrics. A bidirectional parameter transfer was performed:

- Direction A: donor E524 → receiver D354
- Direction B: donor D354 → receiver E524

For each direction, regionalization was performed separately using each ratio of landscape metrics (PARA_MN and SHAPE_MN), producing four regionalized parameter sets in total:

1. E524 → D354 using the ratio of PARA_MN
2. E524 → D354 using the ratio of SHAPE_MN
3. D354 → E524 using the ratio of PARA_MN
4. D354 → E524 using the ratio of SHAPE_MN

A control set up where a spatial cross validation was performed in which parameter was directly transferred without any regionalization through landscape metrics to assess the validity of the method proposed. Table 1 summarizes the regionalization procedure.

Table 1. Regionalization framework

Scenario	Metric	Direction (DONOR→RECEIVER)
1	PARA_MN	D354 → E524
2	PARA_MN	E524 → D354
3	SHAPE_MN	D354 → E524
4	SHAPE_MN	E524 → D354
Baseline: Spatial Cross-Validation	None	D354 → E524 and E524 → D354

For each receiver catchment, the regionalized parameters were inputted back in the GR6J model for each pseudo-ungauged catchment and re-run on the same run period, the regionalized flow was compared with the observed flow using the same performance metrics as calibration (NSE, KGE, RMSE, PBIAS, R^2, RSR).

3. RESULTS

Table 2 represents the performance metrics of the calibration process of gauging stations, D354 and E524. The results from the calibration step show good performance according to Moriasi et al. (2007). Hence this pair of catchments will provide a strong baseline for our regionalization framework.

Table 2. GR6J Calibration Performance

Catchment	NSE	KGE	RSR	PBIAS (%)
D354	0.665	0.723	0.578	+0.6
E524	0.671	0.689	0.573	+2.1

The calibrated runoff hydrograph for E524 shows visually what the performance metrics already concluded, the fit of the calibration curve is very close to the observed flows and the PBIAS is also low since the two curves are at most points close to each other (Figure 3).

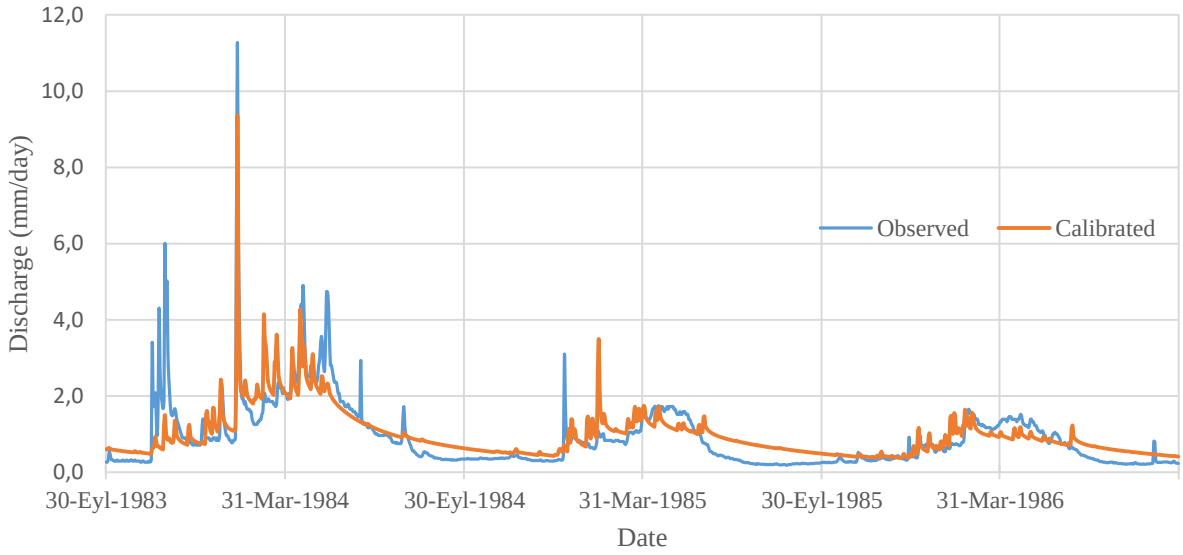


Figure 3. E524 Calibration Graphs

The calibration graphs for D354 shows a general good fit but an underestimate during initial high flows can be seen however the model corrects itself for the later high flows (Figure 4).

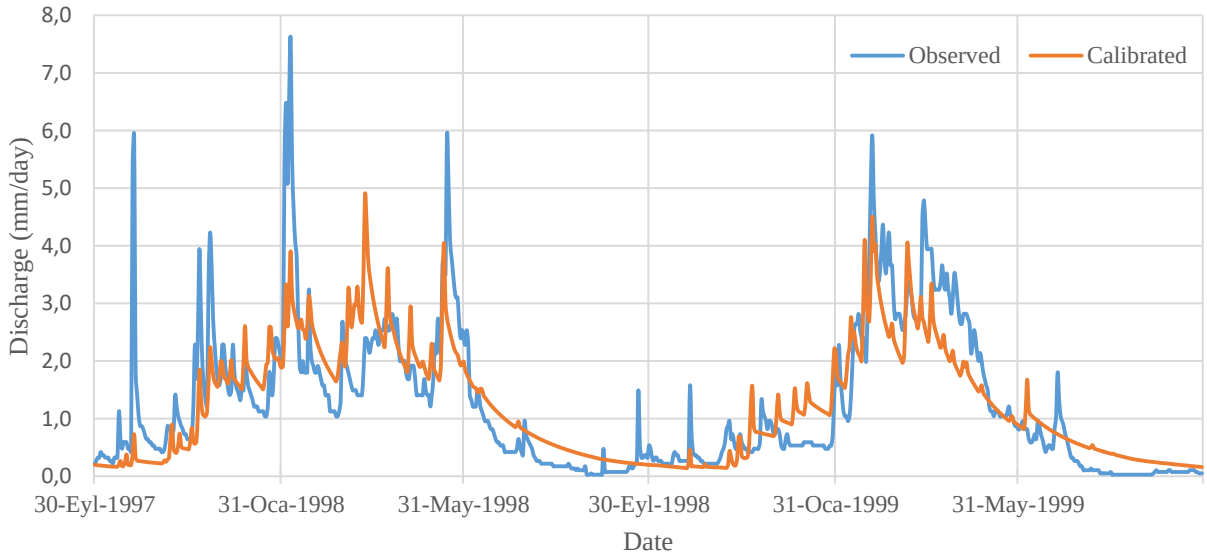


Figure 4. D354 Calibration Graphs

Table 4 presents the performance metrics of hydrological models by adapting the parameters from cross-validation and regionalization framework. All four regionalization with landscape metrics were found to be successful with every performance metrics falling withing satisfactory thresholds according to Moriasi et al (2007). Moreover, it should also be noted that the baseline control of spatial cross validation was unsatisfactory which further shows the importance of landscape metrics in the context of Prediction in Ungauged basins.

Table 4. Regionalization Performance

Metric used	Direction (Donor → Receiver)	NSE	KGE	PBIAS (%)	R^2	RSR
PARA_MN	D354 → E524	0.5517	0.6930	-6.1	0.5625	0.6692
PARA_MN	E524 → D354	0.5686	0.5916	-2.4	0.5771	0.6563
SHAPE_MN	D354 → E524	0.5514	0.6826	-8.9	0.5651	0.6695
SHAPE_MN	E524 → D354	0.5745	0.6044	2.3	0.5811	0.6519
Cross-Validation	D354 → E524	0.3753	0.5391	-38.8	0.6796	0.7900
Cross-Validation	E524 → D354	0.3962	0.5689	41.2	0.9653	0.7765

Figure 4 and Figure 5 indicated the observed and calibrated runoff hydrographs at D354. They also showed the runoff hydrograph employing the regionalized hydrological parameters by the ratio of PARA_MNs and SHAPE_MNs of the receiver and donor catchments. It can be seen that it performs quite well under high flows and some portion even better than the calibrated graphs but for low flows it does have a higher PBIAS.

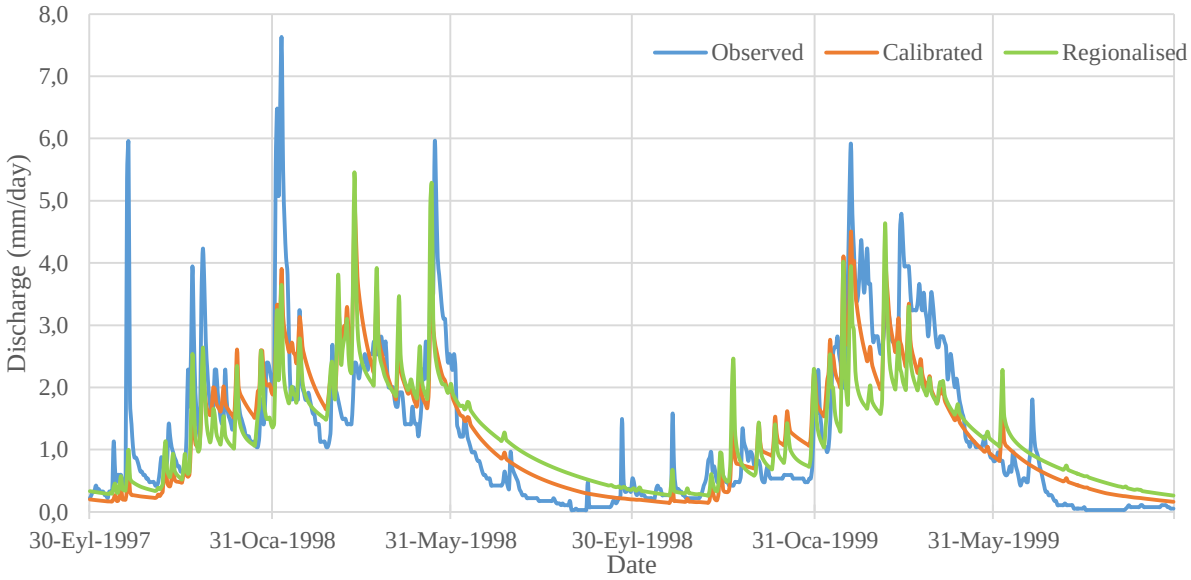


Figure 4. Observed, calibrated and regionalized by the ratio of PARA_MN hydrographs at D354

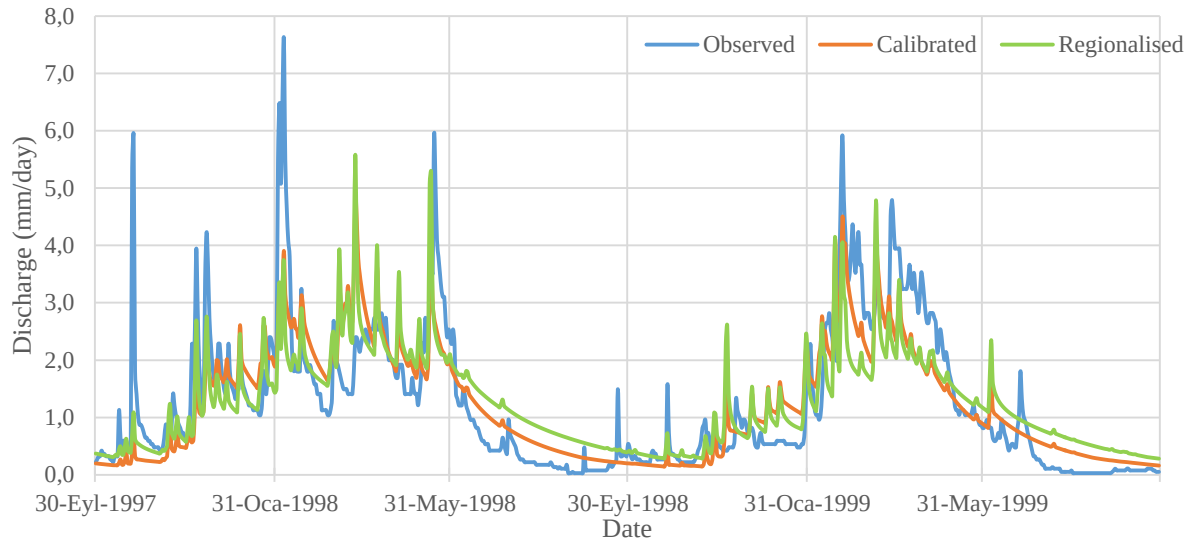


Figure 5. Observed, calibrated and regionalized by the ratio of SHAPE_MN hydrographs at D354

Figure 6 and Figure 7 showed the observed and calibrated runoff hydrographs at E524. They also showed the runoff hydrograph utilizing the regionalized hydrological parameters by the ratio of PARA_MNs and SHAPE_MNs of the receiver and donor catchments. It can be seen that it performs quite well under low flows but there is a constant underestimate for high flows.

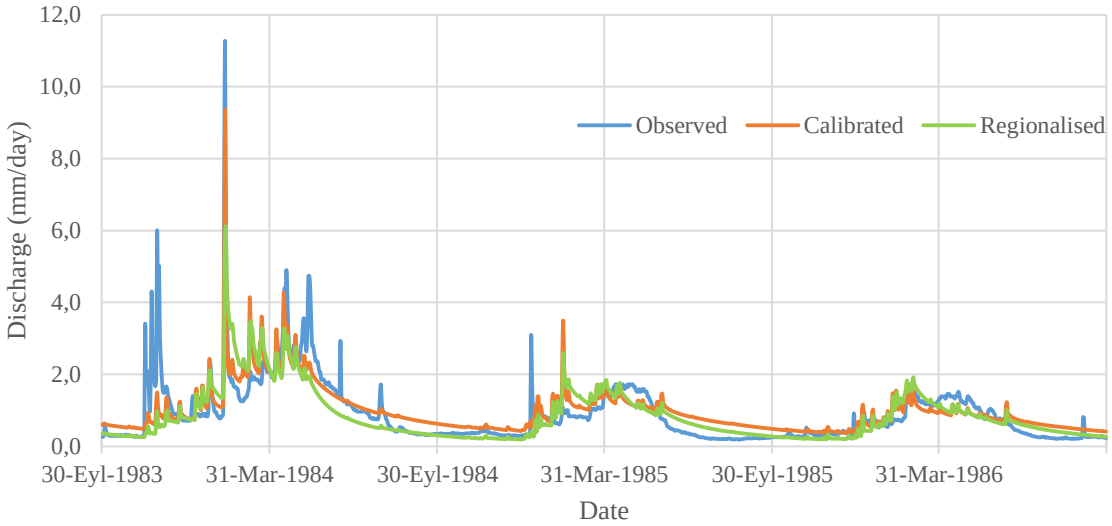


Figure 6. Observed, calibrated and regionalized by the ratio of PARA_MN hydrographs at E524

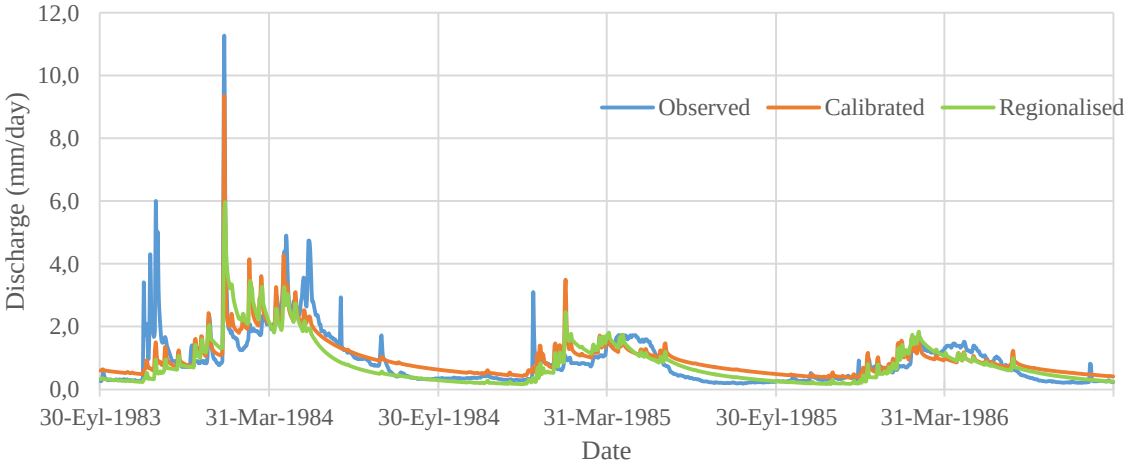


Figure 7. Observed, calibrated and regionalized by the ratio of SHAPE_MN hydrographs at E524

4. DISCUSSION

The setting up and calibration of the GR6J model was successful with all performance metrics falling within the 'good' hydrological model evaluation of Moriasi et al (2007). Regionalization of the parameters was performed using landscape metrics and they were transferred to pseudo-ungauged basins, which consistently outperformed direct parameter transfer as was done in the cross validation. This framework has shown the basis of how landscape metrics can contribute to prediction in ungauged basins.

This study is also subject to several limitations. First the analysis was limited to a single donor–receiver catchment pair. Also, only two shape-based metrics were evaluated as well as being limited to a linear regionalization framework. Consequently, the results should be interpreted as exploratory rather than universally. For a robust regionalization framework with landscape metrics, the analysis needs to be extended to multiple catchments and subjected to various validation methods setting in order to assess the robustness and transferability of parameters. Moreover, additional descriptors should be incorporated into the regionalization framework. Finally, there is a need to investigate further the relationship between the landscape metrics and hydrological parameters using more robust and novel statistical analysis and machine learning methods.

5. CONCLUSION

A bidirectional prediction in ungauged basins was conducted between two catchments in the Western Regions of Türkiye using GR6J. Calibration results for both catchments were good (NSE ≈ 0.67), enabling a good reference for validation process. Using two mean landscape shape metrics (PARA_MN and SHAPE_MN) and their respective ratio, regionalized simulations achieved satisfactory performances (NSE ≈ 0.55 - 0.57), with sensitivity to transfer direction and landscape metrics choice. These findings indicate that landscape shape metrics can contribute useful information for parameter transfer. More robust regionalization methods might be adapted to get more reliable predictions. The proposed regionalization framework should be tested for more catchments using multi-descriptors and non-linear methods.

REFERENCES

Coron, L., Thirel, G., Delaigue, O., Perrin, C., & Andréassian, V. (2017). The airGR R package: A suite of GR hydrological models for precipitation–runoff modelling. Environmental Modelling & Software, 94, 166–171. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.05.002

Gao, H., Sabo, J. L., Chen, X., Liu, Z., Yang, Z., Ren, Z., & Liu, M. (2018). Landscape heterogeneity and hydrological processes: a review of landscape-based hydrological models. Landscape ecology, 33(9), 1461-1480.

Gupta, H. V., Kling, H., Yilmaz, K. K., & Martinez, G. F. (2009). Decomposition of the mean squared error and NSE performance criteria: Implications for improving hydrological modelling. Journal of Hydrology, 377(1–2), 80–91. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2009.08.003

Michel, C. (1991). Hydrologie appliquée aux petits bassins ruraux. Paris: Eyrolles.

Moriasi, D. N., Arnold, J. G., Van Liew, M. W., Bingner, R. L., Harmel, R. D., & Veith, T. L. (2007). Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. Transactions of the ASABE, 50(3), 885–900. https://doi.org/10.13031/2013.23153

Nash, J. E., & Sutcliffe, J. V. (1970). River flow forecasting through conceptual models part I—A discussion of principles. Journal of Hydrology, 10(3), 282–290. https://doi.org/10.1016/0022-1694(70)90255-6

Perrin, C., Michel, C., & Andréassian, V. (2003). Improvement of a parsimonious model for streamflow simulation. Journal of Hydrology, 279(1–4), 275–289. https://doi.org/10.1016/S0022-1694(03)00225-7
Pushpalatha, R., Perrin, C., Le Moine, N., & Andréassian, V. (2011). A review of efficiency criteria suitable for evaluating low-flow simulations. Journal of Hydrology, 420–421, 171–182. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.11.055
Sivapalan, M., Takeuchi, K., Franks, S. W., et al. (2003). IAHS decade on predictions in ungauged basins (PUB), 2003–2012. Hydrological Sciences Journal, 48(6), 857–880. https://doi.org/10.1623/hysj.48.6.857.51421

RECIDIVISM IN JUVENILES WHO COMMIT CRIMINAL OFFENCES AT AN EARLY AGE

Esjurda TALLUSHI
University of Tirana, Faculty of Social Sciences, Department of Labor and Social Policy
ORCID: 0009-0007-2856-7681

Abstract:
Juveniles in conflict with the law are a target group that has a great sensitivity to social policies or even for reintegration into society. But especially the problem remains the early involvement in crime for children under the age of 14, which is the age of determining criminal responsibility in Albania. It is noted that children who at an early age are involved in crimes, both against the person and not those, at an older age are involved in crime again. Often this age is above the age of criminal responsibility and if they once managed not to be prosecuted due to their age, now criminal proceedings, trial but also their isolation in prison is often inevitable. The purpose of this paper is to identify the characteristics and risky recidivist behaviors among juveniles that lead them into conflict with the law and constantly leave them in the traps of antisocial behavior. Part of this study are 10 recidivist minors who are in a Correctional Institution of the age group 14-16 years, who before the age of 14 have committed at least one criminal offense. This is a qualitative study based on unstructured questionnaires and transcription of interviews. Some of the findings of the study are related to the fact that recidivist minors have not had a strong connection with school. They have a lack of attachment relationships with their parents, as a result, there is a disconnected relationship with one of the parental figures. These children have always been seen as problematic and the expectations that teachers and peers have had regarding the repetition of negative behaviors have caused them to leave education and not want to change their attitude and behavior. In conclusion, we can say that the lack of incentives, reinforcement of pro-social behaviors, and the lack of setting boundaries regarding antisocial behaviors have influenced the repetition of delinquent behaviors among juveniles.
Keywords: recidivist, juvenile, characteristics, risky behavior, conflict with the law.

➢ Introduction:

Juveniles in conflict with the law are a target group that has a great sensitivity to social policies or even for reintegration into society. But especially the early involvement in crime for children under the age of 14, which is the age of criminal responsibility in Albania, remains a problem. In the criminological sense, recidivism is any repeated commission of a criminal offense by a person who has previously committed a criminal offense, regardless of whether he has been convicted of that offense or not.

The Criminal Justice Code for Juveniles[61] also addresses the importance of preventing crime at an early age and the functioning of inter-institutional structures for these, despite the fact that a certain gap exists between the age of criminal responsibility (14 years) and 18 years.

It is noted that children who at an early age were involved in crimes, both against the person and not those at an older age are involved in crime again. Often this age is above the age of criminal responsibility and if they once managed not to be prosecuted due to their age, now criminal proceedings, trial but also their isolation in prison is often inevitable in the future when they reach the age of criminal responsibility. In Albania, there is a lack of statistics and studies on children under the age of criminal responsibility, because due to their early age they are not

[61] Juvenile Criminal Justice Code (37/217)

registered in crime statistics as their perpetrators. Despite this, the Child Protection Units refer a high number of minors who commit crimes.

- **Overall objective:**

The purpose of this paper is to identify the characteristics and risky recidivist behaviors among juveniles that lead them into conflict with the law and constantly leave them in the traps of antisocial behavior.

- **Specific objectives:**

1. To identify the characteristics of children who are involved in delinquent behavior at an early age
2. To reflect the main social problems of children who are involved in crime under the age of criminal responsibility.
3. To identify indicators related to recidivism in crime when it begins in adulthood
4. To indicate the legal spaces and inter-institutional cooperation to minimize the consequences of recidivism in children.

- **Research questions:**

1. What are the characteristics of children who are involved in crime at an early age?
2. What are the social problems of these children?
3. How is the level of recidivism assessed when they are involved in crime at an early age?
4. What are the alternatives for minimizing recidivism among minors?

- **Hypothesis:**

If juveniles engage in criminal behavior below the age of criminal responsibility, then the level of risk for being responsible for criminal offenses increases.

- **Methodology:**

This is a study based on the qualitative method through the implementation of unstructured questionnaires and transcription of interviews.
Part of this sampling are 10 recidivist juveniles who are in a Correctional Institution of the age group 14-16 years, who before the age of 14 have committed at least one criminal offense. The selection of subjects was made through purposive sampling, addressing social workers who know the history of the cases for the period: February-September. In addition, 3 social workers from the Kavaj Institute for Juveniles and Youth and 3 employees from the Child Protection Unit in Tirana were also interviewed, as the city with the highest number of juveniles in conflict with the law.

- **Limitations of the study:**

The study cannot generalize the characteristics of all children who have antisocial behavior, since not every child who has had problematic behavior or is in conflict with the law is necessarily a recidivist in criminal offenses. Also, the sample is a small number and generalizations that stop at the external judgment of cases for all Albanians cannot be made.

- **Study findings:**

Some of the behavioral and attitude characteristics of these juveniles with recidivist criminal behavior are related to low grades in school, dropping out of school, frequent absences, disrespect for others, bullying behaviors, conflicting behavior with peers at school or even

behavior with older friends in the community. These juveniles also do not accept criticism, especially when it comes from authoritarian figures such as parents and teachers. They are children who always seek to be the center of attention, even by oppressing others, since they lack empathy in their actions.

Behavioral theory describes the outcomes of the consequences of a certain behavior on occurrence of such behavior in the future. In other words, we learn from lifetime events and base our decisions, perceptions, and conduct on these events. These experiences, underlie socially acceptable behavior, as well as delinquency and criminality.[62]

The likelihood of behavior is increased or decreased by the use of reinforcement or punishment. Negative and positive reinforcements and extinction strengthen certain kinds of behavior of individuals (Skinner, 1953).[63]

According to the study data, there is a high probability that involvement in criminal behavior at an early age will lead to the involvement of young people in criminal behavior at an older age. The study even shows that in the cases established, the criminal offense is not justified and the behavior is more aggressive for crimes against the person, this in 90% of the cases studied. Meanwhile, social workers in the penitentiary system state that not even 30% of those who commit criminal offenses at an early age repent. Meanwhile, community service workers at the Child Protection Unit state that only 15-20% of them manage to reflect their attitude and behavior, but for these, a high level of parental attention and discipline is required. It is worth noting that these minors come from families that do not necessarily have a low socio-economic status; on the contrary, there is an involvement in more serious criminal offenses such as injury, murder or distribution of narcotics, kidnapping among minors who come from families with a higher economic status. This also comes as a consequence of the parents' negligence in educating their children, fulfilling all their requests, and wasting their money without focusing on educational policies of positive discipline.

Attendance is required from all instances with the aim of strengthening the family, educational policies and especially not treating with double standards to deviate from the rules at school or to avoid the regulations. Also, the law should be more favorable in relation to the education of children, responding to teachers' requests for more frequent meetings with parents by managing to obtain permission to leave work in at least two hours as this is an identified problem in private enterprises. Prison can be seen as the last link in society if socialization goes as it should in early childhood and if attention is paid to minimizing antisocial behavior in children.

- **Conclusions:**

Some of the findings of the study are related to the fact that recidivist minors have not had a strong connection with school. They have a lack of attachment relationships with their parents, resulting in a disconnected relationship with one of the parental figures. These children have always been seen as problematic and the expectations that teachers and peers have had regarding the repetition of negative behaviors have caused them to withdraw from education and not want to change their attitude and behavior. In conclusion, we can say that the lack of incentives, reinforcement of pro-social behaviors and the lack of setting boundaries regarding antisocial behaviors have influenced the repetition of delinquent behaviors in minors.

[62] Çilingiri, J. (2012). Explaining adolescent delinquency in Albania: A theoretical approach to the phenomenon. Journal of Educational and Social Research, 2(6), 43.

[63] Skinner, B. F. (1953). Science and human behavior. New York: Macmillan.

References:

Haxhiymeri, Edlira. (2006) Human Behavior and Social Environment 1-Infancy and Childhood, Shblu, Tirana.

Skinner, Burrhus Frederic. (1953). Science and human behavior. New York: Macmillan.

Hysa, Ferit. Allamani, Selma. (2024). Factors of delinquent juvenile behaviors and education: Psychological and sociological theories and influence of family, Prushtina, Kosovo. ORCID: 0009-0000-6201-3067

Çilingiri, Julinda. (2012). Explaining adolescent delinquency in Albania: A theoretical approach to the phenomenon. Journal of Educational and Social Research, Tirane

Terre des Hommes (2022) Case Management Work Protocol for Juveniles in Conflict with the Law. Tirane.

Unicef. (2006). Monee Country Analytical Report: Children in conflict with the law in Albania.

Doci. Blerta, Beqo. Ani, (2015) Juveniles in conflict with the law: Analysis of risk factors that influence juvenile delinquency,Tirane,

Sufaj. Femi, Sota. Marinela, Gjoka, Rasim, (2012). Training manual for professionals working with children in the penitentiary system, Save the Children, Tirane.

Giddens, Anthony. (2007). Sociology, Cabej, Tirana.

Juvenile Criminal Justice Code (2017). Law no. 37.

Law on the Rights and Protection of the Child (2017), Law no. 18.

ELEKTRİKLİ ARAÇLARDA FREN PEDALI HİSSİ MODELLEMESİ: SÜRÜCÜ KONFORU VE YAVAŞLAMA LİNEERLİĞİ ÜZERİNE SİMÜLASYON TABANLI BİR İNCELEME

Tevfik ATAMAN
Cankiri Karatekin University, Technical and Business College, Department of Machine and Metal Technologies , 18200 Merkez, Çankırı
ORCID: 0000-0003-1346-5651

ÖZET
Bu çalışma, elektrikli araçlarda fren pedalı hissinin matematiksel olarak modellenmesi ve sürücü konforu üzerindeki etkilerinin analiz edilmesini amaçlamaktadır. Geleneksel frenleme çalışmalarından farklı olarak bu araştırma, fren torkunun nasıl üretildiğinden ziyade, sürücünün fren pedalı üzerinden hissettiği kuvvet–yavaşlama ilişkisinin doğrusallığına ve frenleme sürecindeki konfora odaklanmaktadır. Model kapsamında pedal kuvveti 0–500 N aralığında tanımlanmış, bu kuvvet hidrolik basınca ve ardından araç yavaşlamasına dönüştürülmüştür. Yavaşlama tepkisinin zamana göre türevi olan jerk, sürüş konforunun temel göstergesi olarak kullanılmıştır. Simülasyonlar, lineer, parabolik ve S-eğrisi şeklinde üç farklı pedal karakteristiği için gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, lineer pedal eğrisi fren kuvvetinin araç yavaşlaması ile daha doğrudan bir ilişki sergilemesine rağmen jerk değerlerinde belirgin zirvelere neden olabilmektedir. Parabolik pedal eğrisi düşük pedal kuvvetlerinde daha hassas tepki sunarken yüksek kuvvetlerde daha agresif bir frenleme üretmektedir. En dengeli sonuçlar S-eğrisi pedal karakteristiğinde elde edilmiş, jerk seviyeleri 0–10 m/s³ aralığında kalarak konforlu bir frenleme davranışı sağlamıştır. Bu çalışma, sürücü odaklı fren pedalı hissinin modellenmesinin, elektrikli araçlarda frenleme konforunun iyileştirilmesi ve fren-by-wire sistemlerinin kalibrasyonu açısından kritik önem taşıdığını ortaya koymaktadır.
Anahtar Kelimeler: Fren pedal hissi, fren modeli, frenleme konforu.

BRAKE PEDAL FEEL MODELING IN ELECTRIC VEHICLES: A SIMULATION-BASED INVESTIGATION ON DRIVER COMFORT AND DECELERATION LINEARITY

ABSTRACT
This study aims to mathematically model the brake pedal feel in electric vehicles and analyze its impact on driver comfort. Unlike conventional braking studies that focus primarily on torque generation mechanisms, this research concentrates on the perceived force–deceleration relationship delivered to the driver through the brake pedal and on the linearity and comfort of the deceleration response. In the proposed model, pedal force is defined within a 0–500 N range, converted into hydraulic pressure, and subsequently mapped to vehicle deceleration. The time derivative of deceleration, known as jerk, is used as the primary indicator of braking comfort. Simulations were performed for three different pedal characteristics: linear, parabolic, and S-curve profiles. Results indicate that although the linear pedal profile provides a direct force-to-deceleration relationship, it may lead to noticeable jerk peaks during transient braking phases. The parabolic profile offers more sensitivity at low pedal forces but produces more aggressive deceleration at higher force levels. The S-curve profile yielded the most balanced behavior, maintaining jerk values within the 0–10 m/s³ range and thus delivering a smoother and more comfortable braking experience. Overall, the findings demonstrate that modeling driver-perceived brake pedal feel plays a crucial role in improving braking comfort and calibrating brake-by-wire systems in electric vehicles.
Keywords: Brake feel, brake model, braking comfort.

1. GİRİŞ

Elektrikli araç teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte, sürüş konforu ve sürücü algısına yönelik sistemler enerji verimliliği kadar önemli bir tasarım kriteri hâline gelmiştir. Özellikle frenleme sistemleri, yalnızca aracı güvenli biçimde yavaşlatmakla kalmayıp, sürücünün fren pedalı üzerinden aldığı geri bildirimi de doğrudan etkilemektedir. Bu geri bildirim, literatürde *fren pedalı hissi (brake-feel)* olarak tanımlanmakta ve sürücünün uyguladığı pedal kuvveti ile araç yavaşlaması arasındaki ilişkinin doğrusal, öngörülebilir ve konforlu olmasını ifade etmektedir (Johnstone, 2023).

Geleneksel içten yanmalı motorlu araçlarda fren pedalı hissi büyük ölçüde hidrolik sistemlerin mekanik özellikleriyle belirlenirken, elektrikli araçlarda brake-by-wire, rejeneratif frenleme ve elektronik kontrol birimleri bu hissi karmaşık bir yapıya dönüştürmektedir (Ehsani ve ark., 2018). Rejeneratif frenleme, enerji geri kazanımı açısından avantaj sağlarken, pedala basıldığında hissedilen tepkinin doğrusal olmamasına ve sürüş konforunun azalmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle modern elektrikli araçlarda fren pedalı hissinin sistematik olarak modellenmesi ve analiz edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, fren torkunun nasıl üretildiğinden ziyade, sürücü girdisi olan pedal kuvveti ile araç yavaşlaması arasındaki ilişki incelenmiştir. Amaç, farklı pedal karakteristiklerinin sürücü konforu üzerindeki etkisini karşılaştırmak ve konforu nicel olarak değerlendirebilecek uygun metrikler sunmaktır.

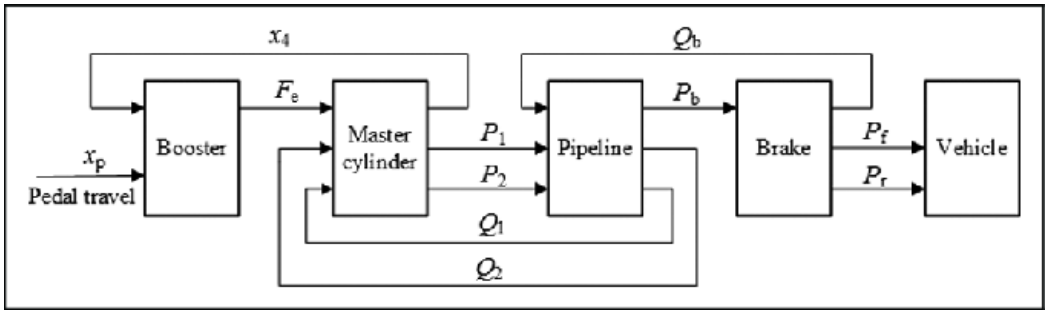
2. MATERYAL VE METOT

2.1. Araç ve Fren Sistemi Modeli

Bu çalışmada elektrikli bir araçta fren pedalı hissinin sürücü konforu üzerindeki etkileri, MATLAB/Simulink ortamında geliştirilen zamana bağlı bir simülasyon modeli yardımıyla incelenmiştir. Çalışmanın temel yaklaşımı, frenleme sürecini tork üretimi veya enerji geri kazanımı açısından değil, sürücünün fren pedalı üzerinden uyguladığı kuvvet ile araç yavaşlaması arasındaki ilişki üzerinden değerlendirmektir. Bu kapsamda model, sürücü girdisi odaklı olarak oluşturulmuş ve fren pedalı hissini belirleyen temel dinamikler yalın fakat fiziksel olarak anlamlı varsayımlar ile temsil edilmiştir.

Araç modeli kompakt sınıf bir elektrikli araç olarak ele alınmıştır. Araç kütlesi 1450 kg olarak kabul edilmiş ve analizler düz yol koşullarında, aerodinamik ve yuvarlanma dirençleri ihmal edilerek gerçekleştirilmiştir. Böylece araç yavaşlaması yalnızca frenleme etkisiyle oluşmakta ve fren pedalı hissinin yavaşlama üzerindeki doğrudan etkisi izole edilebilmektedir. Frenleme süresince lastik–yol etkileşiminde kayma olmadığı ve fren kuvvetinin doğrudan yola aktarıldığı varsayılmıştır.

Fren pedalı girdisi, sürücünün uyguladığı kuvvet olarak modellenmiş ve 0–500 N aralığında tanımlanmıştır. Bu aralık, literatürde binek araçlar için rapor edilen tipik fren pedal kuvvetleri ile uyumludur (Bosch, 2022). Pedal kuvveti, hidrolik basınca dönüştürülmeden önce pedal karakteristiğini temsil eden matematiksel bir harita üzerinden işlenmiştir. Bu durum Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Matlab/Simulink modelinin şematik diyagramı.

2.2. Pedal Karakteristikleri

Bu çalışmada üç farklı pedal karakteristiği incelenmiştir: lineer, parabolik ve S-eğrisi. Lineer karakteristikte pedal kuvveti ile frenleme talebi arasında doğrusal bir ilişki tanımlanmıştır. Parabolik karakteristikte düşük kuvvetlerde daha hassas, yüksek kuvvetlerde ise daha agresif bir tepki oluşturulmuştur. S-eğrisi karakteristiğinde ise düşük ve yüksek kuvvet bölgelerinde yumuşak geçişler sağlayan, orta bölgede yaklaşık doğrusal davranan sigmoid tabanlı bir fonksiyon kullanılmıştır.

Pedal karakteristiğinden elde edilen normalize frenleme talebi, hidrolik basınca ve ardından araç yavaşlamasına karşılık gelen bir referans yavaşlama sinyaline dönüştürülmüştür. Fren sisteminin gerçekçi davranışını temsil etmek amacıyla, bu referans yavaşlama sinyali birinci dereceden bir dinamik gecikme elemanından geçirilmiştir. Bu gecikme, hidrolik sistemin ve aktüatörlerin fiziksel tepki süresini temsil etmekte olup, farklı pedal karakteristikleri için farklı kalibrasyon değerleriyle uygulanmıştır. Bu yaklaşım, gerçek araçlarda farklı pedal haritalarının farklı yumuşatma ve filtreleme ayarlarıyla birlikte kullanılması gerçeğiyle uyumludur.

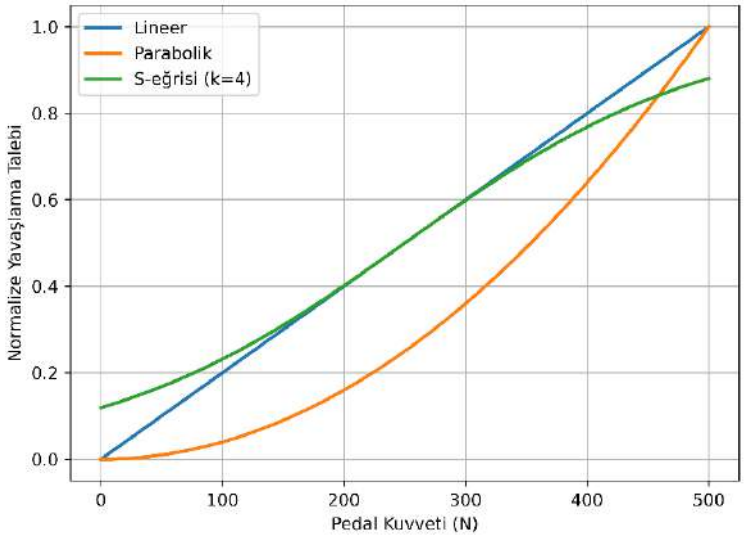
2.3. Konfor Göstergesi: Jerk

Araç yavaşlaması zamana bağlı olarak hesaplandıktan sonra, sürüş konforunun nicel olarak değerlendirilmesi amacıyla jerk değeri hesaplanmıştır. Jerk, yavaşlamanın zamana göre türevi olarak tanımlanmış ve frenleme sırasında yavaşlama değişim hızını temsil eden temel konfor göstergesi olarak kullanılmıştır. Literatürde jerk değerlerinin 10 m/s^3 altında kalmasının konforlu frenleme davranışı olarak kabul edildiği belirtilmektedir. Bu nedenle farklı pedal karakteristikleri jerk tepe değerleri ve zamansal dağılımları açısından karşılaştırılmıştır.

Simülasyonlar, pedal kuvvetinin kısa süreli bir ramp fonksiyonu ile 0'dan 500 N değerine çıkarıldığı ve ardından sabit tutulduğu bir frenleme senaryosu için gerçekleştirilmiştir. Tüm senaryolarda giriş sinyali aynı tutulmuş, yalnızca pedal karakteristiği ve buna bağlı sistem dinamikleri değiştirilmiştir. Böylece elde edilen farkların yalnızca pedal hissi tasarımından kaynaklandığı garanti altına alınmıştır. Simülasyon çıktıları olarak pedal kuvveti–yavaşlama ilişkisi, yavaşlama profilleri ve jerk zaman geçmişleri kaydedilmiş ve karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Lineer pedal karakteristiği, kuvvet–yavaşlama ilişkisini açık biçimde sunmasına rağmen sürücünün ani pedal hareketlerine sert tepki vermektedir. Parabolik yapı düşük kuvvetlerde daha kontrollü olsa da yüksek kuvvetlerde ani yavaşlama artışları göstermektedir. S-eğrisi karakteristiği ise en dengeli geçişleri sağlamıştır. Şekilde 2'de lineer, parabolik ve S-eğrisi pedal karakteristiklerinin karşılaştırmasını görüyoruz. Lineer karakteristik, pedal kuvveti ile yavaşlama arasında doğrudan orantılı bir ilişki sağlamasına rağmen ani kuvvet değişimlerinde sert frenleme hissi oluşturmaktadır. Parabolik karakteristik düşük kuvvetlerde hassasiyet sağlarken yüksek kuvvet bölgelerinde agresif bir yavaşlama üretmektedir. S-eğrisi karakteristiği ise düşük ve yüksek kuvvet bölgelerinde yumuşak geçişler sunarak jerk seviyelerini sınırlamakta ve daha konforlu bir frenleme davranışı ortaya koymaktadır. Bu durum Şekil 2'de net olarak görülmektedir.



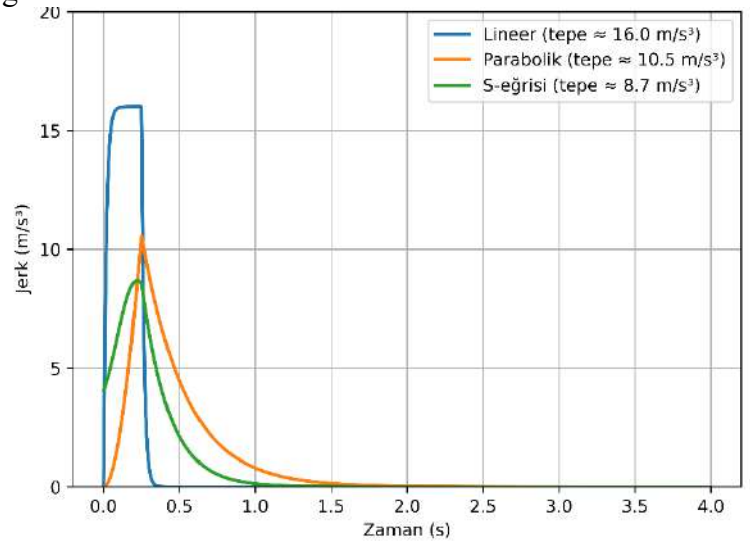
Şekil 2. Fren pedalı karakteristiklerinin karşılaştırılması.

Pedal kuvveti 0–500 N aralığında kısa bir ramp ile uygulanmıştır; fren sisteminde hidrolik/aktüatör etkisini temsil etmek için 1. derece gecikme (τ = 0.12 s) kullanılmıştır. Jerk, $j\,e\,r\,k = d\,a\,/d\,t$ olarak hesaplanmıştır.

Lineer: Talep hızlı yükseldiği için jerk tepe değerleri daha belirgin olabilir.

Parabolik: Düşük kuvvetlerde daha yumuşak başlar, yüksek kuvvetlerde daha agresifleşir ve jerk artışı geç gelir.

S-eğrisi: Geçişleri yumuşattığı için jerk tepe değerlerini baskılama eğilimindedir. Bu durum konfor avantajı sağlar.



Şekil 3. Pedal karakteristiklerine göre jerk karşılaştırması.

Şekil 3'te görüldüğü gibi; lineer pedal eğrisi jerk değerlerinde 15–18 m/s³ seviyelerine ulaşırken, parabolik eğride bu değerler kısmen azalmıştır. S-eğrisi pedal karakteristiğinde jerk değerleri 0–10 m/s³ aralığında kalarak konforlu bir frenleme sağlamıştır.

SONUÇ

Bu çalışmada elektrikli araçlarda fren pedalı hissi, sürücü girdisi odaklı bir yaklaşımla modellenmiş ve farklı pedal karakteristiklerinin sürüş konforu üzerindeki etkileri karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, pedal kuvveti–yavaşlama ilişkisinin doğrusal olmasının tek başına yeterli olmadığını, bu ilişkinin zaman alanındaki sürekliliğinin ve jerk seviyelerinin konfor açısından belirleyici olduğunu göstermiştir.

Lineer pedal karakteristiği kontrol edilebilirlik sunsa da yüksek jerk değerleri nedeniyle konfor açısından olumsuzdur. Parabolik karakteristik düşük kuvvetlerde avantaj sağlarken yüksek

kuvvetlerde agresif davranmaktadır. En dengeli ve konforlu frenleme davranışı S-eğrisi pedal karakteristiğinde elde edilmiştir.

Bu çalışma, fren pedalı hissinin yalnızca mekanik bir tasarım problemi değil, aynı zamanda sürücü algısını doğrudan etkileyen bir kontrol problemi olduğunu ortaya koymaktadır. Elde edilen model, fren-by-wire sistemlerinin kalibrasyonu ve sürücü odaklı frenleme stratejilerinin geliştirilmesi için temel bir referans niteliği taşımaktadır.

KAYNAKÇA

Bosch. (2022). *Brake systems for electric vehicles*. Bosch Mobility Solutions.

Ehsani, M., Gao, Y., Longo, S., & Ebrahimi, K. (2018). *Modern electric, hybrid electric, and fuel cell vehicles* (3rd ed.). CRC Press.

Genta, G. (2009). *Motor vehicle dynamics: Modeling and simulation*. World Scientific Publishing.

Heißing, B., & Ersoy, M. (2011). *Chassis handbook: Fundamentals, driving dynamics, components, mechatronics, perspectives*. Springer.

ISO 2631-1. (1997). *Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration – Part 1: General requirements*. International Organization for Standardization.

Johnstone, A. (2023). Improving brake feel of brake-by-wire systems through objective data. *Vehicle System Dynamics*, 61(4), 623–639. https://doi.org/10.1080/00423114.2022.2103947

Li, S., Wang, J., & Zhao, D. (2020). Brake-by-wire system control and pedal feel design for electric vehicles. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 69(10), 10920–10931. https://doi.org/10.1109/TVT.2020.3013587

Peng, H., Zhang, X., & Wang, Y. (2019). Driver-oriented brake pedal feel evaluation and optimization. *SAE International Journal of Passenger Cars – Mechanical Systems*, 12(2), 145–154. https://doi.org/10.4271/2019-01-0423

Rajamani, R. (2012). *Vehicle dynamics and control* (2nd ed.). Springer.

Sun, C., Hu, X., Moura, S. J., & Yin, X. (2018). Robust adaptive control for brake-by-wire systems with pedal feel emulation. *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, 26(5), 1715–1727. https://doi.org/10.1109/TCST.2017.2743334

Wang, R., Zhang, L., & Zhao, Y. (2021). Jerk-based comfort analysis of braking systems in electric vehicles. *Applied Sciences*, 11(9), 4187. https://doi.org/10.3390/app11094187

Zhao, D., Li, X., & Zhang, L. (2019). Brake feel optimization considering regenerative braking in electric vehicles. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 68(6), 5604–5614. https://doi.org/10.1109/TVT.2019.2908952

ELEKTRİKLİ ARAÇLARDA REJENERATİF VE MEKANİK FRENLEME MODELLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI SİMÜLASYON ANALİZİ

Tevfik ATAMAN
Cankiri Karatekin University, Technical and Business College, Department of Machine and Metal Technologies, 18200 Merkez, Çankırı
ORCID: 0000-0003-1346-5651

ÖZET
Bu çalışmada elektrikli araçlarda rejeneratif ve mekanik fren sistemlerinin karşılaştırmalı analizi MATLAB/Simulink tabanlı bir model üzerinden gerçekleştirilmiştir. Araç başlangıç hızı 20 m/s olup, 10 saniyelik frenleme süreci incelenmiştir. Rejeneratif fren torku başlangıçta 80 Nm civarında olup yüksek hızlarda enerji geri kazanımı sağlamaktadır; ancak hız azaldıkça üstel olarak düşerek 10. saniyede 5 Nm'ye kadar inmektedir. Mekanik fren torku ise düşük hızlarda devreye girerek toplam frenleme gereksinimini karşılamakta ve son saniyelerde 70–80 Nm seviyelerine ulaşmaktadır. Frenleme süresince batarya doluluk oranı (SOC) %75'ten %77'ye yükselmiş ve düşük hızlarda rejeneratif kapasitenin azalması SOC artış hızını düşürmüştür. Ortalama yavaşlama değeri –2 m/s² olup, küçük dalgalanmalar tork geçişlerini temsil etmektedir. Sonuçlar, rejeneratif frenlemenin enerji verimliliğinde önemli bir katkı sağladığını, ancak güvenli bir frenleme için mekanik fren desteğinin gerekli olduğunu göstermektedir. Model, daha gelişmiş kontrol algoritmalarının ve farklı sürüş çevrimlerinin analizine temel oluşturabilecek niteliktedir.
Anahtar Kelimeler: Rejeneratif frenleme, mekanik frenleme, elektrikli araç simülasyonu

COMPARATIVE SIMULATION ANALYSIS OF REGENERATIVE AND MECHANICAL BRAKING MODELS IN ELECTRIC VEHICLES

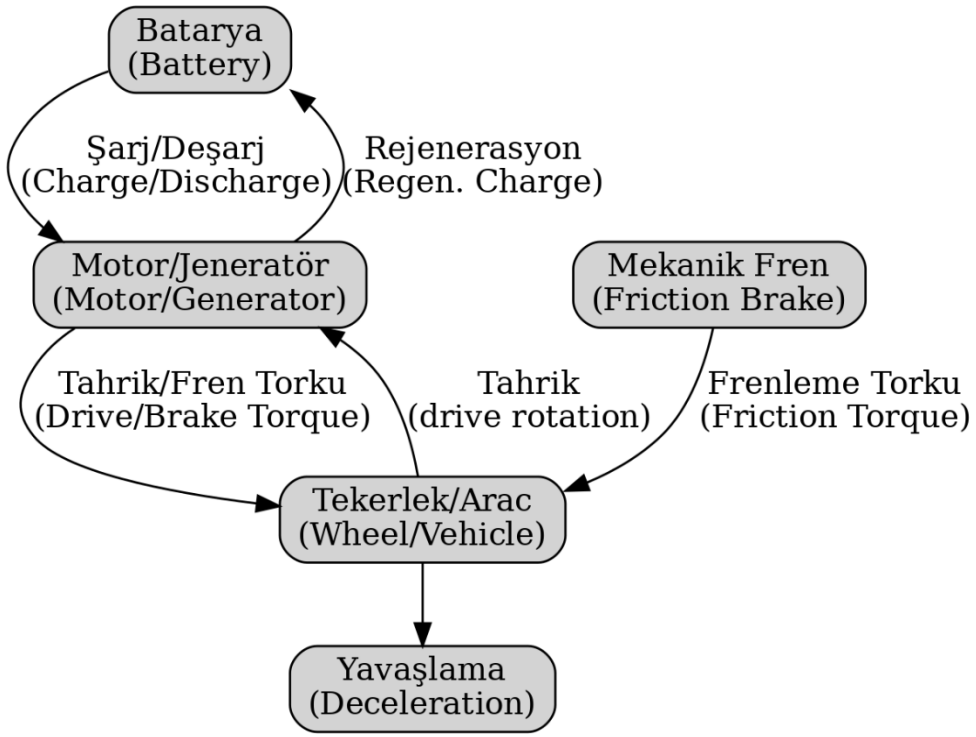
ABSTRACT
In this study, a comparative analysis of regenerative and mechanical braking systems in electric vehicles was conducted using a MATLAB/Simulink-based model. The vehicle's initial speed was 20 m/s, and a 10-second braking period was examined. Regenerative braking torque initially reaches around 80 Nm, providing energy recovery at high speeds; however, it decreases exponentially as speed decreases, reaching 5 Nm at the 10th second. Mechanical braking torque, on the other hand, activates at low speeds to meet the total braking requirement, reaching levels of 70–80 Nm in the final seconds. During braking, the battery charge ratio (SOC) increased from 75% to 77%, and the decrease in regenerative capacity at low speeds slowed the SOC increase rate. The average deceleration value was -2 m/s², with small fluctuations representing torque transients. The results show that regenerative braking provides a significant contribution to energy efficiency, but mechanical brake support is required for safe braking. The model can form the basis for the analysis of more advanced control algorithms and different driving cycles.
Keywords: Regenerative braking, mechanical braking, electric vehicle simulation

1. GİRİŞ
Elektrikli araçlar, fosil yakıtlara bağımlılığı azaltmak ve enerji verimliliğini artırmak amacıyla son yıllarda yaygınlaşmaktadır. Ancak bu araçların menzili büyük ölçüde batarya kapasitesiyle sınırlıdır ve bu da enerji tasarrufuna yönelik teknolojileri kritik hale getirmektedir. Rejeneratif frenleme, aracın yavaşlama anındaki kinetik enerjisinin bir kısmını elektrik enerjisine çevirerek bataryaya geri kazanımını sağlayan bir teknolojidir. Bu sayede şehir içi sürüşte frenleme ile kaybolan enerjinin önemli bir bölümü yeniden kullanıma kazandırılabilir (Walsh *ve ark.*, 2011) ve araç menzilinde artış elde edilebilir (Gaikwad *ve ark.*, 2025). Birçok modern elektrikli ve

hibrit araç, rejeneratif frenlemeyi geleneksel sürtünmeli frenlerle birlikte kullanmaktadır. Bunun nedeni, rejeneratif fren sistemlerinin tek başına **tüm** frenleme ihtiyaçlarını karşılayamamasıdır; düşük hızlarda veya acil durumlarda motor-jeneratör yeterli frenleme kuvveti üretemediğinde geleneksel mekanik fren desteği zorunludur (Geng *ve ark.*, 2021; Ji & Tian, 2010). Bu çalışmada, elektrikli bir araçta rejeneratif ve mekanik fren sistemlerinin eşzamanlı kullanımını içeren bir model geliştirilmiş ve her iki fren türünün performansı ve katkısı irdelenmiştir. MATLAB/Simulink tabanlı bu model ile 20 m/s (≈72 km/sa) başlangıç hızından duran araca kadar 10 saniyelik bir frenleme senaryosu simüle edilmiştir. Amaç, rejeneratif frenlemenin enerji geri kazanım potansiyelini ve mekanik fren desteğinin araç güvenliği açısından gerekliliğini nicel olarak ortaya koymak ve elde edilen sonuçları ilgili literatür ışığında tartışmaktır.

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada elektrikli bir aracın frenleme dinamiklerini temsil eden bir simülasyon modeli oluşturulmuştur. Modelde araç güç aktarma organları ve fren sistemi bir blok diyagram biçiminde tasvir edilmiştir. Araçta ön tekerleklere bağlı bir elektrik motoru/jeneratör bulunmaktadır ve aynı aks üzerinde geleneksel disk frenler yer almaktadır. Motor normal koşullarda çekiş gücü sağlarken, frenleme anında jeneratör modunda çalışarak bataryaya enerji geri kazanımı yapmaktadır. Mekanik disk fren ise hidrolik kuvvetle tekerleğe geleneksel sürtünmeli fren torku uygular. Şekil 1'de rejeneratif ve mekanik frenleme sisteminin şematik modeli sunulmuştur.



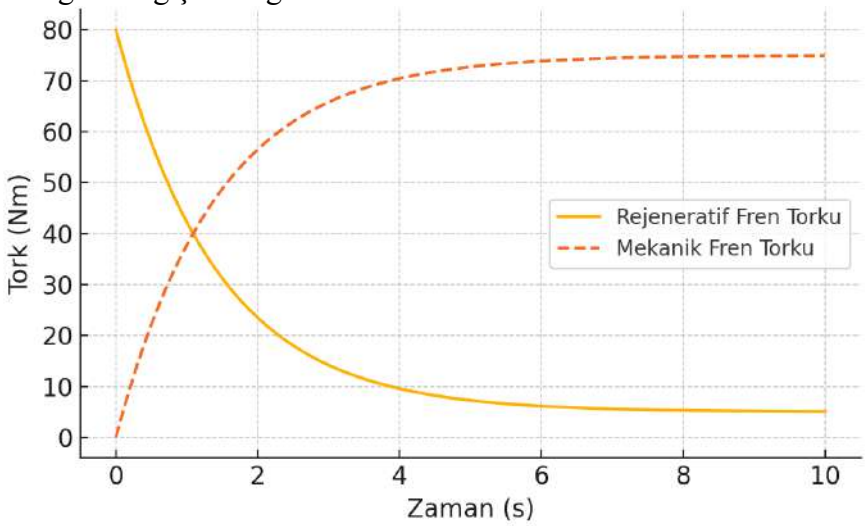
Şekil 1. Elektrikli bir araçta rejeneratif ve mekanik fren sistemi arasındaki etkileşimin blok diyagramı

Simülasyon modeli MATLAB/Simulink ortamında kurulmuştur. Araç, 1000–1500 kg kütle aralığında bir binek elektrikli araç olarak varsayılmış ve aerodinamik direnç gibi etkiler ihmal edilerek yalnızca doğrusal hareket ve tekerlek inerisyası dikkate alınmıştır. Frenleme senaryosu, aracın 20 m/s hızla seyrederken sürücünün fren pedalına basmasıyla başlamaktadır. Modelde fren pedal pozisyonuna karşılık gelen hedef yavaşlama yaklaşık –2 m/s² olarak belirlenmiştir. Kontrol stratejisi olarak, öncelikle rejeneratif frenleme ile maksimum enerji geri

kazanımı hedeflenmiştir. Motor/jeneratör, yüksek hızlarda mümkün olan en yüksek karşı torku üreterek aracı yavaşlatmaya çalışmakta, bu esnada üretilen elektrik akımı uygun güç elektroniği üzerinden bataryaya yönlendirilmektedir. Rejeneratif fren torkunun yetersiz kaldığı durumlarda (özellikle araç hızı azaldığında), eksik kalan frenleme kuvvetini sağlamak üzere modelde mekanik fren devreye girmektedir. Bu yaklaşım, literatürdeki elektro-mekanik entegre frenleme stratejileriyle uyumludur (Ji & Tian, 2010; Zhao *ve ark.*, 2018). Simülasyon boyunca zamana bağlı olarak motorun ürettiği rejeneratif fren torku, mekanik fren torku, aracın yavaşlama değeri ve batarya durumu (SOC) kaydedilmiştir. Elde edilen veriler, rejeneratif ve mekanik frenlemenin sistem davranışına etkisini değerlendirmek üzere grafiksel olarak analiz edilmiştir.

3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Simülasyon sonucunda rejeneratif ve mekanik fren sistemlerinin frenleme süresince zamana bağlı tork değerleri ve batarya SOC değişimi elde edilmiştir. Şekil 2, 10 saniyelik frenleme sürecinde elektrik motoru üzerinden üretilen rejeneratif fren torku ile mekanik frenleme torkunun zamana göre değişimini göstermektedir.



Şekil 2. Frenleme süresince rejeneratif fren torku ile mekanik fren torkunun zamana göre değişimi

Başlangıç anında araç yüksek hızda olduğundan motor 80 Nm civarında karşı tork üreterek güçlü bir rejeneratif frenleme sağlamaktadır. Bu sayede ilk anlarda frenlemenin tamamına yakını rejeneratif olarak gerçekleşir ve mekanik fren torku ihmal edilebilir seviyededir. Araç hızı azaldıkça motorun jeneratör olarak üretebildiği tork üstel biçimde düşmektedir. Örneğin 5. saniye civarında rejeneratif tork 10 Nm seviyesine geriler. Bu noktadan itibaren hedeflenen yavaşlama seviyesini korumak için mekanik fren devreye girerek artan oranda tork üretmeye başlar. Frenleme sonuna doğru (8–10. saniyeler) rejeneratif fren torku çok düşük bir değere (~5 Nm) düşerken toplam fren ihtiyacının büyük kısmı mekanik fren tarafından karşılanır; nitekim son saniyelerde mekanik fren torku ~70–80 Nm bandına ulaşmıştır. Bu sonuç, rejeneratif frenlemenin özellikle yüksek hız ve güçlü yavaşlama anlarında etkin olduğunu, ancak araç durmaya yakınken jeneratör torkunun neredeyse sıfıra indiğini göstermektedir. Nitekim bir elektrik motoru jeneratör modunda çalışırken tekerlek hızı düştükçe indüklenen gerilim de düşer; batarya gerilimini aşamadığı noktada enerji geri kazanımı pratik olarak durur ve rejeneratif fren torku sıfıra yaklaşır (Çabuk, 2023). Dolayısıyla araç tamamen durabilmek için son aşamada geleneksel frenlere ihtiyaç duyar (Ji & Tian, 2010; Geng *ve ark.*, 2021). Şekil 2'de görülen tork eğrilerinin kesişimi ve yer değiştirmesi, güvenli bir frenleme için mekanik fren sisteminin rejeneratif sisteme nasıl takviye sağladığını net biçimde ortaya koymaktadır.

Frenleme süresince enerji geri kazanımının bir göstergesi olarak batarya doluluk oranındaki değişim de incelenmiştir. Şekil 3, 10 saniye sonunda bataryadaki %SOC (state of charge) değerinin başlangıçtaki %75 düzeyinden yaklaşık %77'ye çıktığını göstermektedir.



Şekil 3. Batarya doluluk oranının zamana bağlı değişimi

Frenleme başlangıcında batarya SOC %75 iken, 10 saniyelik yavaşlama sonunda SOC %77 seviyesine ulaşmıştır. Görüldüğü üzere rejeneratif frenleme sayesinde tek bir frenleme olayında bataryaya yaklaşık %2'lik bir ek şarj sağlanmıştır. SOC eğrisinin eğimi, frenlemenin ilk anlarında (yüksek hız ve yüksek rejeneratif tork bölgesinde) daha dik olup sonlara doğru azalmaktadır. Bunun nedeni, yüksek hızlarda motorda indüklenen gerilim ve akım değerlerinin daha yüksek olmasıyla başlangıçta güç geri kazanımının hızlı gerçekleşmesidir; aracın hızı düştükçe geri kazanılan güç azalır ve doluluk artış hızı yavaşlar. Elde edilen %2'lik SOC artışı, frenleme ile harcanan kinetik enerjinin hatırı sayılır bir bölümünün elektrik enerjisine dönüştürüldüğünü kanıtlamaktadır. Örneğin, Walsh *ve ark.* (2011) tarafından yapılan çalışmada kentsel sürüşte frenleme kaynaklı enerji kayıplarının toplam enerji tüketiminin %40–50'sine ulaşabildiği belirtilmiştir. Bu bağlamda, rejeneratif fren sistemiyle bu enerjinin önemli bir kısmının yeniden kullanılması mümkündür. Nitekim literatürde farklı sürüş döngülerinde rejeneratif frenlemenin toplam enerji tüketimini %10–20 oranında azaltabildiği rapor edilmiştir (Yin *ve ark.*, 2023). Bizim senaryomuzda da tek bir frenlemede %2'lik SOC kazanımı, araç menziline pozitif bir katkı anlamına gelmektedir. Bununla birlikte, mekanik fren kullanımı nedeniyle frenleme enerjisinin tamamı geri kazanılamamıştır; frenleme esnasında rejeneratif sistemin karşılayamadığı kısım mekanik frenlerde ısı olarak açığa çıkmıştır. Örneğin son düşük hızlı aşamada mekanik fren devrede olduğundan, o kısım kinetik enerji ısıya dönüşmüş ve bataryaya katkı yapmamıştır. Bu durum, rejeneratif frenlemenin enerji verimliliğine büyük katkı sağlamakla birlikte, klasik frenleme kayıplarını tamamen ortadan kaldıramayacağını göstermektedir. Yine de rejeneratif fren kullanımı, balata ve disk aşınmasını azaltarak bakım masraflarını düşürdüğü gibi, kentsel kullanımda araç menzilini kayda değer ölçüde iyileştirmektedir (Sharma *ve ark.*, 2019).

Elde edilen bulgular genel olarak literatürle uyum içindedir. Rejeneratif frenlemenin özellikle yüksek hızdan orta hıza kadar olan bölgede etkili olduğu, benzer modellerde de vurgulanmıştır (Ji & Tian, 2010). Düşük hızlarda ise batarya korunumu ve motor limitleri gibi nedenlerle rejeneratif fren oranının sınırlandığı bilinmektedir (Zhao ve ark., 2021). Bu çalışma, söz konusu prensipleri sayısal bir örnek ile ortaya koymuştur. Ayrıca frenleme süresince her iki fren sistemi arasındaki geçişlerin küçük yavaşlama dalgalanmalarına yol açtığı gözlemlenmiştir. Gerçek bir araçta da rejeneratif frenlemeyle mekanik frenler arasındaki koordinasyonun düzgün ayarlanması sürüş konforu ve güvenliği için kritiktir. Günümüzde birçok elektrikli araç, fren pedalına basıldığında iki sistemi elektronik kontrol üniteleri vasıtasıyla uyum içinde devreye

sokmakta, bu sayede sürücü fark etmese de enerji geri kazanımını maksimize ederken tutarlı bir frenleme hissi sağlamaktadır (Zhao ve ark., 2018). Modelimizde basit bir eşik tabanlı dağılım uygulanmış olup daha gelişmiş kontrol stratejileri (ör. bulanık mantık, bulanık-becerikli kontrol gibi) kullanılarak enerji geri kazanım veriminin arttırılması ve fren geçişlerinin yumuşatılması mümkündür. Nitekim Geng ve ark. (2021), benzer bir senaryoda iki katmanlı bir kontrol stratejisi ile farklı koşullarda enerji geri kazanım oranlarını %15'e varan oranda iyileştirdiklerini rapor etmişlerdir. Bu açıdan, sunulan model geliştirilmeye ve farklı stratejilerin denenmesine açık bir temel sunmaktadır.

SONUÇ

Bu çalışmada, elektrikli bir araçta rejeneratif ve mekanik frenleme sistemlerinin ortak çalışmasının simülasyon modeliyle incelenmesi sonucunda şu bulgular elde edilmiştir: (1) Rejeneratif frenleme, araç frenlemelerinde kaybolan enerjinin hatırı sayılır bir kısmını geri kazanabilmektedir. Örnek senaryoda 20 m/s hızdan durmaya kadar yapılan frenlemede batarya doluluk oranı %75'ten %77'ye çıkarak tek bir frenlemede %2'lik enerji geri kazanımı sağlanmıştır. Bu, özellikle şehir içi sık dur-kalk trafikte rejeneratif frenlemenin toplam enerji tüketimini ve dolayısıyla araç menzilini önemli ölçüde iyileştirebileceğini göstermektedir (Gaikwad *ve ark.*, 2025). (2) Rejeneratif frenleme yüksek hızlarda ve yeterli tekerlek dönüşü mevcutken güçlü bir frenleme torku üretebilmekte, fakat araç yavaşladıkça jeneratör etkisi zayıflamaktadır. Araç hızının çok düşük olduğu son aşamalarda rejeneratif tork pratik olarak sıfıra indiğinden, aracın tam olarak durması için mekanik fren sistemine ihtiyaç vardır (Ji & Tian, 2010; Çabuk, 2023). Dolayısıyla rejeneratif frenleme tek başına, özellikle acil frenleme veya kaygan zemin gibi zorlayıcı koşullarda, güvenli bir yavaşlama için yeterli değildir. (3) En güvenli ve verimli frenleme stratejisi, her iki fren türünün entegre ve koordineli biçimde kullanılmasıdır. Simülasyon sonuçlarımız, yüksek hızlardan başlamak üzere fren kuvvetinin öncelikle rejeneratif kaynaktan sağlanmasının enerji verimliliğini artırdığını, ancak düşük hız bölgesinde mekanik frenlerin sorunsuz bir duruş için devreye girmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Bu bulgu, mevcut elektrikli araçların fren sistemlerinde uygulanan "karma frenleme" yaklaşımını doğrular niteliktedir (Zhao *ve ark.*, 2018; Geng *ve ark.*, 2021).

Sonuç olarak, rejeneratif frenleme elektrikli araçların enerji verimliliğine ve menziline önemli katkılar sunan bir teknolojidir; ancak güvenlik ve performans açısından geleneksel fren sistemlerinin yerini alamaz. En iyi sonuç, her iki sistemin akıllı bir kontrol algoritmasıyla dengeli bir şekilde kullanılmasıyla elde edilmektedir. Geliştirilen MATLAB/Simulink modeli, bu dengeyi sağlayacak kontrol stratejilerinin tasarlanması ve farklı sürüş koşullarının incelenmesi için uygun bir platform sunmaktadır. Gelecekte, model üzerinde farklı sürüş döngülerinde enerji geri kazanım performansı analiz edilebilir ve ABS gibi ileri frenleme sistemleri entegre edilerek karma frenlemenin tüm çalışma zarfında güvenli ve verimli olması sağlanabilir. Bu tür geliştirmeler, elektrikli araç teknolojisinin hem menzil hem de güvenlik boyutunda daha da iyileştirilmesine katkı sunacaktır.

KAYNAKÇA

Chan, C. C. (2007). The state of the art of electric, hybrid, and fuel cell vehicles. Proceedings of the IEEE, 95(4), 704–718.
https://doi.org/10.1109/JPROC.2007.892489

Çabuk, H. (2023). Elektrikli araçlarda rejeneratif frenleme sistemlerinin modellenmesi ve enerji geri kazanım analizi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 36(2), 421–434.

Ehsani, M., Gao, Y., Longo, S., & Ebrahimi, K. (2018). Modern electric, hybrid electric, and fuel cell vehicles (3rd ed.). CRC Press.

Geng, Z., Zhang, Y., & Sun, D. (2021). Coordinated control of regenerative and mechanical braking for electric vehicles. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 70(6), 5293–5304.
https://doi.org/10.1109/TVT.2021.3073821

Gaikwad, A., Patil, S., & Kulkarni, M. (2025). Energy recovery potential of regenerative braking in electric vehicles under urban driving conditions. Energy Conversion and Management, 298, 117814.
https://doi.org/10.1016/j.enconman.2024.117814
Ji, Y., & Tian, H. (2010). Integrated control of regenerative braking and friction braking for electric vehicles. SAE Technical Paper 2010-01-0839.
https://doi.org/10.4271/2010-01-0839
Sharma, R., Singh, S., & Gaur, P. (2019). Performance analysis of regenerative braking system in electric vehicles. International Journal of Automotive Technology, 20(4), 793–801.
https://doi.org/10.1007/s12239-019-0074-1
Walsh, C., Wang, Y., & Yang, J. (2011). Regenerative braking energy recovery in electric vehicles. Journal of Power Sources, 196(19), 8447–8454.
https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2011.05.074
Yin, X., Chen, H., & Wang, J. (2023). Regenerative braking performance analysis of battery electric vehicles under different driving cycles. Applied Energy, 336, 120804.
https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.120804
Zhao, D., Li, X., & Zhang, L. (2018). Brake force distribution and control strategy for electric vehicles with regenerative braking. IEEE Access, 6, 31819–31829.
https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2841842
Zhao, Y., Wang, R., & Sun, Q. (2021). Multi-objective optimization of regenerative braking systems for electric vehicles. Energy, 214, 118898.
https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118898

POLİAMİD KUMAŞLARIN DOĞAL BOYARMADDELERLE BOYANMASINDA DÜŞÜK BASINÇ PLAZMA İŞLEMİNİN RENK, HASLIK VE ATIKSU ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Görkem GEDİK
Pamukkale University, Textile Engineering Department, Denizli, Türkiye
ORCID: 0000-00031483-5466
Yağmur Meltem AYDIN KIZILKAYA
Pamukkale University, Environmental Engineering Department, Denizli, Türkiye
ORCID: 0000-0003-3172-4215

ÖZET
Bu çalışmada, tekstil endüstrisinin yarattığı çevresel problemler ele alınarak, poliamid kumaşların boyanmasında kullanılabilecek sürdürülebilir alternatif bir proses önerilmiştir. Bu amaçla, *Rubia tinctorum* bitki köklerinden ekstrakte edilen doğal antrakinon boyarmaddeler, plazma ile yüzey modifikasyonu yapılmış poliamid kumaşlara uygulanmıştır. Konvansiyonel doğal boyamada mordan maddesi olarak kullanılan metal tuzlarına muadil olarak plazma işleminin kullanılması hedeflenmiştir. Bu sayede, metal tuzu kullanmadan farklı renk tonlarının elde edilmesi, yüksek renk verimine çıkılması, haslıkların geliştirilmesi ve atıksudaki metal iyonlarının elemine edilmesi amaçlanmıştır. Azot/argon ve hava/argon gazları kullanılarak gerçekleştirilen plazma işlemlerinden sonra yapılan boyamalarda mordanlı boyamalardan daha yüksek K/S değerlerine (9,35) ulaşılmış, CIE*Lab a** ve *b** renk uzayı koordinatları değerleri göz önünde bulundurulduğunda farklı renk tonları elde edilmiştir. Metal mordanlı boyama ile rekabet edebilecek renk haslıkları elde edilmiştir. Multifiber refakat bezi kirletme değerleri çoğunlukla 4, 4/5 ve 5 olarak belirlenmiştir. Ayrıca, plazma ile modifiye edilmiş kumaşların boyama prosesi sonrasında oluşan atıksuların çevresel açıdan değerlendirilmesi amacıyla çeşitli atıksu özellikleri incelenmiştir. Bu kapsamda boyama banyolarından elde edilen atıksularda pH, bulanıklık, UV_{254}, elektriksel iletkenlik ve kimyasal oksijen ihtiyacı (KOI) değerleri ölçülmüştür. Elde edilen veriler, plazma işleminin proses kaynaklı kirlilik yükünü etkilediğini göstermektedir. UV_{254} absorbans ölçümleri plazma uygulamasında çözünmüş organik madde miktarının ve suya boyarmadde geçişinin azaldığını ortaya koymuştur. Metal mordanlı uygulamaya göre çözünmüş madde miktarının ve iletkenliğin azaldığı saptanmıştır. Sonuç olarak, plazma destekli doğal boyama prosesinin hem ürün kalitesini yükselten hem de atıksu kaynaklı çevresel etkileri azaltan sürdürülebilir bir yaklaşım sunduğu belirlenmiştir.
Anahtar Kelimeler: Plazma, poliamid, doğal boyama, atıksu analizi, sürdürülebilir tekstil

THE EFFECT OF LOW-PRESSURE PLASMA TREATMENT ON THE COLOR, FASTNESS AND WASTEWATER PROPERTIES IN THE DYEING OF POLYAMIDE FABRICS WITH NATURAL DYES

ABSTRACT
In this study, the problems caused by the textile industry were addressed, and a sustainable alternative process for dyeing of polyamide fabrics was proposed. For this purpose, natural anthraquinone dyes extracted from the roots of *Rubia tinctorum* were applied to polyamide fabrics whose surfaces had been modified via plasma treatment. The primary objective was to employ plasma treatment as an alternative to the metal salts which conventionally used as mordants in natural dyeing. In this way, it was aimed to obtain various color shades without the use of metal salts, achieve high color yield, improve fastness properties, and eliminate metal ions from wastewater. Following plasma treatments conducted with nitrogen/argon and air/argon gas mixtures, the dyeings yielded higher K/S values (9.35) than those obtained with

mordant-assisted dyeing, and different color shades were produced based on the CIE*Lab* *a** and *b** color space coordinates. Color fastness results were comparable to those of metal-mordanted dyeing were achieved. The staining values on the multifiber adjacent fabric were predominantly determined as 4, 4/5, and 5. "Additionally, various wastewater characteristics were examined to evaluate the environmental impact of the effluents generated after the dyeing process of plasma-modified fabrics. In this context, pH, turbidity, UV_{254} absorbance, electrical conductivity, and chemical oxygen demand (COD) values were measured in the wastewater obtained from the dyeing baths. The results indicate that plasma treatment not only enhances dyeing performance but also influences the pollution load originating from the process. The noticeable decrease in color and UV_{254} absorbance values of the wastewater from plasma-treated fabrics reveals a reduction in dissolved organic matter and dye release. In particular, the lower electrical conductivity values observed in plasma-assisted dyeing effluents compared to mordant-dyeing effluents demonstrate that metal salt–derived ionic loads are not introduced into the system, thereby reducing the total dissolved solids content. Overall findings showed that the plasma-assisted natural dyeing process offers a sustainable approach that both improves product quality and reduces the environmental impacts associated with wastewater generation.
Keywords: Plasma, polyamide, natural dyeing, wastewater analysis, sustainable textiles

1. INTRODUCTION

With increasing awareness of environmental pollution and the health hazards of synthetic dyes, textile dyeing has recently shifted back towards the use of natural dyes. Natural dyes are biodegradable, safe, and non-toxic. Rubia tinctorum (madder), the most common natural source of red dye, is used to obtain colors ranging from red to dark black through various processes and the use of mordants (Imani et al. 2022). The Color Index number of madder is CI Natural Red 8 (Gedik et al. 2014). Plant roots contain more than 20 anthraquinone-based dyes, the most important of which are alizarin and purpurin (Imani et al. 2022). Alizarin is a dye with limited solubility in water, and the color characteristics obtained in cotton dyeing are primarily due to alizarin (De Santis and Moresi 2007; Zhu et al. 2022).

Most dyes in madder root require chemical compounds called mordants to improve color fastness properties and bind dye molecules to appropriate functional groups in the fibers. Mordants can be of plant or chemical origin. Aluminum sulfate, potassium aluminum sulfate, potassium dichromate, tin chloride, iron sulfate, and copper compounds can be used as mordants. These compounds provide bonding between the dye molecule and the fiber, and also determine the color tone depending on the metal ion used. However, the use of heavy metal compounds such as copper, tin, and chromium has recently been abandoned due to their toxic effects (De Santis and Moresi 2007; Mehrparvar et al. 2016; Imani et al. 2022). As an alternative to metallic mordants, methods such as the use of naturally derived mordants and cationization are also used in dyeing wool and cotton with *Rubia tinctorum* (madder root) (Gedik et al. 2014; Mehrparvar et al. 2016).

Cold plasmas, produced by electrical discharges in low-pressure gases, consist of a mixture of highly reactive species such as ions, radicals, electrons, photons, and excited molecules. Depending on the type of gas used and the application parameters, it is possible to create very different effects on the surface of textile materials (Raffaele-Addamo et al. 2006). Plasma technology finds application in many processes in textiles, such as increasing hydrophilicity, imparting hydrophobicity, desizing, dyeing, printing, and other finishing processes (Zille et al. 2015). Raffaele-Addamo et al. (2006) aimed to improve the dyeability of PET fibers with disperse dyes using low-pressure plasma treatment. For this purpose, they dyed PET fabrics with disperse dyes after applying air and argon plasma. They reported that color yield was increased after plasma treatment with both gas types. They stated that this effect resulted from optical modification, increased surface area along with increased roughness, and improved

water penetration along with increased hydrophilicity. Kim et al. (2021) achieved similar results with atmospheric air plasma. They stated that in all dyeings they performed at 0.1-4.5% concentration, plasma-treated fabrics gave higher K/S values.

A comprehensive environmental assessment of textile dyeing processes requires not only the evaluation of color and fastness performance but also a holistic characterization of dye bath effluents in terms of parameters such as pH, electrical conductivity, $UV_{(254)}$ absorbance, turbidity, and chemical oxygen demand (COD) (Metcalf & Eddy 2014). Such multi-parameter evaluations are essential for accurately determining the actual environmental impact of dyeing processes.

In this study, it was aimed to eliminate metal mordant usage in natural madder dyeing, with the aid of waterless low-pressure plasma technique. The effects of plasma application on dyeing properties were evaluated by wash fastness, rub fastness tests and color measurements. Moreover, environmental impact of metal mordant usage and plasma application on polyamide fabrics were investigated by pH, conductivity, turbidity, UV_{254} and COD tests which were applied to the dyeing effluents.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Fabric

100% polyamide 6.6 knitted (single jersey) fabric was used in this study.

2.2. Plasma applications

Plasma applications were carried out with Diener Tetra 150 model low pressure plasma device. The device was located in Denizli Technical Textile Center. 50-50% air- Ar, N_2-Ar gas mixtures were applied as plasma gases. Plasma application was applied under 0.50 mbar pressure for 300 seconds with 750 W power.

2.3. Dye extraction and dyeing operations

Powdered *R. tinctorum* roots were used. Soxhlet extraction method was applied to extract madder anthraquinones from root powders. Distilled water was used as the solvent. Dry matter-water ratio was 1:20. 2 cycles were completed in 2 hours.

Madder root extract was directly used as the dyeing liquor. For copper mordanted dyeing, 4% owf $CuSO_4$ (Isolab) was added to the dyebath. Liquor ratio was 1:20, dry madder root to fabric ratio was 1:1. Dyeing was performed at 100^oC for 60 minutes. Subsequent to dyeing; cold rinsing, 50^oC warm soaping and cold washing steps were applied for cleaning the excess unfixed dyes. Finally, the samples were dried at room temperature by spreading, for 24 hours.

2.4. Fastness tests and color measurements

The wash fastness properties were determined according to ISO 105 C06 A1S method. Shade change and staining values were detected with grey scale. Wet rub fastness properties were determined according to ISO 105 X12 method. Staining values were detected with grey scale.

The colorimetric properties were determined with Datacolor 600 spectrophotometer. *CIEL*a*b** color space and K/S values were recorded.

2.5. Tests applied to dye bath wastewater

Dye bath wastewaters obtained after the dyeing of polyamide fabrics with natural dyes were analyzed. The investigated wastewaters represent four different processes: a control sample, Air/Ar plasma-treated sample, N_2/Ar plasma-treated sample, and Cu-mordanted dyeing bath. All samples were homogenized prior to analysis, and all measurements were conducted on freshly collected samples.

pH and conductivity measurements were performed by WTW instrument. Turbidity measurements was performed by Velp instrument. $UV_{(254)}$ absorbance measurements were carried out to determine the presence of aromatic and conjugated organic structures in the dye bath wastewaters. Analyses were performed using a double-beam Shimadzu UV-1800

spectrophotometer with 1nm resolution and corrected for dilution. To determine the chemical oxygen demand, effluent samples were added to COD kits (Merck). Thereafter, the mixed kits were left to decompose in a thermoreactor (WTW CR 3200) for 2 h at 148°C. At the end of 2 h decomposition period, the samples left for cooling at room temperature, and then the COD values were determined with a photometer (Merck Nova 60).

All analyses were performed in at least triplicate, and the results obtained were evaluated based on their mean values. The analytical results were interpreted collectively to facilitate a comparative assessment of the environmental impacts associated with various dyeing processes.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Color properties

Shades of orange, dark pink and maroon were obtained with madder dyeing of polyamide fabrics, dependent to blank, plasma assisted or mordant dyeing. Visual appearance of the dyed samples and positions of the colors on *a*-b** plot was presented in Figure 1. K/S values were presented in Figure 2.

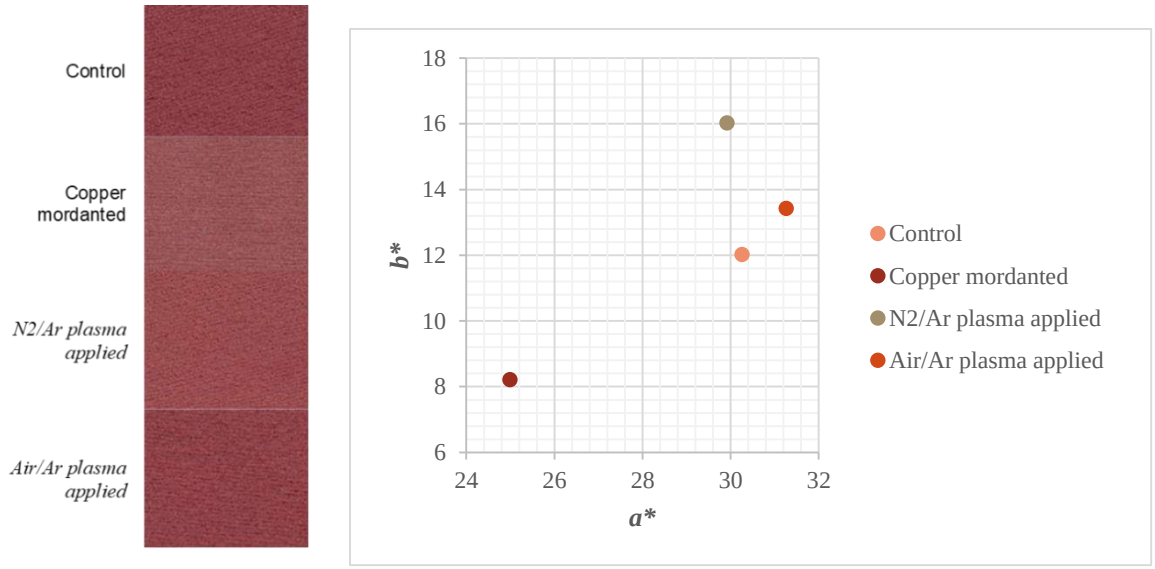


Figure 1. Visual appearance of the madder dyed samples (on the left) and spots of the samples' colors on *CIELab a*-b** plot (on the right)

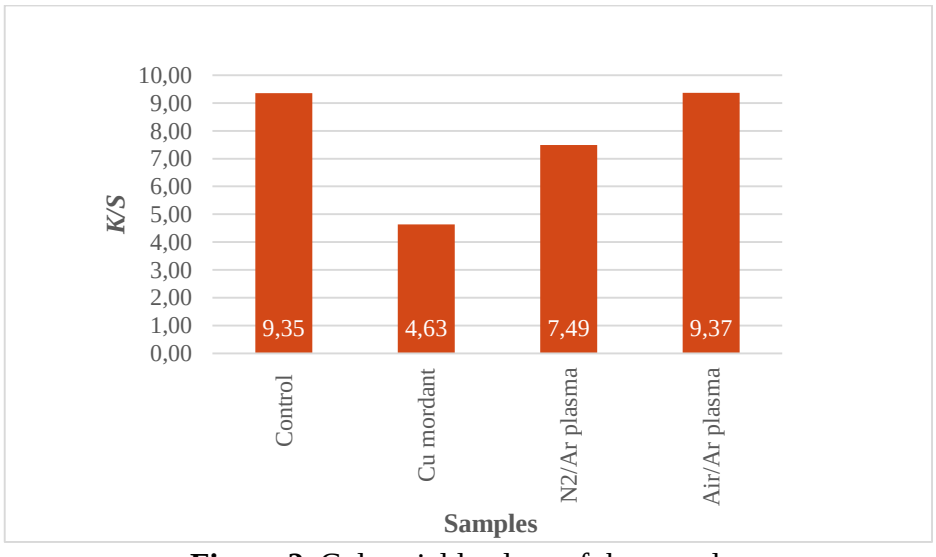


Figure 2. Color yield values of the samples

The positions of the colors on the *a**-*b** plot was consistent with the subjective visual evaluation. N_2/Ar plasma application resulted in orange shade. This result was confirmed by colorimetric measurements, the *b** value of this sample was higher than those of other samples. It is thought that, probably, new functional groups presented by N_2/Ar plasma aided to bind different anthraquinone dyes in madder root extract, which are unable to bind in other conditions, to polyamide fibers. This sample also exhibited the highest color yield value with 9.35. The colors of control and air/Ar plasma applied samples were quite similar to each other in the manner of visual evaluation and positions in color space, however, slightly higher *a** and *b** values were observed for air/Ar mordanted sample, which results in higher chroma value. The lowest a* and b* values were observed for copper mordanted sample. The lowest K/S value also detected for this dyeing. Other important colorimetric properties, chroma, hue angle and lightness values were presented in Table 1.

N_2/Ar and air/Ar plasma applied samples exhibited the highest chroma values with 33.93 and 34.01, respectively. On the other hand, the lowest chroma (26.30) among the samples was detected for copper mordanted sample. This sample also had the lightest color according to L* value, 43.94. The darkest appearance belonged to the control sample with 38.23 *L** value.

Table 1. Colorimetric properties of the samples

Samples	***a****	***b****	***C****	***h***	***L****
Control	30,26	12,02	32,56	21,66	38,23
Copper mordanted	24,99	8,21	26,30	18,2	43,94
N_2/Ar plasma applied	29,92	16,02	33,93	28,17	41,91
Air/Ar plasma applied	31,26	13,42	34,01	23,23	38,81

3.2. Fastness properties

Wash fastness and wet rub fastness values of the samples were presented in Tables 2 and 3, respectively.

Table 2. Wash fastness results of the samples

Sample	**Shade change**	**Multifiber Staining (C06/A1S)**					
		Wool	***Acrylic***	***Polyester***	***Nylon***	***Cotton***	***Acetate***
Control	4/5	4/5	5	4/5	4	3/4	3/4
Copper mordanted	4	5	5	5	4/5	4/5	4/5
N_2/Ar plasma applied	4/5	4/5	5	4/5	4	3/4	4
Air/Ar plasma applied	4/5	5	5	4/5	4/5	4	4

Table 3. Rub fastness results of the samples

Samples	**ISO 105:X12 Wet Rub Fastness Results**
Control	4/5
Copper mordanted	4/5
N_2/Ar plasma applied	4
Air/Ar plasma applied	4

Copper mordanted sample exhibited best wash fastness performance in terms of staining. However, shade change was worse than other samples with 4, in the grey scale rating. Plasma applied samples, both N_2/Ar and air/Ar applied ones had similar wash fastness performance with control sample. It con be concluded that plasma application did not cause any deterioration

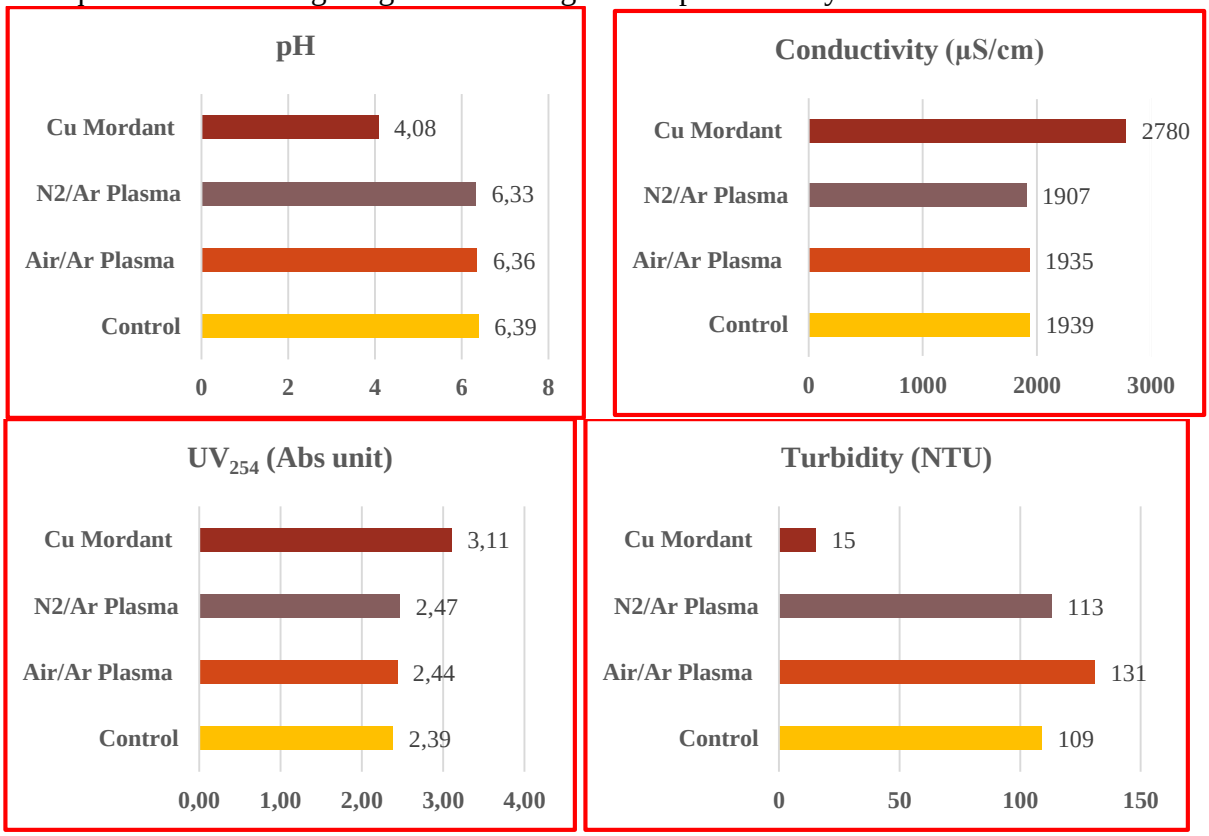
on wash fastness properties. Slightly lower wet rub fastness values were observed for plasma applied samples, however, the rub fastness values were in commercially acceptable range, which is 4 and above.

3.3. Characteristics of Dye Bath Wastewater

The effects of different pretreatment and dyeing approaches on the environmental characteristics of dye bath wastewater generated during the dyeing of polyamide fabrics with natural dyes are comprehensively evaluated. Dye bath wastewater with different characteristics, resulting from various treatments applied to polyamide fabrics, were comparatively evaluated with respect to pH, electrical conductivity, UV_{254} absorbance, turbidity, and COD. Figure 3 comparatively illustrates the characteristics of dye bath wastewater obtained after the application of different techniques to polyamide fabrics.

When the pH values of the dye bath wastewater were examined, no significant difference was observed between the control sample and the plasma-treated samples (pH ≈ 6.3–6.4). This indicates that low-pressure plasma treatment does not substantially alter the acidic or basic character of the dye bath. In contrast, the Cu-mordanted dye bath exhibited a marked decrease in pH, reaching a value of 4.08. Metal mordants enhance dye–fiber interactions due to complexation with natural dyes and fibers and can influence the chemistry of the dye bath (e.g., ionic species and pH), as discussed in the natural dye literature (Bechtold and Mussak 2009; Shahid et al. 2013).

These findings indicate that plasma pretreatment can be employed as a surface modification technique without causing a significant change in the pH of the dye bath.



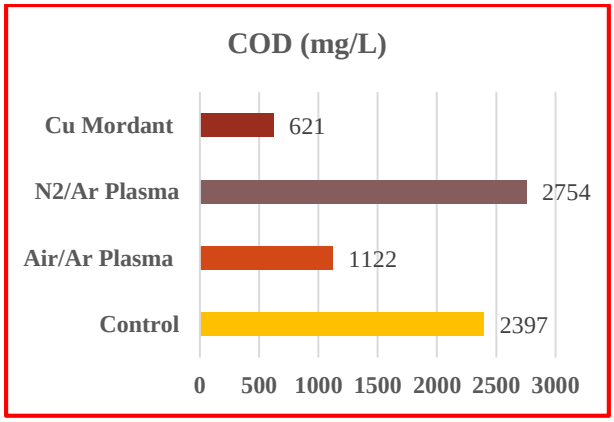


Figure 3. Environmental characteristics of dye bath wastewaters: pH, electrical conductivity, UV_{254}, turbidity, and COD.

Evaluation of electrical conductivity values revealed similar levels for the control and plasma-treated samples (≈1900–1950 µS/cm), whereas a marked increase in conductivity was detected in the Cu-mordanted dye bath (2780 µS/cm). Metal mordants, such as copper salts, can be interpreted as contributing to changes in the ionic composition and pollution profiles of textile dyeing wastewater, including indicators such as electrical conductivity, by introducing dissolved metal ions into the dye baths.

UV_{254} absorbance is commonly used as an indicator of aromatic and conjugated organic structures in dyeing wastewaters (Metcalf & Eddy 2014). As shown in Figure 3, the highest UV_{254} value was observed for the Cu-mordanted dye bath, indicating a higher concentration of dissolved aromatic compounds compared to plasma-treated and control samples. In contrast, the UV_{254} values of plasma-treated samples were comparable to those of the control, suggesting effective dye fixation onto the fabric and a reduced amount of dissolved organic matter in the dye bath.

Turbidity analysis revealed a marked decrease in the Cu-mordanted dye bath (15 NTU), indicating effective fixation of dye and metal–dye complexes onto the fabric and a limited presence of suspended phases. In contrast, turbidity values of the plasma-treated samples were comparable to or slightly higher than those of the control, which may be attributed to the presence of dissolved or microcolloidal organic species released into the dye bath. However, low turbidity does not necessarily imply low environmental impact, as dissolved pollutants cannot be detected by turbidity measurements alone (Metcalf & Eddy 2014).

COD results clearly differentiate the applied treatments in terms of organic load in the dye bath. As shown in Figure 3, the Air/Ar plasma-treated sample exhibited a substantial reduction in COD (1122 mg/L) compared to the control (2397 mg/L), indicating enhanced dye fixation and a lower amount of dissolved organic matter remaining in the bath. In contrast, the N_2/Ar plasma-treated sample showed the highest COD value (2754 mg/L), which may be attributed to the formation and release of nitrogen-containing dissolved organic species. Although the Cu-mordanted dye bath exhibited the lowest COD (621 mg/L), this reduction could be interpreted cautiously, as it reflects strong dye fixation rather than an overall decrease in environmental impact, given the concurrent increase in conductivity and UV_{254} absorbance.

CONCLUSIONS

Low pressure plasma could be applied as an alternative for chemical mordanting in natural dyeing, in terms of color properties and fastness performance. Low-pressure plasma treatment, particularly air/Ar plasma application, appears to have the potential to improve the environmental profile of the dyeing bath in dyeing polyamide fabrics with natural dyes. Plasma

pre-treatment alters the dye binding mechanism to the fabric, reducing the dissolved organic load remaining in the dyeing bath; this effect is particularly noticeable in COD values. Although Cu mordant systems offer low COD and turbidity values, they present a different environmental risk profile due to their high conductivity and UV_{254} values.

REFERENCES

Bechtold T, Mussak R. (2009). Handbook of Natural Colorants. Chichester, UK: John Wiley & Sons.

De Santis D, Moresi M. (2007). Production of alizarin extracts from Rubia tinctorum and assessment of their dyeing properties. Industrial Crops and Products, 26, 151-162.

Gedik G, Avinç O, Yavas A, Khoddami A. (2014). A Novel eco-friendly colorant and dyeing method for poly(ethylene terephthalate) substrate. Fibers and Polymers, 15, 261-272.

Imani H, Gharanjig K, Ahmadi Z. (2022). A novel efficient method for eco-friendly deep dyeing of wool yarns by extracted madder dyes in the presence of additives. Industrial Crops and Products, 183, 114970.

Kim TNT, Hong KVT, Thi NV, Manh HV. (2021). The effect of DBD plasma activation time on the dyeability of woven polyester fabric with disperse dye. Polymers, 13(9), 1434-1455.

Mehrparvar L, Safapour S, Kiakhani MS, Gharanjig K. (2016). A cleaner and eco-benign process for wool dyeing with madder, Rubia tinctorum L., root natural dye. International Journal of Environmental Science and Technology, 13, 2569-2578.

Metcalf & Eddy. (2014). Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery (5th ed.). New York, NY: McGraw-Hill Education.

Raffaele-Addamo A, Selli E, Barni R, Riccardi C, Orsini F, Poletti G, Meda L, Rosaria M, Marcandalli B. (2006). Cold plasma-induced modification of the dyeing properties of poly(ethylene terephthalate) fibers. Applied Surface Science, 252(6), 2265-2275.

Shahid M, Shahid-ul-Islam, Mohammad F. (2013). Recent advancements in natural dye applications: A review. Journal of Cleaner Production, 53, 310–331.

Zhu S, Huang Z, Yu X, Wei L, Wang H, Huang S, Meng X, Han Y. (2022). pH-responsive cotton fibre dyed by natural madder dye. Coloration Technology, 138, 304-314.

Zille A, Oliveria FR, Souto AP. (2015). Plasma treatment in textile industry. Plasma Processes and Polymers, 12(2), 98-131.

DOĞATÖLYE ÇALIŞTAYI: ANTHOTYPE TEKNİĞİYLE DOĞA, TARİH VE SANAT BULUŞMASI

Asuman ÖZDEMİR
Karabuk University, Faculty of Fine Arts and Design, Department of Painting, 78600, Safranbolu, Karabük,
ORCID: 0000-0001-7384-1976

ÖZET
Görsel sanatlar alanında bitki kullanımı ile bitkisel/doğal boyaların kullanımına ilişkin araştırmalar ve uygulamalar bulunsa da Anthotype (Antotip) tekniği henüz yeterli düzeyde araştırılmamıştır. Anthotype tarihsel olarak erken dönem fotoğraf makinesi gelişiminde önemli katkılar sunduğu için öncelikle fotoğraf alanı araştırmaları içinde değerlendirilmiştir. Fakat görsel sanatların diğer alanlarında bu düzeyde araştırma bulunmamaktadır. Bitkilerin ışığa duyarlı özelliklerinin farkına varılması ile ortaya çıkan bu teknikte, bitkilerden elde edilen renklerin uygulandığı yüzey üzerinde güneş ışığıyla tepkimeye girmesi sonucunda görüntüler oluşur. Çevre dostu bir teknik olması ve deneysel çalışmalara imkân tanıması bakımından değerlendirilmesi gereken bir tekniktir.
Bu çalışma Anthotype tekniğine odaklanan 'DoğAtölye' çalıştayının sürecini ve sonuçlarını içermektedir. Çalıştayın amacı gerçekleştirildiği tarihi bölgeye ait görsellere ve bölgenin bitkilerine odaklanarak tekniğin uygulanması sağlamaktı; bunun sonucunda bireyin çevreyi tanımasını ve çevreyle bütünleşmesini desteklenmiştir. Ayrıca Hadrianapolis gibi arkeolojik bir bölgenin katılımcılar üzerinde etkileri incelenirken, bireyin içsel yolculuğuna katkıda bulunulması da amaçlanmıştır. Çalıştayın sonucunda demografik özellikleri fark etmeksizin doğayla bütünleşen arkeolojik mekân algısını doğrudan deneyimleyen katılımcıların, doğanın içinden gelen renklerle yaptıkları yolculuktan keyif aldıkları ortaya çıkmıştır. Uygulanan tekniğin güneşle bağlantısının katılımcılar üzerindeki şaşırtıcı etkisi de gözlemlenmiştir. Çalıştay sonucundaki temel kazanımlar ve gözlemler sonuçları aktarılmıştır.
Anthotype deneyiminin ve çalıştay sonuçlarının sunulduğu bu çalışma, tekniğin çağdaş sanat pratikleri içindeki potansiyeline katkıda bulunmaktadır. Bunun yanı sıra, tekniğin ekolojik ve teröpatik yaklaşımlara sağlayacağı katkıların da bu çerçevede ele alınması önerilmektedir.
Anahtar Kelimeler: Anthotype Tekniği, Bitkisel Pigmentler, Deneysel Sanat Pratikleri, Görsel Sanatlar, Çalıştay

DOĞATÖLYE WORKSHOP: EXPLORING NATURE, HISTORY, AND ART THROUGH THE ANTHOTYPE TECHNIQUE

ABSTRACT
Although there is research and applications on the use of plants and the use of plant-based/natural dyes in the field of visual arts, the Anthotype technique has not yet been sufficiently researched. Since Anthotype has historically made significant contributions to the development of the early camera, it has been evaluated primarily in the field of photography. However, there is no research at this level in other fields of visual arts. In this technique, which emerged with the realization of the light-sensitive properties of plants, images are formed as a result of the reaction of colors obtained from plants with sunlight on the surface on which they are applied. It is a technique that should be evaluated in terms of being an environmentally friendly technique and allowing experimental studies.
This study includes the process and results of the 'DogaWorkshop' workshop focusing on teaching the Anthotype technique. The aim of the workshop was to apply the technique by focusing on the visuals of the historical region and the plants of the region; as a result, the individual was supported to recognize and integrate with the environment. In addition, while

examining the effects of an archaeological site such as Hadrianapolis on the participants, the workshop also aimed to contribute to each individual's inner reflective journey.
As a result of the workshop, it was revealed that the participants who directly experienced the perception of archaeological space integrated with nature, regardless of their demographic characteristics, enjoyed their journey with the plant-derived pigments. The surprising effect of the connection of the applied technique with the sun on the participants was also observed. The main achievements and observations at the end of the workshop are presented.
By presenting the Anthotype experience and the results of the workshop, this study contributes to the potential of the technique in contemporary art practices. In addition, it is suggested that the technique's contribution to ecological and therapeutic approaches should also be considered within this framework.
Keywords: Anthotype Technique, Plant-Based Pigments, Experimental Art Practices, Visual Arts, Workshop

1. GİRİŞ

Teknolojik icatların büyük kırılmalar yarattığı aşikardır. Bu kırılmalar, özel icatların ortaya çıkışıyla somutlaşmaktadır. Tarihin bu dönüm noktalarından biri de fotoğraf makinesinin icadı ile olmuştur. Fotoğraf, sanatın temsil geleneğini ve kitle iletişimini kökten değiştirerek toplumsal hafızanın yeniden biçimlendirilmesine yol açmış; gerçekliğin ilk kez olduğu gibi anlık olarak mekanik olarak kaydedilmesini sağlamıştır.
Fotoğraf teknolojisinin gelişimi ile geniş kitlelerin erişebileceği bir üretim nesnesi olarak bireylerin birçok yönden kendini ifade etmesine olanak sağlamıştır. Günümüzde fotoğraf makinesinin icadı ile günümüz AI tabanlı görüntülerin, sanal gerçeklik (VR)ve Artırılmış Gerçeklik (AR) çalışmaları arasında ilişki kurmak hiç de zor değildir. Bu çığır açıcı gelişmeler yaşanırken sanat alanında her seferinde tarihsel olana yeniden dönüş yeniden ele alış söz konusudur. Bu durum, geçmişteki deneyimlerin vazgeçilmez olanaklarını ve sürekliliğini araştırma merakıyla ortaya çıkmaktadır. Böylece teknolojinin getirdiği karmaşaya ve belki de belirsizliklerine karşı, geçmiş tekniklerin bugünün araçları ile yeniden ve dönüştürerek ele alınmasını sağlamaktadır. Böylece sanat eski ile yeni arasında gerekliliği tartışılamayacak bir köprü kurmaktadır. Bu köprü, tarihsel fotoğraf tekniklerinin güncel sanat pratikleri içinde de yeniden ele alınmasına olanak sağlamaktadır. Bu tekniklerden biride anthotype tekniğidir.
Çalışmanın ana konusu olan anthotype tekniğiyle ilk olarak Sir John F. W. Herschel(1842)'in çalışmalarında karşılaşıyoruz. Herschel'in çalışmalarına dair ulaşılan kaynaklarda anthotype kelimesi kullanılmasa da bitki bazlı pigmentlerin güneş ışığına duyarlılıkları üzerine çalıştığı ve bu durumu deneysel olarak ortaya koyduğu görülmektedir. Ulaşılan en eski kaynaklardan olan Fisher (1843), Croucher (1845) ve Bingham'a (1847) ait çalışmalarda bu kavramın Herschel tarafından kullanıldığı aktarılmaktadır.
"Bu, bitkilerin renkli özsularının fotoğrafik madde olarak kullanıldığı resim üretme yöntemlerine verilen genel bir isimdir; neredeyse tamamı Sir John Herschel tarafından tanımlanmıştır" (Bingham, 1847, s. 62).
Sürecin tarihsel temellerini atan erken dönem araştırmalar, bitki özsularının güneş ışığı ile değişime uğradığını ortaya koymuş olsa da, sürecin dayanıksız yapısı nedeniyle fotoğraf araştırmaları dışında kalmıştır (Herschel, 1842).
Anthotype hakkındaki güncel araştırmalar, yöntemin hem tarihsel kökenlerini hem de güncel sanat pratiklerine ve ekolojik yapısına odaklanan yaklaşımlarını ele almaktadır. Anthotype'ın tarihsel açıdan yeniden ele alınmasına katkıda bulunan çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalar arasında, tekniğin farklı sanat ve araştırma alanları içindeki kullanımlarını görmek mümkündür. Coelho'nun (2013) çalışması, anthotype tekniğinin geri planda kalışını yalnızca teknik eksikliklerle değil, dönemin bilimsel tercihleri ve zamanın etkisiyle ilişkilendirmektedir.

Wells ve Greger (2016), doğal boyaların değişken özelliklerini tekstil ürünlerinde kullanarak anthotype tekniğinin potansiyeline dikkat çekmişlerdir. Ayrıca güncel literatürde, çevre dostu ve sürdürülebilir üretim pratikleri göz önüne alındığında anthotype tekniğinin olumlu bir potansiyel sunduğu görülmektedir. Benzer şekilde Er (2023), tekniğin kimyasal içermeyen yapısına vurgu yaparak sunduğu deneysel olanakları öne çıkarmaktadır. Teknik hakkındaki uygulamaya dayalı çalışmalar ise, bazı bitkisel pigmentlerin farklı yüzeyler üzerinde denenmesi yoluyla tekniğin olanaklarına ve elde edilen görsel sonuçlara odaklanmaktadır (Zhakeyev & Marques-Hueso, t.y.; Erutku, 2019., Er. 2023). Bu tür çalışmalar, tekniğin sürekliliğini sağlarken, aynı zamanda güncel sanat pratikleri içinde disiplinlerarası yapısı ve çevre odaklı yönüyle yeniden anlam kazanacağına dair ipuçları taşımaktadır.

1. TARİHSEL VE KURAMSAL ÇERÇEVEDE ANTHOTYPE

Anthotype tarihsel olarak fotoğrafçılık sürecine ait bir tekniktir. Doğada bulunan bitkilerin ışığa duyarlı özsuları ile görüntü elde etme yöntemidir.

Anthotype dil kökeni olarak "Anthos" Yunanca'da çiçek anlamına gelir. "Type" kelimesi ise Latince şekil, görüntü ya da form anlamına gelir; kökeni Yunanca typos kelimesine dayanır ve çukur, iz veya işaret anlamlarını taşır. Anthotype işlemi tam olarak: bir çiçeğin kâğıt üzerinde iz bırakması, yani baskı yapmasıdır (Fabbri, 2012, s. 9).

Herschel, bitkisel pigmentlerin ışığa duyarlılık özelliklerini sistematik ve deneysel bir yaklaşımla incelemiş; bu çalışmalarıyla ışığın madde üzerindeki etkisini bilimsel yayınlar aracılığıyla ortaya koymuştur. Herschel'in araştırmaları, ışığın kimyasal süreçler üzerindeki etkilerinin yanı sıra bitkisel renk pigmentlerinin güneş ışığına verdikleri tepkilerin analizine odaklanmaktadır. Özellikle 1842 yılında yayımladığı çalışmasında, güneş spektrumunun farklı ışınlarının organik maddeler üzerindeki etkilerini ayrıntılı biçimde ele almıştır. Fotoğraf tarihine ilişkin araştırmalara bakıldığında, Herschel'in bu çalışmaları, doğrudan cyanotype tekniğinin geliştirilmesi ve kamerasız fotoğraf üretim yöntemleriyle bağlantılı deneysel süreçlerin erken dönem örnekleri arasında değerlendirilebilir. Ancak bitkisel pigmentlere dayalı deneyleri, teknik sınırlılıkları ve kalıcılık sorunları nedeniyle uzun süre fotoğraf araştırmalarının dışında kalmıştır. Bu erken dönem çalışmalar, ışığın yalnızca görsel değil aynı zamanda kimyasal bir etken olarak ele alınmasına katkı sağlamış ve bitkisel pigmentlerin foto-duyarlılığına yönelik deneysel araştırmaların önünü açmıştır. 19. yüzyıl boyunca John Herschel'in cyanotype süreciyle birlikte alternatif fotoğraf tekniklerine olan ilgi artmış; Anna Atkins gibi araştırmacı ve uygulayıcılar, bitkilerle yapılan kamerasız görüntü üretimlerini bilimsel bir araç olarak kullanmıştır. Özellikle Atkins'in botanik örnekleri cyanotype yöntemiyle belgelediği çalışmaları, bitki temelli görüntü üretim tekniklerinin sistematik kullanımına önemli bir örnek teşkil etmektedir (Redden & Crawford, 2025). Bu süreçte anthotype, kalıcılığı sınırlı olsa da doğrudan doğadan elde edilen malzemelerle görüntü üretme pratiği açısından özgün bir konumda yer almıştır.

Anna Atkins gibi bu konuda çalışan diğer bir bilim kadını Mary Somerville'in de bilim tarihinde özel bir yeri vardır. İskoçyalı Somerville, dönemin geleneksel toplumsal yapısına karşın bir kadın olarak felsefe, matematik ve astronomi alanlarında çalışmalar yürütmüştür. Işık spektrumlarının bitki özsuları üzerindeki etkilerine ilişkin incelemelerini mektuplar aracılığıyla Sir John F. W. Herschel ile paylaşmıştır. Bazı kaynaklarda, Somerville'in bu araştırmalarını kadın olması nedeniyle yayımlayamadığı ve bu nedenle Herschel'e gönderdiği ifade edilmektedir. Bununla birlikte, bu durumun yalnızca cinsiyet temelli kurumsal engellerle değil, söz konusu çalışmaların henüz bilimsel makale olgunluğuna ulaşmamış olmasıyla da ilişkili olabileceği yönünde değerlendirmeler bulunmaktadır (Stenhouse, 2021). Somerville'in bilim alanında yayımlanmış başka çalışmalarının ve kitaplarının bulunması, bu ikinci yorumun olasılığını güçlendirmektedir. Daha yakından incelendiğinde, Herschel ile iletişim kurarak

konuya ilişkin bilgi ve örnekleri paylaşan, bu paylaşımları ortak bir bilgi üretim sürecinin parçası olarak değerlendiren başka bilim insanlarının da bulunduğu görülmektedir.
Anthotype üzerine yapılan araştırmaların çoğu, fotoğraf makinesinin olanaklarını ve tarihini incelemeye odaklanmakta ya da bu süreçte karşılaşılan fotogram (kamerasız teknik) ve cyanotype gibi yöntemler kullanılarak elde edilen fotografik etkilerin analizini içermektedir. Çoğunluğu cyanotype tekniği olmak üzere, anthotype ve benzeri teknik uygulamaların eğitim etkinliklerinde kullanımı da araştırmaların önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu konuda öncelikle literatüre en büyük katkıyı sağlayan Malin Fabbri'den(2014, 2022) bahsedilmesi gerekir.
Bu tekniği tarihsel alandan çıkararak güncel sanat ve fotoğraf alanında yeniden ele alan, uluslararası düzeyde çalışmalar ve etkinlikler gerçekleştirerek görünürlük kazanmasına katkı sağlayan en önemli isimlerden biri, yazar ve fotoğrafçı Malin Fabbri'dir. Fabbri'nin, anthotype tekniğine ilişkin tarihsel ve teknik bilgileri alan yazınına kazandırdığı çeşitli kitapları da bulunmaktadır. Hem alan bazında yayımlanmış kitaplarıyla hem de Anthotopia günlerini düzenleyerek, geleneksel ve keşif odaklı bu yöntemin sürdürülebilirliğine katkı sağlamaktadır. Günümüzde anthotype üzerine yürütülen araştırmalar ve uygulamalar ağırlıklı olarak fotoğraf alanı içinde ele alınmakta; bu nedenle konu çoğunlukla fotoğraf disiplinine mensup araştırmacılar tarafından incelenmektedir. Bununla birlikte, sayıca daha sınırlı olmak üzere iki farklı araştırma yönelimi de dikkat çekmektedir. Bunlardan ilki, tekniğin sanatsal ifade ve paylaşım amacıyla kullanımı; ikincisi ise eğitim alanında bir uygulama yöntemi olarak değerlendirilmesidir(Günbulut ve Teker, 2018).
Anthotype çalışmalarının, resim alanı odaklı bir disiplin içinde kullanımının önemini ortaya koyan sınırlı sayıda araştırma bulunmaktadır. Bu çalışmalar, henüz yeterli düzeyde olmasa da, tekniğin alan bazında yeni keşif olanakları yaratabileceğine işaret etmektedir. Anthotype uygulamalarının yaratıcı düşünme becerilerinin harekete geçirilmesine katkı sağladığı görülmekte; bu yönüyle elde edilen sonuçların sanatsal ve eğitsel çıktılar üzerinden değerlendirilmesi mümkün görünmektedir. Bu çerçevede, anthotype tekniğinin disiplinler arası kullanım olanakları önem kazanmaktadır (Wells, 2015). Sanat alanında disiplinler arası yaklaşım içerisinde aktif olarak kullanılabilecek bir yapısı bulunmakla birlikte aynı zamanda eğitim alanında da öğrencilerin yeni teknikler deneyerek kendilerine ait bir keşif süreci yaşamalarına imkân tanır.
Bu yönleriyle anthotype tekniği, yalnızca sanatsal ve eğitsel bir üretim aracı olarak değil, bireyin duyusal farkındalığını ve içsel süreçlerini destekleyebilecek bir uygulama yöntemi olarak da değerlendirilmeye açıktır. Psikoloji alanında hem destekleyici hem de doğrudan tedavi yaklaşımları kapsamında sanat terapisi yöntemlerinin yaygın biçimde kullanıldığı bir dönemden geçilmektedir. Bu tür terapötik yaklaşımlar içinde sanat terapisi, sahip olduğu özellikler nedeniyle kendine güçlü bir uygulama alanı bulmaktadır. Teknik ve yaklaşım açısından insana ve doğaya zarar vermeyen bir yapıya sahip olması, aynı zamanda farklı yöntem ve tekniklerle bir araya getirilerek zenginleştirilebilmesi bu alanın öne çıkan yönlerindendir. Bu durum, daha önce de belirtildiği gibi, yaş, engellilik ya da herhangi bir demografik seçilim gerektirmemesi; aksine kapsayıcı bir yapıya sahip olmasıyla ilişkilidir.

2. HADRİANOPOLİS ANTİK KENT ÇALIŞTAYI VE ARKEO-TERAPİ

Yüzyılımızda sanat alanında yapılan bilimsel araştırma ve çalışmalara bakıldığında, sanat terapisi yaklaşımlarının oldukça yaygınlaştığı görülmektedir. Sanat terapisi, bireylerin duygusal ve bedensel iyileşme süreçlerine sağladığı katkılar açısından oldukça önemlidir. Bu çalışmalar aracılığıyla anlamlı sonuçlar elde edilmektedir. Sanat terapisi alanında gerçekleştirilen çalıştaylar, bu alanın görünürlüğünü artırması ve problemlerin farklı disiplinler tarafından disiplinler arası bir yaklaşımla değerlendirilerek tartışılmasına olanak tanıması açısından büyük önem taşımaktadır. Çalıştaylar; sempozyum ve kongreler gibi etkinliklerle birlikte ele

alındığında, bu görünürlüğün artmasına, yeni keşiflerin ortaya çıkmasına ve yeni uygulama alanlarının gelişmesine katkı sağlamaktadır.

Karabük/Eskipazar Hadrianopolis Antik Kenti, son yıllarda gerçekleştirilen arkeolojik kazılar ve elde edilen buluntularla tarihsel araştırmalara önemli katkılar sağlamaktadır. Bu önemli arkeolojik alanın, aynı zamanda çeşitli etkinliklere de ev sahipliği yaptığı görülmektedir. Bunlardan biri, "Arkeo-Terapi- Sanatla Terapide İnziva: İçe Bakış Sürecinde Doğa Ve Antik Kent Olgusu: Hadrianopolis Antik Kenti Çalıştayı" dır. Koordinatörlüğünü Hadrianopolis Antik Kenti Sanat Direktörlüğü görevini de yürütmekte olan Doç. Dr. Eda Öz Çelikbaş'ın üstlendiği, ulusal ve uluslararası yaklaşık 18 ülkeden 66 sanatçı katılım sağlamıştır.

Çalıştayın temel amaçlarından biri arkeo-terapi yaklaşımını uygulamaya koymaktır. Sanat terapisi yöntemlerinden biri olan arkeo-terapinin, Türkiye'de ilk kez bu çalıştay kapsamında kullanıldığı görülmektedir. Bu etkinlik, arkeo-terapinin uygulanması ve disiplinler arası çalışmaların bir araya getirilmesi bakımından alana öncülük etmektedir.

Arkeo-terapi kavramını açık biçimde ortaya koyan, kavramsallaştıran ve sistematik bir kuram geliştiren belirli bir araştırmacı bulunmamaktadır. Kavram, daha çok arkeoloji alanında yürütülen çalışmaların kültürel miras, iyi oluş ve geleceğe yönelik koruma kavramları etrafında yeniden yorumlanmasıyla ortaya çıkmıştır. Bu konuda da Cornelius Holtorf adı ön plana çıkmaktadır. Holtorf'un (2018) çalışmaları, özellikle iyi oluş, ruhsal iyileşme, toplumsal dayanıklılık, tarih, çevre ve hafızanın korunması gibi başlıklar etrafında yoğunlaşmaktadır. Onun ve benzer yaklaşımlar geliştiren diğer araştırmacıların görüşleri, arkeolojinin yalnızca bilimsel bir inceleme alanı olarak değil, aynı zamanda terapötik bir deneyim olarak düşünülmesine/ve kavram olarak literatüre kazandırılmasına zemin hazırlamıştır (Schaepe vd., 2017).

3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu çalışma, nitel araştırma yaklaşımı temel alınarak yürütülen uygulama temelli bir sanat atölyesi çalışmasının aktarımını içermektedir. Araştırma, deneyimsel öğrenme ve katılımcı gözlemine dayalı bir atölye süreci üzerinden gerçekleştirilmiştir. Uygulama alanı olarak, tarihsel ve doğal özellikleriyle Hadrianopolis Antik Kenti kullanılmıştır. Atölye sürecine sanatçılar, öğrenciler, çocuklar ve yerel halk gibi farklı katılımcı profilleri dâhil edilmiştir. Etkinlik, yaklaşık 2–3 saat süren, açık havada ve gün ışığına odaklanan bir çalışma düzeni içinde yürütülmüştür.

3.1.Dogatölye Atölye Ve Uygulama Süreci

DoğAtölye atölyesinin uygulama süreci, Hadrianopolis Antik Kenti'nin tarihsel dokusu ve doğal çevresi içinde gerçekleştirilmiştir. Eskipazar, antik dönemde Hadrianapolis adıyla bilinen ve kuruluşu Büyük İskender'in ölümünden sonra M.Ö. 323'ten sonraya tarihlenen eski bir yerleşim yeridir. Bölgeye ilk yerleşen halkın Proto-Hititler olduğu kabul edilir ve Paflagonya Devleti sınırları içinde tarih boyunca çok sayıda medeniyet etki göstermiştir. Günümüzde Eskipazar'ın yaklaşık 5 km uzağında Hadrianapolis Antik Kenti'nin kalıntıları; mahzen, hamam, saray merdiveni, sığınak ve su kanalları gibi önemli yapılarla ayakta kalmaktadır. Bu kalıntılar, bölgenin tarihsel önemi ve zengin arkeolojik geçmişine işaret etmektedir (T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, t.y.).




Görsel 1,2. Hadrianopolis Antik Kenti'nin ören yeri ve mozaikleri (Anadolu Ajansı, 2025).


Görsel 3. Hadrianapolis, Tesseralar (Cumhuriyet, 2025).

Çalıştay, güneş ışığının doğrudan kullanılabileceği saatleri kapsayacak şekilde planlanmıştır. İlk aşamada, uzmanlar tarafından arkeolojik alan tanıtılmış ve çevreye ilişkin bilgiler aktarılmıştır. İkinci aşamada anthotype tekniği tanıtılmış ve uygulama süreci açıklanmıştır. Üçüncü aşamada ise katılımcılar üretim sürecine geçmiştir. Uygulama süresince tekniğe özgü olarak bitkisel pigmentler, su, alkol, farklı türlerde kâğıtlar ve cam yüzeyler kullanılmıştır. Bazı pigmentler, uygulama alanında bulunan bitkilerden elde edilerek katılımcıların sürece daha etkin biçimde dâhil olması sağlanarak katılımcıların malzemeyle doğrudan ve deneyimsel bir ilişki kurmaları desteklenmiştir. Ayrıca arkeolojik alana ait fresk görsellerinden oluşan örnekler de katılımcılara sunulmuştur. Böylece arkeolojik mekân ile kurdukları ilişkiyi resimsel düzlemde ifade etmek isteyenler için seçenek oluşturulmuştur.



Görsel 4,5. Çeşitli Mozaik Örnekleri, Hadrianopolis. (T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, t.y.)

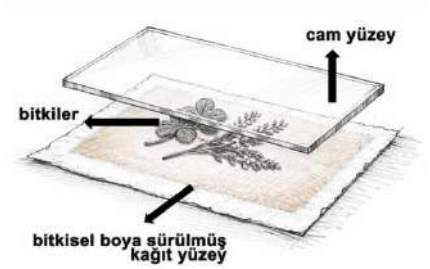
Bu uygulama sürecinin anlaşılabilmesi için, anthotype baskı tekniğinin temel aşamalarının ve kullanılan yöntemlerin açıklanması gerekmektedir.






Görsel 6,7,8,9. Doğatölye uygulama sürecine dair fotoğraflar.

Anthotype baskı yapmak için çeşitli bitkilerin özsuyu çıkartılır. Özsuyunun çıkarılması işlemi su ve/veya alkol ile yapılabilmektedir. Süzülerek elde edilen renkler istenildiği şekilde kâğıt/kumaş gibi yüzeylere uygulanır. Daha sonra baskısının alınması istenen nesneler yüzey üzerinde kompoze edilerek yerleştirilir. Bu nesnelerin sabitlenmesi için üzerine cam bir yüzey yerleştirilir. Cam yüzey aynı zamanda güneş ışınlarının pigmentler üzerinde kimyasal tepkime yapması için geçirgen/şeffaf yapısı ile kullanılmaktadır. Kâğıt yüzey üzerinde renk değişimleri geliştiğinde işlem tamamlanır. (Güneşin sertlik derecesine bağlı olarak 1 saat ile birkaç gün aralığında bir süre zarfında beklenir) Normal süreci için durulama, sabitleme veya başka herhangi bir işlem gerekmez.





Görsel 10,11. Anthotype tekniği yapım aşaması.



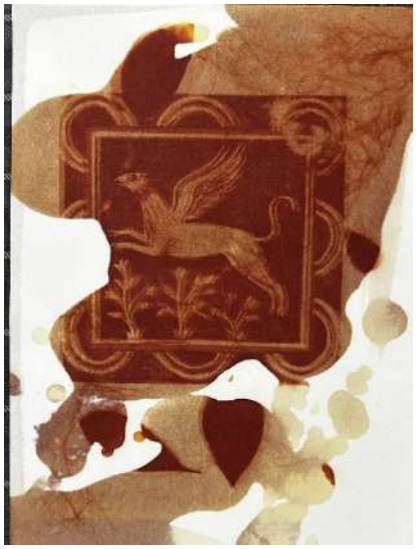
Görsel 12. Soldan sağa: Malin Fabbri tarafından 2008 ve 2010 yıllarında yapılan Kırmızı papatya, Çan çiçeği, Bahçe acı baklası, Patates ve Lale baskısı.




Görsel 13, 14. Anthotype örnekleri




Görsel 14, 15. Anthotype örnekleri

Görsel 16, 17. Anthotype örnekleri



Görsel 18, 19. Anthotype örnekleri

Bu doğrultuda, çalıştay sürecinde üretilen anthotype örnekleri, tekniğin deneysel olanaklarının yanı sıra doğa, tarih ve bireysel algı arasındaki ilişkiyi görünür kılmaktadır. Katılımcıların çevreden topladıkları doğal malzemelerle gerçekleştirdikleri üretimler, antik kentin tarihsel imgeleriyle bir araya gelerek geçmiş ile şimdi arasında görsel bir etkileşim alanı oluşturmuştur. Ortaya çıkan çalışmalar, yalnızca teknik bir uygulama değil; aynı zamanda katılımcıların duyusal deneyimlerini, kişisel hafızalarını ve mekânla kurdukları ilişkiyi yansıtan özgün üretimler olarak değerlendirilebilir. Anthotype tekniğinin kolayca uygulanabilir yapısı, farklı yaş ve deneyim düzeylerinden katılımcıların sürece aktif biçimde dâhil olmasını mümkün kılmıştır. Bu yönüyle teknik, sanat terapisi alanında süreç odaklı, kapsayıcı ve erişilebilir bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Çalıştaydan elde edilen görsel çıktılar, anthotype'ın disiplinler arası sanat pratikleri içinde pedagojik ve terapötik kullanımlar açısından uygulanabilir ve geliştirilebilir bir yöntem sunduğunu göstermektedir.

SONUÇ

Bu çalışma, sanat terapisi uygulamalarının ne denli güçlü ve dönüştürücü bir alan hâline geldiğini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Sanat ve sanat terapisi alanında birçok yöntem ve teknik uygulanmakta ve bu uygulamaların sonuçları çeşitli yayınlarla paylaşılmaktadır. Ancak arkeolojik mekânların fiilen etkin rol oynadığı çalışmaların sayısı görece sınırlıdır. Bu bağlamda söz konusu çalıştayın önemli bir katkı sunduğu söylenebilir. Yapılan bu çalışma da bu nitelikteki uygulamalardan biridir. Özellikle doğa ve tarihsel mekânın içinde yer aldığı sanat temelli çalışmaların ve deneyimlerin, bireyin hem duyusal hem de duygusal düzlemde anlamlı karşılıklar bulmasını sağladığı görülmektedir.

Hadrianopolis Antik Kenti'nde gerçekleştirilen bu çalıştay, sanatın iyileştirici yönüne vurgu yaparken, aynı zamanda ortak deneyimlerin ve paylaşımların gerçekleşmesine olanak tanımış; bu yönüyle de sanat ve terapi ilişkisini görünür kılmıştır. Antik kentin tarihsel dokusu ve doğal çevresi, katılımcıların geçmiş ile bugün arasında sezgisel bir bağ kurmasına imkân sağlamıştır. Antik kente yapılan yürüyüşler, aktarılan bilgiler ve doğayla doğrudan temas, katılımcılarda belirli bir görsel ve duygusal hafıza oluşturarak bu unsurları deneyimlemelerini sağlamıştır. Bu deneyimler, atölye sürecinde gerçekleştirilen sanatsal üretimlere yansımış ve içsel bir sürecin ifadesi hâline gelmiştir.

Tekniğin tarihsel olarak ortaya çıkışı ve kullanım alanları, bir görüntünün sabitlenmesi ve geleceğe aktarılmasına yöneliktir. Ancak teknik, zamanla dönüşen, solan ve kaybolan bir iz üretir. Bu noktada, geçmişin dönüşen ve değişen imgeleri ile bugün arasında tarihsel açıdan doğrudan bir bağ kurduğu söylenebilir. Katılımcıların hafızalarında kalanlarla birlikte gerçekleştirdikleri üretimlerin sonuçları incelendiğinde, bu sürecin hem bireyin kendine doğru yaptığı bir yolculuğu mümkün kıldığı hem de duyguları sağaltan, keşif dolu bir deneyime

dönüştüğü görülmektedir. Anthotype tekniğinin ortaya koyduğu sonuçlara bakıldığında, bir sanat terapisi yöntemi olarak — özellikle de arkeoterapi ile kurduğu bağ açısından — oldukça güçlü olduğu görülmektedir.

Bu uygulama, demografik özelliklerden bağımsız olarak her bireyin çalışmaya rahatlıkla dâhil olabildiğini göstermiştir. Arkeolojik alanda bulunan bitkiler ve diğer malzemelerle çalışmak, katılımcıların malzemeyle daha samimi ve deneyimsel bir ilişki kurmasını sağlamıştır. Güneş ışığının uygulamada görüntülerin elde edilmesinde aktif bir rol oynaması, üretim sürecinin yavaş ve farkındalıkla ilerlemesine olanak tanımıştır. Bu durum, katılımcıların hem süreci hem de malzemeleri deneyimlemelerine ve gözlemlemelerine katkı sunmuş; zaman baskısına bağlı stres durumunu önemli ölçüde nötrlemiştir. Doğa temelli sanatsal uygulamaların stresle başa çıkmada etkili bir araç olduğu bilinmektedir. Anthotype yöntemi de bu duruma olumlu bir katkı sağlayarak bireyin yeniden ve daha fazla deneyimsel üretim ortaya koymasını teşvik etmiştir. Bu süreçte katılımcıların duygu durumlarında gözle görülür bir rahatlama yaşandığı ve kendilerini daha dengeli hissettikleri bir atmosfer oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu yönüyle yöntemin, sanat terapisi uygulamaları içinde yer alabilecek ve iyi olma hâlini destekleyen tamamlayıcı bir teknik olarak değerlendirilebileceği söylenebilir.

Çalıştay süresince dikkat çeken bir diğer önemli nokta, grup içi etkileşimlerin artması ve katılımcıların zamanla daha açık, iletişime hazır bir tutum geliştirmeleridir. Ortak üretim süreçleri, bireyler arasındaki iletişimi güçlendirerek sosyal bağların gelişmesine katkı sunmuştur.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, benzer uygulamaların farklı arkeolojik alanlarda ve doğal mekânlarda sürdürülmesi önerilmektedir. Sanat, terapi ve arkeolojiyi bir araya getiren bu tür disiplinlerarası çalışmaların artırılması hem alanın görünürlüğünü artıracak hem de yeni yöntem ve yaklaşımların gelişmesine olanak sağlayacaktır. Bununla birlikte, anthotype tekniğinin ekolojik duyarlılık ve terapötik yaklaşımlar çerçevesinde ele alınmasına da zemin hazırlayacaktır. Böylece sanat üretiminin yalnızca estetik bir alanla sınırlı kalmadığı; aynı zamanda çevresel farkındalık ve psikolojik iyi olma hâliyle ilişkili olduğu yeniden vurgulanacaktır. Sonuç olarak, bu çalıştay sanatın yalnızca üretim odaklı bir alan olmadığını; bireyin kendini anlaması, çevresiyle bağ kurması, duygularını tanımlaması ve bunları imgeler aracılığıyla ifade etmesi için güçlü bir araç olduğunu bir kez daha göstermiştir. Schaepe ve arkadaşları (2017), topluluk temelli arkeolojinin bireysel ve kolektif düzeyde sağlık ve iyi oluşu destekleyebileceğini; bu nedenle arkeolojinin "terapötik" bir deneyim olarak düşünülmesinin, sahadaki ortak üretim pratiklerinden çıkan bir yaklaşım olduğunu ileri sürmektedir. Bu çalışmadaki gibi doğa, tarih ve sanatın bir araya geldiği disiplinler arası çalışmaların artırılmasının alana önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca bu tekniğin, çok yönlü katkı potansiyeli göz önünde bulundurulduğunda, daha yaygın biçimde kullanılmasının gerekliliğini ortaya koyduğu ve gelecekteki çalışmalara öncülük edebileceği söylenebilir.

Çalışma sonuçlarından yola çıkarak elde edilen kazanımlara bakacak olursak,

Anthotype tekniğinin sanat alanında çalışan ya da çalışmayan bireyler tarafından kolaylıkla uygulanabilir olması, katılımcıların sürece hızlı bir biçimde uyum sağlamalarını ve üretim sürecine istekle katılmalarını mümkün kılmıştır.

Bu atölye, katılımcıların doğayla kurdukları ilişkiyi deneysel yollarla yeniden düşünmelerini, duyusal farkındalıklarını artırmalarını ve bireysel/ortak üretim süreçlerine yönelmelerini sağlamıştır.

Doğa temelli gözlem ve bitkisel malzeme araştırmaları aracılığıyla, katılımcılarda hem sanatsal ifade olanaklarına hem de profesyonel üretim pratiklerine yönelik özgün yaklaşımlar oluştuğu gözlemlenmiştir.

Katılımcıların antik kentin tarihsel ve görsel imgeleri ile kurdukları ilişki, arkeolojik alanın resimsel düzlemde yeniden yorumlanmasına katkı sağlamıştır.

Çalıştay sürecinde, katılımcıların deneysel düşünme ve yaratıcı üretim becerilerinde artış olmuş, kişiler arası iletişimin pozitif yönden geliştirmesine katkıda bulunmuştur.
Elde edilen bulgular, anthotype tekniğinin sanat terapisi bağlamında terapötik yaklaşımlar içinde destekleyici bir araç olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Teknik, stres yönetimine katkı sunmasının yanı sıra, duygusal farkındalığı artırarak bireylerin duygusal yüklerini hafifletmelerine ve denge kurmalarına yardımcı olabilecek bir potansiyele sahiptir. Bu yönüyle anthotype uygulamalarının, psikoterapi süreçlerine destekleyici bir yöntem olarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Anadolu Ajansı. (2025, 5 Şubat). Hadrianopolis Antik Kenti ören yeri ilan edildi [Görsel]. Anadolu Ajansı. Erişim adresi: https://www.aa.com.tr/tr/kultur/hadrianopolis-antik-kenti-oren-yeri-ilan-edildi/3472909

Bingham, R. J. (1847). Photogenic manipulation: Part I, containing the theory and plain instructions in the art of photography, or the production of pictures through the agency of light (5th ed.). George Knight and Sons. Erişim adresi: https://archive.org/details/photogenicmanipu12bing

Coelho, A. L. (2013). Antotipia: Processo de impressão fotográfica. Universidade Estadual Paulista (UNESP), São Paulo. Erişim adresi: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/86943/coelho_al_me_ia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Croucher, J. H. (Ed.). (1845). Plain directions for obtaining photographic pictures by the calotype, energiatype, and other processes on paper; including the chrysotype, cyanotype, chromotype, etc., etc., with all the latest improvements (2nd ed.). London: T. & R. Willats. Erişim adresi: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/52/Getty_Research_Institute_%28IA_plaindirectionsf00crou%29.pdf

Cumhuriyet. (2025, 8 Aralık). Hadrianapolis Antik Kentindeki tessera'lar restore edilecek [Görsel]. Cumhuriyet. Erişim adresi: https://www.cumhuriyet.com.tr/haber/hadrianapolis-antik-kentindeki-tesseralar-restore-edilecek-1812376

Er, M. H. (2023). Bitkisel tabanlı bir fotoğraf baskı tekniği: Anthotype. İçinde 11. Uluslararası Akademik Araştırmalar Kongresi (ICAR) Tam Metin Kitabı (ss. 783–784). Asos Yayınevi. Erişim adresi: https://www.academia.edu/126238272/Bitkisel_Tabanl%C4%B1_Bir_Foto%C4%9Fraf_Bask%C4%B1_Tekni%C4%9Fi_Anthotype

Erutku, B. (2019). Gum bikromat fotoğraf baskısı'nda pigment olarak zerdeçal kullanımı. İstanbul Aydın Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Dergisi, 5(10), 109–114.Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/en/pub/aydinsanat/article/727950

Fabbri, M. (2012). Anthotypes: Explore the darkroom in your garden and make photographs using plants. AlternativePhotography.com. Erişim adresi: https://leonlenclos.net/pro/pirate/anthotypes-explore-the-darkroom-in-your-garden-and-make-photographs-using-plants-1466261005-9781466261006_compress.pdf

Fabbri, M. (2014). The chemistry of anthotypes. Alternative Photography. Erişim adresi: https://www.alternativephotography.com/the-chemistry-of-anthotypes/

Fabbri, M. (Ed.). (2022). Anthotype emulsions (Vol. 1): The collective research from photographers on World Anthotype Day 2022. Alternative Photography. Erişim adresi: https://sites.evergreen.edu/expphoto/wp-content/uploads/sites/293/2023/06/Anthotype-Emulsions-Volume-1.pdf

Fisher, G. T. (Jun.). (1843). Photogenic Manipulation: Containing Plain Instructions in the Theory and Practice of the Arts of Photography, Calotype, Cyanotype, Ferrotype, Chrysotype,

Anthotype, Daguerreotype, Thermography. London: G. Knight. Erişim adresi: https://books.google.com.tr/books?id=wx8FJgTPigAC&printsec=frontcover&hl=tr&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Günbulut, A., & Teker, M. S. (2018). Uluslararası çalışma: Geleneksel doğal boya uygulaması. In O. Köse & E. İslamoğlu (Ed.), *Modern dönemde edebiyat, eğitim, sanat ve iktisat* (s. xx–xx). Berikan Yayınevi. Erişim adresi: https://www.academia.edu/70412142/Modern_d%C3%B6nemde_Edebiyat_E%C4%9Fitim_Sanat_ve_%C4%B0ktisat?utm_source=chatgpt.com

Herschel, J. F. W. (1842). On the action of the rays of the solar spectrum on vegetable colours, and on some new photographic processes. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 132, 181–214. Erişim adresi:https://www.jstor.org/stable/108152

Holtorf, C. (2018). Embracing change: How cultural resilience is increased through cultural heritage. World Archaeology, 50(4), 639–650. Erişim adresi: https://doi.org/10.1080/00438243.2018.1510340

Redden, H., & Crawford, A. (2025). Anna Atkins and the making of macroalgae cyanotypes and their role in science education. *Applied Phycology, 6*(1), 1–8. Erişim adresi: https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/26388081.2024.2435049?needAccess=true

Schaepe, D. M., Angelbeck, B., Snook, D., Welch, J. R., Atalay, S., Holtorf, C., Lyons, N., Meskell, L., Miller, B. G., Yumks, R. R., Silliman, S. W., Watkins, J., & Zimmerman, L. J. (2017). Archaeology as therapy. Current Anthropology, 58(4), 502–533. Erşim adresi: https://www.jstor.org/stable/10.2307/26544237

Stenhouse, B. (2021). Mary Somerville: Being and becoming a mathematician (Doctoral thesis, The Open University). The Open University. Erişim adresi: https://oro.open.ac.uk/78959/

T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı. (t.y.). Eskipazar. Erişim adresi: https://karabuk.ktb.gov.tr/TR-63699/eskipazar.html

T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı. (t.y.). Hadrianopolis Antik Kenti. Kültür Portalı. Erşim adresi: https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/karabuk/gezilecekyer/hadrianopolis-antik-kenti

Wells, K. (2015). Cyanotype and anthotype: Eco-patterning with mineral and natural dyes. In Proceedings of the 3rd International Textiles & Costume Congress (ITCC 2015), Between Worlds: Innovation and Design in Textiles and Costume (pp. …-…). International Textile and Costume Congress. Erişim adresi: https://www.academia.edu/77048398/Cyanotype_and_Anthotype_Eco_patterning_with_mineral_and_natural_dyes

Wells, K., & Greger, N. (2016). Sustainable solar surface decoration: The correlation between anthotype principles with plant extractions as a form of eco-patterning for fabrics. Proceedings of TIWC 2016, 1–8. Erişim adresi: https://repository.derby.ac.uk/download/95cd175d7eef5c1832aa01b8e7bbbb34bbead90a41441bb7dc32912b144b3c21/505862/TIWC2016%20Dr%20Kate%20Wells%20.pdf

Zhakeyev, A., & Marques-Hueso, J. (t.y.). Anthotypes: Printing with light and plant dyes [Eğitsel uygulama metni]. Heriot-Watt University. Erişim adresi: https://www.hw.ac.uk/documents/Post-13-Light-Patterning_Anthotypes_Printing-with-.pdf

SALVİA OFFİCİNALİS'İN ANTİOKSİDAN AKTİVİTELERİ ÜZERİNE COĞRAFİ KÖKENİN VE EKSTRAKSİYON YÖNTEMLERİNİN ETKİLERİ

Duygu MISIRLI
University of Health Sciences, Faculty of Hamidiye Pharmacy, Department of Biochemistry, 34668, Üsküdar, İstanbul
ORCID: 0000-0002-3581-4368

ÖZET
Adaçayı bitkisi (*Salvia* L., Lamiaceae), dünya genelinde yaklaşık 1000 kadar tür ile temsil edilmektedir ve bu çeşitlilik Akdeniz Havzası'ndan Orta Asya'ya, Amerika kıtasından Güney Afrika'ya kadar uzanan geniş bir coğrafyada doğal olarak yayılım göstermektedir. Bu bitki, Anadolu'nun geleneksel tıbbında "dağ çayı" olarak bilinmekte ve ateş düşürücü, antiseptik, karminatif, ter kesici ve hafızayı güçlendirici özellikleri nedeniyle yüzyıllardır infüzyon ya da dekoksiyon formunda kullanılmaktadır. Modern fitoterapide ise adaçayı ekstraktları, antioksidan, antimikrobiyal, antienflamatuvar, nöroprotektif ve antidiabetik etkileriyle ön plana çıkmaktadır. Bu çalışmada, Türkiye ve Ürdün'de doğal olarak yetişen adaçayının, farklı çözücüler ile ekstrakte edilmesiyle elde edilen ekstrelerinin antioksidan kapasiteleri karşılaştırılmıştır. Her iki coğrafyadan temin edilen *Salvia officinalis* örnekleri, ilk olarak organik çözücü ve dekoksiyon yöntemi ile ekstrakte edildi. Elde edilen ekstrelerin antioksidan aktiviteleri, radikal giderme aktivitesi (DPPH$^{\bullet}$) ve Cu^{2+}/Cu^{+} indirgeme gücü aktivitesi (CUPRAC) ile belirlendi. Sonuçlar incelendiğinde her iki yöntemde de Türkiye'den temin edilen adaçayının daha yüksek aktivite gösterdiği görüldü. Dekoksiyon yöntemiyle elde edilen ekstrenin yüksek radikal giderme aktivitesi gösterdiği, organik çözücü ile elde edilen ekstrenin ise yüksek indirgeme gücü aktivitesi gösterdiği tespit edildi.
Anahtar Kelimeler: *Salvia officinalis*, CUPRAC, DPPH, Adaçayı, Antioksidan

EFFECTS OF GEOGRAPHICAL ORIGIN AND EXTRACTION METHODS ON THE ANTİOXİDANT ACTIVITIES OF *SALVIA OFFICINALIS*

ABSTRACT
The sage plant (*Salvia* L., Lamiaceae) is represented by approximately 1,000 species worldwide, exhibiting a broad geographical distribution ranging from the Mediterranean Basin to Central Asia, and from the Americas to South Africa. In Anatolian traditional medicine, the plant is known as "mountain tea" and has been used for centuries in infusion or decoction forms due to its antipyretic, antiseptic, carminative, diaphoretic, and memory-enhancing properties. In modern phytotherapy, sage extracts have gained prominence owing to their antioxidant, antimicrobial, anti-inflammatory, neuroprotective, and antidiabetic activities. In this study, the antioxidant capacities of extracts obtained using different solvents from sage naturally growing in Türkiye and Jordan were compared. Samples of *Salvia officinalis* collected from both regions were first extracted using an organic solvent and by the decoction method. The antioxidant activities of the resulting extracts were determined by assessing radical scavenging activity (DPPH•) and Cu^{2+}/Cu^{+} reducing power (CUPRAC). The results indicated that, for both extraction methods, sage samples obtained from Türkiye exhibited higher activity. The decoction extract demonstrated pronounced radical scavenging activity, whereas the organic solvent extract showed higher reducing power.
Keywords: *Salvia officinalis*, CUPRAC, DPPH, Sage, Antioxidant

1. INTRODUCTION

Sage (*Salvia officinalis* L.) is a perennial plant belonging to the Lamiaceae family, native to the Mediterranean region. In traditional medicine, it has been used to treat various ailments such as digestive disorders, respiratory infections, inflammation, excessive sweating, and memory problems (Ghorbani et al., 2017). The pharmacological effects of *Salvia* species are associated with the phenolic compounds they contain, and these compounds are known for their antidiabetic, anti-inflammatory, cardioprotective, and neuroprotective properties (Moshari-Nasirkandi et al., 2024). In folk medicine, sage leaves are consumed in the form of tea prepared by boiling (decoction) or steeping in hot water (infusion). These traditional uses are associated with the pharmacological effects of the phenolic compounds (e.g., rosmarinic acid, caffeic acid, and luteolin) contained in the plant (Lu et al., 2002). Sage is also known for its particularly strong antioxidant activity due to the many bioactive compounds it contains; this activity plays a significant role in neutralizing free radicals and protecting the body from diseases associated with oxidative stress. Its phytochemical profile can vary depending on environmental factors, harvesting time, and geographic origin(Lu et al., 2001).

The aim of this study is to compare the antioxidant activities of *Salvia officinalis* extracts obtained from different geographical regions. The antioxidant capacities of the extracts obtained were evaluated by free radical scavenging activity ($DPPH^{\bullet}$) and reducing power activity Cu^{2+}/Cu^{+} (CUPRAC) analyses.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Plant materials and extraction

The *S. officinalis* L. samples used in this study were obtained from different geographical regions. One of the samples was collected from a region in Jordan, and the other was purchased from a market in Türkiye. 20 g of dry plants were weighed for decoction. 400 mL of pure water was added, and after boiling for 30 minutes, the mixture was filtered. For the other extraction processes, a 1:1 (v/v) mixture of methanol and acetonitrile was used. 20 g of dried plant material was weighed and extracted with 400 mL of methanol/acetonitrile (M/ACN). It was then subjected to shaking overnight in an orbital shaker.

2.2. Antioxidant

2.1.1. 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl ($DPPH^{\bullet}$) Radical Scavenging Activity

The procedure established in this experiment was based on the 1,1-diphenyl-2 picrylhydrazyl ($DPPH^{\bullet}$) radical scavenging activity first established by Brand-Williams et al. in 1995 with some modifications (Brand-Williams et al., 1995). The prepared stock solution was serially diluted to obtain final concentrations of 12.5, 10, 5, 2.5, and 1.25 mg extract/mL. Then, 1000 µL of DPPH solution (1 mM) was added to each sample, and the total volume was adjusted to 4 mL with ethanolIn the DPPH assay, antioxidant activity is evaluated by measuring the decrease in absorbance of the DPPH radical at 517 nm.

2.1.2. Copper (II) Ion Reduction Based Antioxidant Capacity (CUPRAC)

This analysis was performed using neocuproin reagent of copper (II), a chromogenic oxidant developed by Apak et al(Apak et al., 2007). In the negative control wells of the microplate, 50 µL of $CuCl_2$ (100 mM), 50 µL of neocuproin (7.5×10^{-3} M), 50 µL of ammonium acetate buffer (1 M, pH 7.0), and 100 µL of ultrapure water were added, respectively. All other wells received 50 µL of $CuCl_2$, 50 µL of neocuproin, and 50 µL of buffer solution, followed by incubation at 37 °C for 15 min. After incubation, 100 µL of the standard or sample solution (20 mg dry plant/mL) was added to each well, and the mixtures were further incubated for 5 min. Absorbance values were then measured spectrophotometrically at 450 nm against the negative control. Standard solutions were prepared by serial dilution of a Trolox stock solution (8 mM) to obtain concentrations of 1.0, 0.5, 0.25, 0.10, and 0.05 mM. A calibration curve was

constructed using the corresponding absorbance values, and the Cu^{2+}-reducing capacities of the plant extracts were expressed as millimoles of Trolox equivalents per gram of extract (mmol TE/g extract) based on the calibration curve equation.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Fig. 1a presents the DPPH• radical scavenging activities of the extracts expressed as IC_{50} values. Trolox exhibited the lowest IC_{50} value, confirming its high radical scavenging capacity. Among the plant extracts, the decoction prepared from the Türkiye sample showed stronger DPPH• scavenging activity than that obtained from the Jordan sample. Among the M/ACN extracts, the sample originating from Türkiye showed a lower IC_{50} value compared to the sample originating from Jordan. These findings are consistent with previous reports indicating that aqueous extracts are often more effective in hydrogen atom transfer-based assays such as DPPH due to their higher content of hydrophilic antioxidant compounds (Brand-Williams et al., 1995; Prior et al., 2005).

In contrast, the CUPRAC experiment results (Fig. 1b) revealed a different antioxidant activity profile. The antioxidant capacities of the extracts were expressed as mmol Trolox equivalents per gram of dry plant. These results demonstrated that M/ACN extracts exhibited significantly higher Cu^{2+} reduction capacity in comparison to decoctions. Notably, the Türkiye M/ACN extract exhibited the highest CUPRAC value among all samples, indicating superior reducing power. Consistent with the DPPH results, the Türkiye decoction also demonstrated higher antioxidant capacity than the Jordan decoction. This observation aligns with the principle of the CUPRAC method, which is particularly sensitive to phenolic compounds with strong electron-donating abilities and has been reported to respond more efficiently to antioxidants extracted using organic solvents (Apak et al., 2004, 2007).

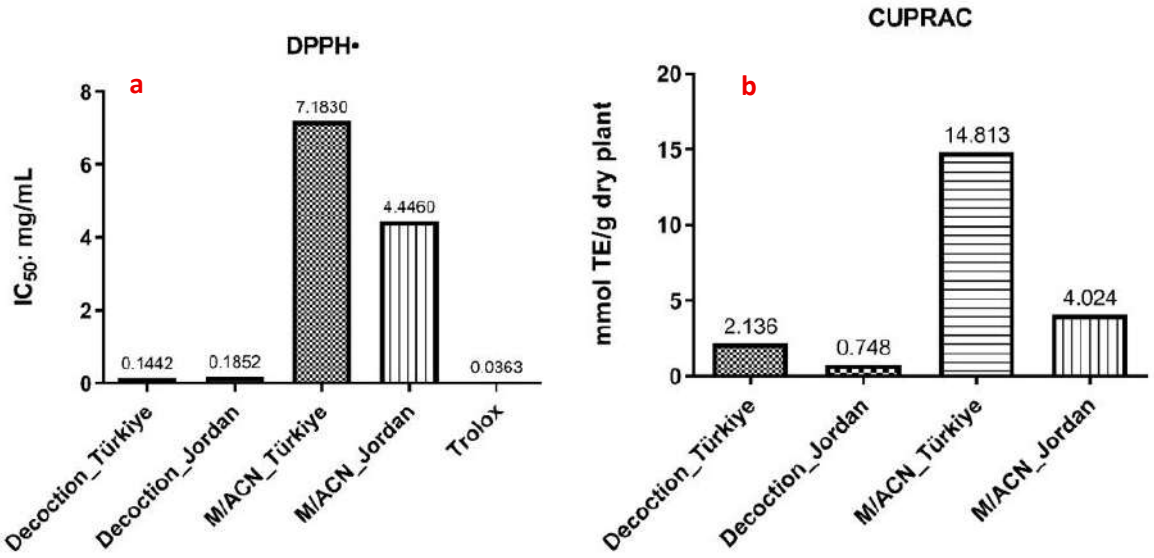


Fig. 1. (a) DPPH• radical scavenging activity expressed as IC_{50} values (mg dry plant/mL) and (b) CUPRAC reducing capacity expressed as mmol Trolox equivalents per gram of dry plant.

The observed differences between DPPH and CUPRAC results highlight the influence of both extraction method and assay mechanism on the measured antioxidant activity. While decoction extracts appear to be more effective in scavenging DPPH• radicals, organic solvent-based M/ACN extracts are more efficient in reducing Cu^{2+} ions, likely due to their enhanced ability to extract phenolic compounds with strong reducing properties. These findings emphasize the importance of employing multiple antioxidant assays to accurately characterize the antioxidant

potential of plant extracts. In summary, this study demonstrates that both geographical origin and extraction technique significantly influence the antioxidant properties of *S. officinalis*. Indeed, it has been reported in the literature that solvent systems have a significant effect on antioxidant capacity (Li et al., 2006; Xiang et al., 2024).

CONCLUSIONS

In the present study, the antioxidant potential of plant extracts obtained from different geographical origins and extraction methods was comprehensively evaluated using DPPH• radical scavenging and CUPRAC reducing capacity assays. Differences observed between samples of Türkiye and Jordan origin further highlight the impact of geographical variation on antioxidant properties, which may be attributed to environmental factors affecting the biosynthesis of phenolic compounds. The difference between DPPH and CUPRAC results underscores the importance of employing multiple antioxidant assays to achieve a reliable and holistic assessment of antioxidant capacity. Overall, these findings indicate that aqueous and organic solvent-based extracts exhibit complementary antioxidant behaviors depending on the assay system used, and they provide valuable insights for the selection of appropriate extraction strategies in the evaluation of plant-derived antioxidants.

REFERENCES

Apak, R., Güçlü, K., Demirata, B., Özyürek, M., Çelik, S. E., Bektaşoğlu, B., Berker, K. I., & Özyurt, D. (2007). Comparative Evaluation of Various Total Antioxidant Capacity Assays Applied to Phenolic Compounds with the CUPRAC Assay. *Molecules*, *12*(7), 1496–1547. doi: 10.3390/12071496

Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., & Karademir, S. E. (2004). Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *52*(26), 7970–7981. doi: 10.1021/jf048741x

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). *Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity* (Vol. 28).

Ghorbani, A., & Esmaeilizadeh, M. (2017). Pharmacological properties of Salvia officinalis and its components. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, *7*(4), 433–440. doi: 10.1016/j.jtcme.2016.12.014

Li, Y., Guo, C., Yang, J., Wei, J., Xu, J., & Cheng, S. (2006). Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. *Food Chemistry*, *96*(2), 254–260. doi: 10.1016/j.foodchem.2005.02.033

Lu, Y., & Yeap Foo, L. (2001). Antioxidant activities of polyphenols from sage (Salvia officinalis). *Food Chemistry*, *75*(2), 197–202. doi: 10.1016/S0308-8146(01)00198-4

Lu, Y., & Yeap Foo, L. (2002). Polyphenolics of Salvia—a review. *Phytochemistry*, *59*(2), 117–140. doi: 10.1016/S0031-9422(01)00415-0

Moshari-Nasirkandi, A., Iaccarino, N., Romano, F., Graziani, G., Alirezalu, A., Alipour, H., & Amato, J. (2024). Chemometrics-based analysis of the phytochemical profile and antioxidant activity of Salvia species from Iran. *Scientific Reports*, *14*(1), 17317. doi: 10.1038/s41598-024-68421-8

Prior, R. L., Wu, X., & Schaich, K. (2005). Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. In Journal of Agricultural and Food Chemistry (Vol. 53, Issue 10, pp. 4290–4302). doi: 10.1021/jf0502698

Xiang, Z., Liu, L., Xu, Z., Kong, Q., Feng, S., Chen, T., Zhou, L., Yang, H., Xiao, Y., & Ding, C. (2024). Solvent Effects on the Phenolic Compounds and Antioxidant Activity Associated with *Camellia polyodonta* Flower Extracts. *ACS Omega*, *9*(25), 27192–27203. doi: 10.1021/acsomega.4c01321

ALT HAVZALAR DÜZEYİNDE TAŞKIN RİSKİNİN DOĞA TABANLI ÇÖZÜMLER İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Saadet Gökçen KARADUMAN
İzmir Katip Celebi University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Çiğli-35620, İzmir TÜRKİYE
ORCID: 0009-0006-6600-1884
Assistant Professor Ufuk ÖZKAN
İzmir Katip Celebi University, Faculty of Forestry, Department of Watershed Management, Çiğli-35620, İzmir TÜRKİYE
ORCID: 0000-0002-4172-6954

ÖZET
İklim değişikliği, tatlı su ekosistemlerini ve nehir havzası yönetimini dünya genelinde derinden etkilemektedir. Kuraklık, taşkınlar ve aşırı hava olaylarının artan sıklığı ve şiddeti, su kaynakları ve ekosistem hizmetleri üzerindeki baskıyı yoğunlaştırırken, geleneksel mühendislik temelli çözümler çoğu zaman maliyetli, esnek olmayan ve iklimle ilişkili karmaşık sorunları ele almakta yetersiz kalmaktadır. Bu bağlamda Doğa Tabanlı Çözümler (NbS), ekosistemleri restore etmek, su güvenliğini artırmak ve iklim ile afet dirençliliğini güçlendirmek için etkili bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Ancak NbS'nin nehir havzası yönetimine entegrasyonu; parçalı veri yapıları, sonuçlara ilişkin belirsizlikler ve karar destek mekanizmalarının sınırlılığı nedeniyle hâlâ istenen düzeye ulaşamamıştır. Bu çalışma, Sakarya Havzası özelinde geliştirilen mekânsal model aracılığıyla Türkiye'de nehir havzası ölçeğinde NbS uygulamalarının karar destek süreçlerine entegrasyonu için uygulanabilir bir metodolojik örnek sunmaktadır. Ekosistem hizmetlerinin mekânsal dağılımı, değişim eğilimleri ve doğa tabanlı çözüm potansiyeli; uzaktan algılama verileri, hidrolojik ve iklimsel açık veri setleri ile CBS tabanlı çok kriterli analiz yöntemlerinin bir araya getirildiği bütüncül bir çerçeve ile değerlendirilmiştir. Sentinel-2 NDVI, CORINE arazi örtüsü, DEM ve iklim verileri işlenerek evapotranspirasyon (AET) ve Su Verimi İndeksi oluşturulmuş; hidrografya ve topoğrafya parametreleri kullanılarak Taşkın Duyarlılık İndisi (FDI) üretilmiştir. Ardından NDVI, AET, LULC, eğim ve akarsu yakınlığı gibi kriterler AHP yöntemiyle ağırlıklandırılarak NbS uygunluk haritaları hem havza hem alt havza düzeyinde geliştirilmiştir. Model sonuçları, Sakarya Havzası'nda yüksek taşkın duyarlılığı gösteren bölgeler ile NbS uygulamalarına en uygun alanların mekânsal olarak çakıştırılmasıyla önemli bulgular ortaya koymuştur. Taşkın riskinin özellikle yerel topoğrafya ve arazi kullanım değişimleriyle ilişkili olarak belirli alt sektörlerde yoğunlaştığı; buna karşılık sulak alan restorasyonu, taşkın ovası yeniden bağlantısı ve riparyan tampon bölgeler gibi NbS uygulamalarının yüksek potansiyel taşıdığı alanların net şekilde ayrıştığı görülmüştür. Elde edilen çıktı, havza yönetimi birimleri için NbS tabanlı taşkın risk azaltımı ve iklim uyum planlamasında doğrudan kullanılabilecek uygulanabilir bir mekânsal karar destek çerçevesi sunmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Taşkın Duyarlılık, Doğa Tabanlı Çözümler, Nehir Havza Yönetimi, İklim Uyum

ASSESSMENT OF FLOOD RISK THROUGH NATURE-BASED SOLUTIONS AT THE SUB-BASIN WATERSHED SCALE

ABSTRACT
Climate change profoundly affects freshwater ecosystems and river basin management worldwide. The increasing frequency and intensity of droughts, floods, and extreme weather events intensify pressures on water resources and ecosystem services, while traditional

engineering-based solutions are often costly, inflexible, and insufficient to address the complex challenges associated with climate impacts. In this context, Nature-based Solutions (NbS) have emerged as an effective approach to restore ecosystems, enhance water security, and strengthen climate and disaster resilience. However, the integration of NbS into river basin management remains limited due to fragmented data structures, uncertainties regarding outcomes, and a lack of robust decision-support mechanisms. This study provides a practical methodological example for integrating NbS into basin-scale decision-support processes in Türkiye through a spatial model developed for the Sakarya Basin. The spatial distribution of ecosystem services, temporal change patterns, and NbS potential were assessed through a comprehensive framework combining remote sensing data, open-access hydrological and climatic datasets, and GIS-based multi-criteria analysis methods. Sentinel-2 NDVI, CORINE land cover, DEM, and climate data were processed to generate evapotranspiration (AET) and Water Yield Index layers, while hydrographic and topographic parameters were used to produce the Flood Susceptibility Index (FDI). Subsequently, criteria such as NDVI, AET, LULC, slope, and river proximity were weighted using the AHP method to develop NbS suitability maps at both basin and sub-basin scales. The model results reveal significant insights obtained by spatially overlaying high flood-susceptibility zones with areas suitable for NbS implementation in the Sakarya Basin. Flood risk was found to intensify particularly in sectors influenced by local topography and land-use changes, whereas areas with high potential for NbS—such as wetland restoration, floodplain reconnection, and riparian buffer zones—were clearly differentiated. The findings provide a practical spatial decision-support framework that can be directly utilized by basin management authorities for NbS-based flood risk reduction and climate adaptation planning.
Keywords: Flood Susceptibility, Nature-Based Solutions, River Basin Management, Climate Adaptation

1. INTRODUCTION

Climate change is intensifying hydrological extremes worldwide, leading to increased flood frequency, prolonged droughts, and growing pressures on freshwater ecosystems. River basins are among the most vulnerable systems to these changes, as they integrate climatic, geomorphological, ecological, and socio-economic processes across multiple spatial scales. In recent decades, rapid land-use change, urban expansion, agricultural intensification, and river regulation have further amplified climate-induced risks in river basins, particularly in Mediterranean and semi-arid regions. These combined pressures challenge conventional water management approaches that rely predominantly on grey infrastructure and sector-based planning.

Traditional structural measures—such as levees, dams, and channelization—have played an important role in flood control and water supply. However, growing evidence indicates that such measures alone are insufficient to address the complexity and uncertainty associated with climate change. In some cases, they may even exacerbate downstream flood risks, reduce ecosystem resilience, and impair the provision of ecosystem services. As a result, there is increasing recognition of the need for integrated, ecosystem-based approaches that enhance the adaptive capacity of river basins while delivering multiple environmental and socio-economic benefits.

Within this context, Nature-Based Solutions (NbS) have emerged as a promising framework for climate change adaptation and sustainable river basin management. NbS are defined as actions that protect, sustainably manage, and restore natural or modified ecosystems in ways that effectively and adaptively address societal challenges while simultaneously providing benefits

for human well-being and biodiversity (IUCN, 2021). In river basins, NbS include interventions such as floodplain restoration, riparian buffer zones, wetland rehabilitation, and sustainable land management practices that enhance natural water retention, regulate floods, and support freshwater provisioning.

A key advantage of NbS lies in their capacity to strengthen ecosystem services—particularly regulating and provisioning services—under changing climatic conditions. Flood regulation and freshwater supply are among the most critical ecosystem services in river basins, directly influencing disaster risk reduction, water security, and regional development. International assessments highlight that ecosystem-based adaptation approaches can significantly reduce climate risks when integrated into spatial planning and water governance frameworks (IPCC, 2023). However, translating NbS concepts into operational, place-based strategies remains a major challenge, especially at the river basin scale.

Building on the NbS concept, the International Union for Conservation of Nature (IUCN) developed the Global Standard for Nature-Based Solutions to operationalize NbS principles within planning, implementation, and evaluation processes. The Global Standard provides a comprehensive framework to guide the design, assessment, and implementation of NbS interventions by ensuring that they effectively address societal challenges at appropriate spatial scales, deliver net gains for biodiversity, and remain economically viable over the long term. It further emphasizes inclusive and participatory governance, equitable distribution of benefits and costs, and evidence-based adaptive management, while promoting alignment with existing policies, plans, and strategies to enhance coherence and scalability across river basin and landscape-level planning processes (IUCN, 2021).

A well-documented example of successful Nature-Based Solutions is the Room for the River Programme implemented in the Netherlands. Implemented between 2006 and 2019, the programme represents a nationwide, nature-based flood risk management strategy that aims to reduce flood risk by allocating more space to rivers rather than further constraining river channels. It covered major river systems, including the Rhine, Waal, Meuse (Maas), and IJssel rivers, and involved a total of 34 large-scale interventions with an overall investment of approximately €2.3 billion. Through this integrated approach, the programme has protected more than four million people from flood risk while simultaneously enhancing ecosystem functions and improving overall spatial quality. Consequently, Room for the River is widely regarded as a benchmark for operationalizing Nature-Based Solutions within integrated river basin management and climate adaptation planning.

Within the Room for the River Programme, a range of Nature-Based Solutions were implemented to restore natural river dynamics and enhance flood regulation capacity. These measures included widening river channels, reconnecting rivers with their historical floodplains, relocating dikes further inland, creating secondary and side channels, allowing controlled inundation of designated flood retention areas, and restoring natural river morphology. Through this integrated approach, peak water levels were significantly reduced, and flood risk was mitigated without transferring impacts to downstream areas, demonstrating the effectiveness of NbS-based flood management at the river basin scale.

Despite the growing body of literature on flood risk assessment at the river basin scale, most existing studies address flood analysis and NbS planning as separate processes or remain confined to broad basin-level assessments. While basin-scale flood analyses provide valuable insights into regional risk patterns, they often fail to capture the spatial heterogeneity and

localized hydrological dynamics that are critical for effective NbS design and implementation. In particular, there is a notable lack of studies that jointly evaluate flood sensitivity and NbS suitability at the micro-basin scale, where land-use patterns, river morphology, and ecosystem processes interact most strongly. Moreover, assessing NbS interventions at the micro-basin level enables solutions to be tailored to site-specific environmental and land-use needs, thereby increasing their effectiveness and implementation success.

Geographic Information Systems (GIS) and remote sensing technologies offer powerful tools to overcome these limitations by enabling the spatial assessment of ecosystem services using open-access environmental data. Indicators derived from digital elevation models, land-use/land-cover datasets, vegetation indices such as NDVI, and climatic variables can be combined through multi-criteria analysis to evaluate ecosystem service provision across heterogeneous landscapes. When applied at the micro-basin scale, such approaches can support evidence-based identification of NbS hotspots, facilitate comparison between sub-basins, and enhance the integration of ecological considerations into river basin planning.

Against this background, the present study aims to assess ecosystem services relevant to climate change adaptation in the Sakarya River Basin, with a particular focus on flood regulation. By integrating remote sensing data, GIS-based multi-criteria analysis, and a micro-basin approach, the study seeks to identify priority areas for the implementation of Nature-Based Solutions. The specific objectives of this research are:
(i) to spatially assess flood regulation and freshwater supply ecosystem services at the micro-basin level,
(ii) to evaluate the combined potential of these services to support NbS-based climate adaptation strategies, and
(iii) to provide a decision-support framework that can inform river basin management and spatial planning processes in Türkiye.
By offering a spatially explicit and replicable methodology, this study contributes to the growing body of literature on ecosystem-based adaptation and demonstrates how NbS can be operationalized within river basin management frameworks under climate change.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Study Area

The Sakarya River Basin is considered one of the strategically important river basins in Türkiye in terms of water resources management. Its extensive precipitation catchment area and its location at the intersection of four distinct geographical regions distinguish the basin's hydrological cycle and ecological dynamics from those of other river basins. This unique setting plays a decisive role in shaping key characteristics such as water potential, river flow regimes, soil structure, biodiversity, and the sustainable use of natural resources. Recent academic studies indicate that the Sakarya Basin exhibits a high degree of variability in both physical processes and ecosystem functioning, a condition largely associated with regional land-use patterns, climatic variability, and increasing anthropogenic pressures.

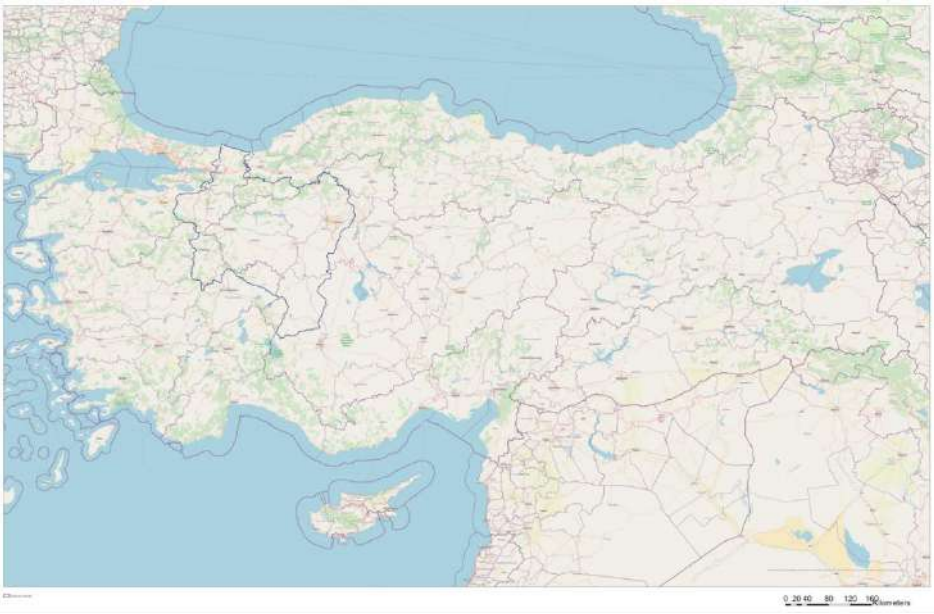


Fig.1. Location of Sakarya Basin

The Sakarya River, which accounts for approximately 3.4% of Türkiye's total river potential, has an average annual discharge of about 6.4×10^9 m³. The river originates from the Sakaryabaşı springs located south of the Çifteler district in Eskişehir Province and initially flows in a southeastern direction after being joined by Bardakçı Stream, Seydi Creek, and Sarısu Stream. Near Çakmak Village, where it forms the boundary between Ankara and Eskişehir provinces, the Sakarya River turns northward and subsequently converges with the Porsuk River at the Kıran Hamamı location. Following the confluence with the Ankara River from the east, the river continues its northward course along the Ankara–Eskişehir provincial boundary.

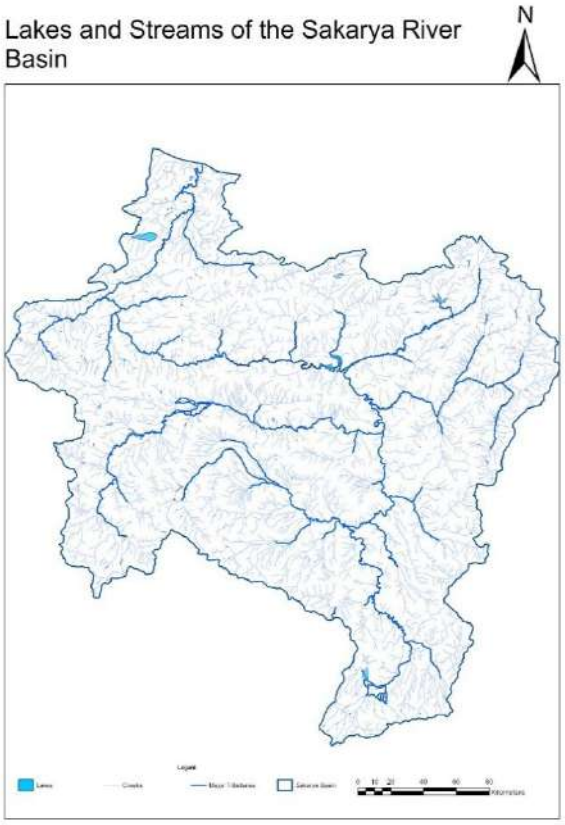


Fig.2 Lakes and Streams of Sakarya River Basin

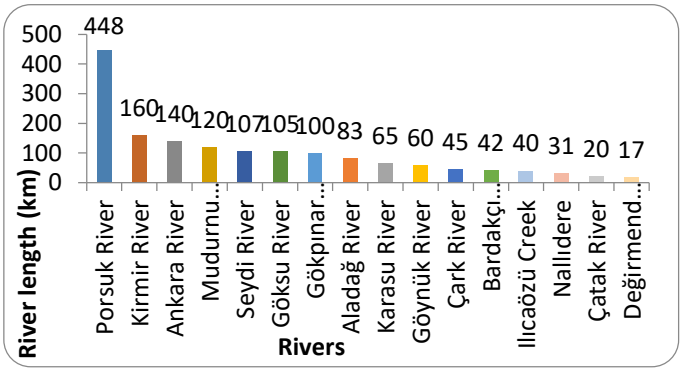


Fig 3. Main Rivers and Creeks

After joining with the Kirmir River, the Sakarya River reaches the Sarıyar Dam and subsequently flows through the Gökçekaya and Yenice dams. It then turns westward and reorients northward within the boundaries of Bilecik Province. Continuing its course east of the city center of Sakarya Province, the river is joined by the Karasu and Göksu rivers from the west and the Mudurnu River from the east, before finally discharging into the Black Sea within the boundaries of Yeni Mahalle in the Karasu district. In addition to its approximately 687 km long main channel, the Sakarya Basin contains numerous tributaries and secondary streams, all of which convey their waters to the Black Sea through the Sakarya River. Information on the major tributaries feeding the Sakarya River is presented in the corresponding table (SYGM, 2022).

2.2. Data Collection and preparation

In this study, multiple spatial data sources and analytical methods were employed to assess ecosystem services and support the evaluation of Nature-Based Solutions. Vegetation conditions were represented using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) derived from Sentinel-2 satellite imagery, while land use and land cover patterns were obtained from the CORINE database. Topographic and hydrological characteristics of the basin were analyzed using a Digital Elevation Model (DEM), from which slope and river proximity layers were derived. These datasets were integrated within a Geographic Information Systems (GIS) environment and combined using an Analytic Hierarchy Process (AHP)–based multi-criteria analysis to evaluate spatial patterns and identify priority areas.

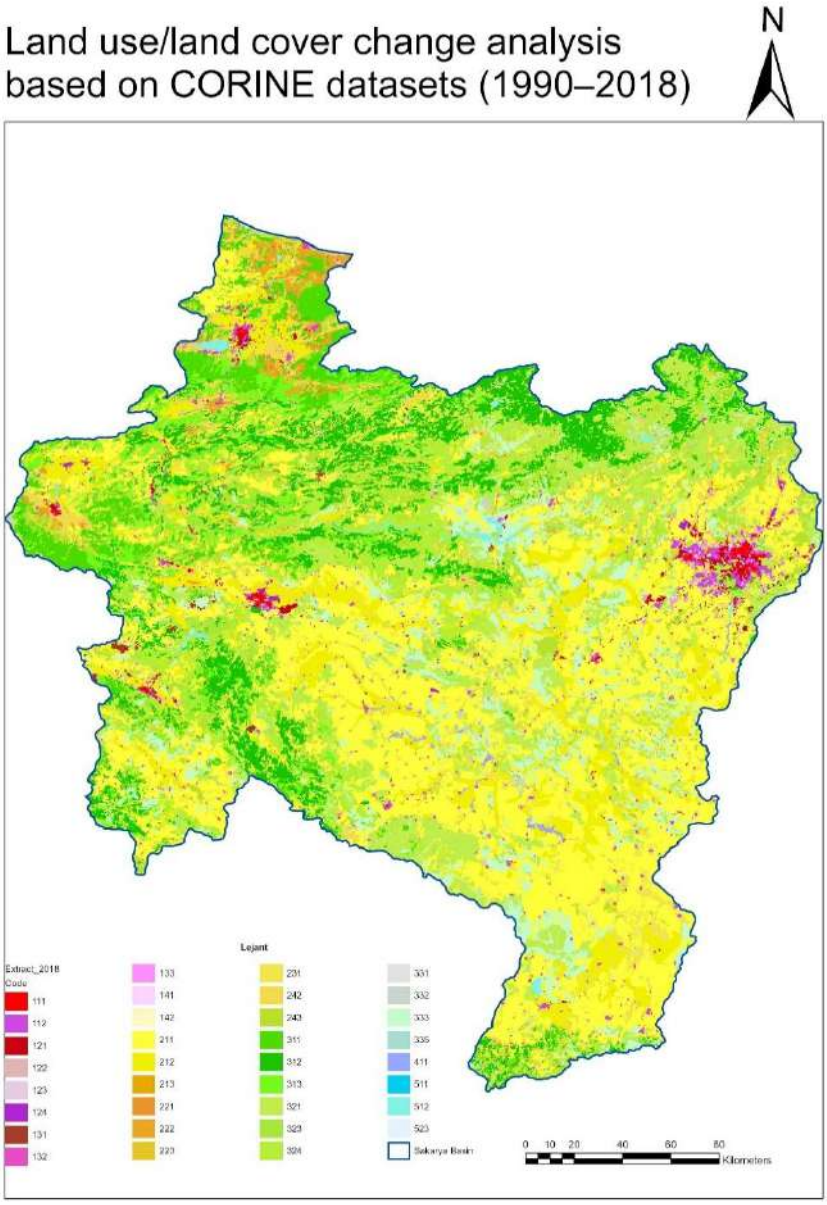


Fig. 4. Land use/land cover change analysis based on CORINE datasets (1990–2018)

2.3. Flood Sensitivity Index (FDI) Assessment

Flood sensitivity within the Sakarya River Basin was assessed using a GIS-based multi-criteria decision analysis (MCDA) framework integrating key hydro-topographic and land-use factors that influence flood generation processes. The Flood Sensitivity Index (FDI) was developed to spatially represent relative flood susceptibility by combining river proximity, slope, and surface imperviousness indicators within a raster-based analytical environment. All spatial datasets were pre-processed to ensure a consistent coordinate reference system and spatial resolution prior to analysis. Raster and vector layers were projected to a common coordinate system, and all raster datasets were resampled to an identical cell size to enable pixel-wise mathematical operations and avoid computational inconsistencies during raster algebra.

2.3.1. River Proximity (Dr)

River proximity was considered a primary determinant of flood sensitivity due to its direct influence on inundation probability and floodplain processes. Instead of using a simple continuous distance-to-river metric, a distance-based zonal approach was adopted to better

capture the role of river morphology in flood generation. The river network was first converted into raster format, after which a Multiple Ring Buffer method was applied to generate distance zones at 50, 100, 150, 250, and 500 m around the main river channel and its tributaries. These zones were classified into ordinal sensitivity levels based on the assumption that flood susceptibility decreases with increasing distance from river channels. The resulting reclassified raster represents the river proximity factor (Dr).

2.3.2. Slope (Sr)

Topographic slope was derived from a Digital Elevation Model (DEM) using standard surface analysis tools. Slope values were calculated in degrees and reclassified into five classes reflecting flood sensitivity, with lower slope gradients associated with higher susceptibility due to reduced runoff velocity and increased water accumulation potential. The reclassified raster constitutes the slope factor (Sr).

2.3.3. Imperviousness (Ir)

Surface imperviousness was estimated using land use/land cover data derived from the CORINE dataset. Land cover classes were reclassified according to their capacity to impede infiltration and increase surface runoff. Built-up and urbanized areas were assigned the highest imperviousness scores, followed by agricultural areas, grasslands, and forested or natural areas, which were assigned progressively lower values. This process produced the imperviousness factor raster (Ir).

2.3.4. FDI Calculation and Classification

The Flood Sensitivity Index was calculated using a weighted linear combination (WLC) approach implemented through raster algebra, integrating the three standardized and reclassified indicators. Criterion weights were assigned based on expert judgment and literature guidance, reflecting the relative importance of each factor in flood susceptibility (Malczewski, 1999; Tehrany et al., 2019). The FDI was computed as:

$$FDI = (0.5 \times Dr) + (0.3 \times Sr) + (0.2 \times Ir)$$

The resulting continuous FDI raster was subsequently classified into five flood sensitivity categories—low, moderate, high, very high, and extreme—based on statistical distribution and spatial coherence. These classes provide a clear spatial representation of flood-prone areas across the basin and serve as a key input for subsequent spatial analyses and NbS suitability assessments (Fig. 5).

Overall, the developed FDI framework offers a transparent, reproducible, and spatially explicit method for identifying flood-sensitive areas at both basin and micro-basin scales, providing a robust basis for risk-informed planning and Nature-Based Solutions–oriented flood mitigation strategies.

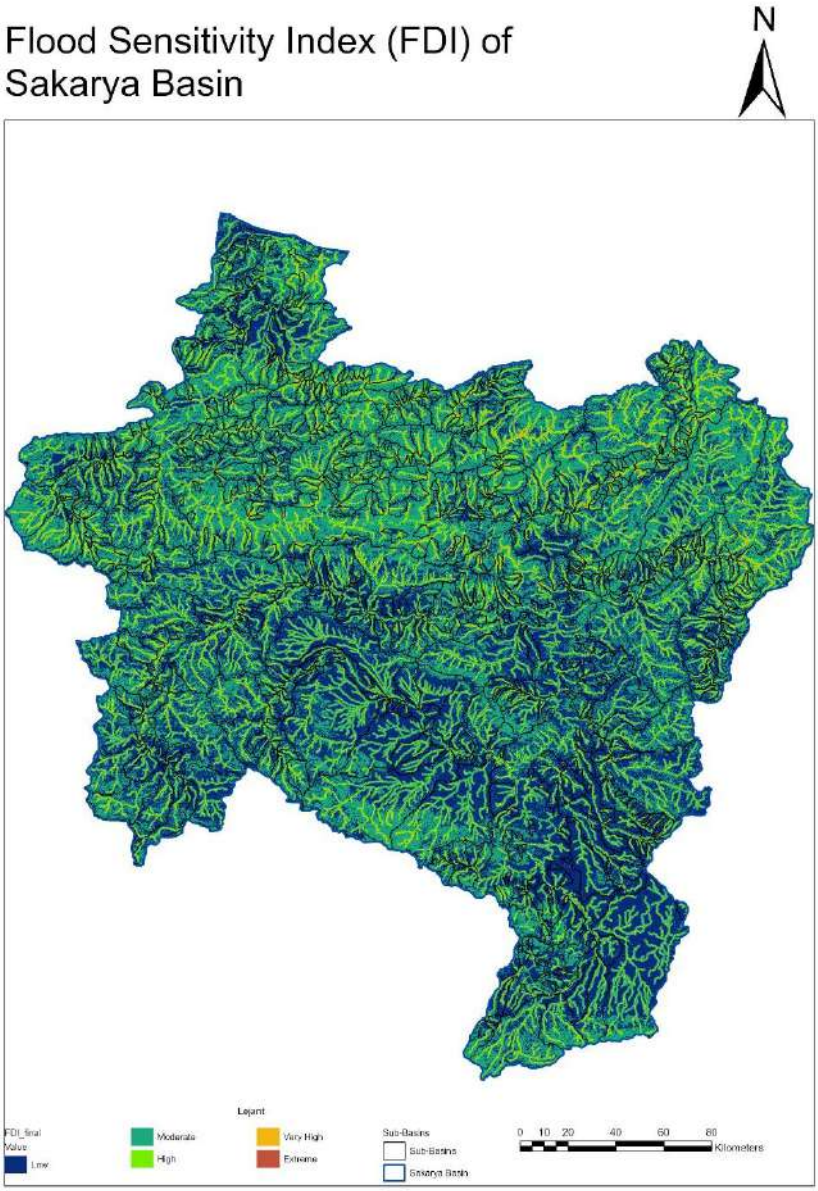


Fig.5 FDI of Sakarya Basin in sub-basin level

3. RESULTS AND DISCUSSION

The results reveal that areas exhibiting high to very high flood sensitivity are predominantly concentrated in the Lower Sakarya Sub-Basin, particularly within low-slope agricultural lands and flat alluvial plains located in close proximity to river channels (Fig. 6). Elevated flood sensitivity levels were also identified in several urban and peri-urban areas, where increasing proportions of impervious surfaces significantly intensify surface runoff and reduce infiltration capacity. These spatial patterns highlight the combined influence of topography, land use, and river proximity on flood generation processes within the Sakarya River Basin.

Beyond urban areas, the analysis further indicates that certain upstream and high-elevation zones located in the northern part of the basin, close to the Black Sea coast, also display elevated flood sensitivity. In these areas, higher precipitation regimes, steep slopes, and flow accumulation dynamics contribute to rapid runoff generation, increasing downstream flood risk. This finding underscores the importance of considering both downstream floodplains and upstream headwater areas when designing basin-wide flood mitigation strategies.

Overall, the flood sensitivity mapping provides a comprehensive spatial representation of current flood-prone areas and offers a robust basis for identifying priority locations for Nature-Based Solutions (NbS). The spatial coincidence of high FDI values with distinct land-use and topographic conditions indicates that NbS interventions should be spatially differentiated, rather than applied uniformly across the basin. In particular, the analysis supports the prioritization of NbS measures such as the conservation and restoration of natural flood retention areas, reconnection and expansion of floodplains, wetland restoration, and the implementation of green infrastructure, all of which contribute to attenuating flood peaks, enhancing infiltration, and strengthening ecosystem resilience under changing climatic conditions.

In this respect, the developed Flood Sensitivity Index (FDI) functions as a robust spatial decision-support tool that supports risk-based planning and NbS-oriented flood management in the Sakarya River Basin. The integrated use of remote sensing and GIS-based multi-criteria analysis ensured spatial consistency across the basin while providing a transferable methodological framework for future applications, including assessments under alternative climate scenarios and long-term adaptation planning.

3.1. Implications for River Basin Management

The spatial differentiation of flood sensitivity across the Sakarya River Basin has important implications for integrated river basin management and climate adaptation planning. In urban and peri-urban areas characterized by high impervious surface ratios, NbS interventions should prioritize green infrastructure solutions that enhance infiltration and delay surface runoff. These include permeable pavements, rain gardens, bioswales, green roofs, and vegetated riparian buffers, which can effectively reduce localized flood risk while providing additional co-benefits such as urban cooling and improved water quality.

In contrast, upstream and high-elevation areas—particularly those near the Black Sea coast—require NbS strategies that focus on runoff regulation at the source. Measures such as afforestation and reforestation, riparian forest restoration, soil conservation practices, and the creation of small-scale natural retention areas can significantly reduce runoff generation, enhance soil water storage, and moderate downstream flood dynamics. By slowing and retaining water in headwater regions, these interventions contribute to basin-wide flood mitigation and improve the resilience of downstream floodplains.

Taken together, these findings emphasize that NbS effectiveness increases when interventions are tailored to micro-basin characteristics and local environmental conditions. The integration of flood sensitivity analysis with NbS planning at the micro-basin scale enables decision-makers to move beyond generic flood control measures toward targeted, ecosystem-based solutions that address both current flood risks and future climate uncertainties. As such, the proposed approach provides a practical and evidence-based framework to support risk-informed, NbS-oriented river basin management in Türkiye and comparable river basins.

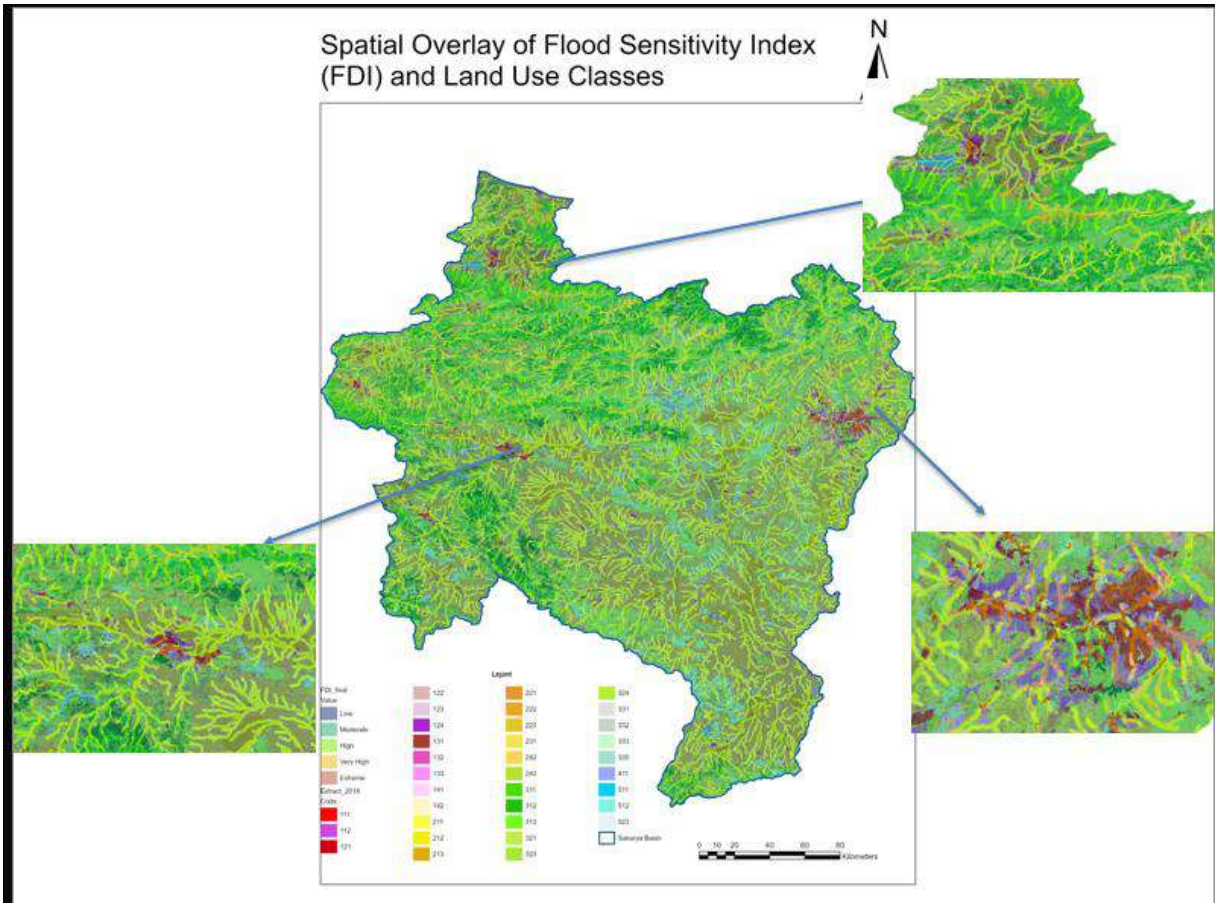


Fig.6. Hot spots of Sakarya Basin according to FDI.

CONCLUSIONS

This study demonstrates the value of integrating flood sensitivity assessment and Nature-Based Solutions (NbS) planning within a GIS- and remote sensing–based decision-support framework at the river basin and micro-basin scales. By applying a Flood Sensitivity Index (FDI) that incorporates river proximity, slope, and surface imperviousness, the research provides a spatially explicit representation of flood-prone areas across the Sakarya River Basin and highlights the key physical and land-use drivers of flood risk.

The results reveal that flood sensitivity is not uniformly distributed across the basin but is strongly shaped by local topographic conditions, land-use patterns, and upstream–downstream interactions. High flood sensitivity is concentrated in low-slope agricultural floodplains and urbanized areas with extensive impervious surfaces, while upstream and high-elevation regions play a critical role in regulating downstream flood dynamics. These findings underline the importance of moving beyond basin-scale generalizations toward micro-basin–level analyses that better capture spatial heterogeneity and localized hydrological processes.

By linking flood sensitivity patterns with tailored NbS strategies, the study illustrates how spatially differentiated NbS interventions—ranging from green infrastructure in urban areas to afforestation, riparian restoration, and natural retention measures in upstream zones—can enhance flood mitigation effectiveness and climate adaptation outcomes. The proposed approach emphasizes that NbS success increases when solutions are designed in accordance with site-specific environmental conditions and ecosystem processes.

Overall, the methodology presented in this study offers a transparent, replicable, and transferable framework for NbS-oriented flood risk management and climate adaptation

planning. The integration of open-access spatial data, multi-criteria analysis, and micro-basin prioritization provides a practical tool for decision-makers, planners, and river basin authorities. Beyond the Sakarya River Basin, the approach can be readily adapted to other river basins facing increasing flood risks under climate change, thereby contributing to the broader implementation of ecosystem-based adaptation strategies within integrated river basin management.

REFERENCES

IUCN (2021) Resources, Ensuring effective Nature-based Solutions, Issues briefs, https://www.iucn.org/resources/issues-briefs/ensuring-effective-nature-based-solutions (Access date: 22 December 2025)

IPCC (2023) Climate Change 2023 Synthesis Report Summary for Policymakers, https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf (Access date: 22 December 2025)

Integrated River Management Programme Towards a future-proof river zone, https://www.ruimtevoorderivier.nl/documenten/2025/04/08/integrated-river-management-programme-summary-april-2025 (Access date: 22 December 2025)

Tehrany, M. S., Kumar, L., & Shabani, F. (2019). A novel GIS-based ensemble technique for flood susceptibility mapping using evidential belief function and support vector machine: Brisbane, Australia. PeerJ, 7, e7653. https://doi.org/10.7717/peerj.7653.

Malczewski, J.A. (1999) GIS and Multi Criteria Decision Analysis. John Wiley & Sons, New York, 392 p.

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. (2022). Sakarya Havzası Nehir Havza Yönetim Planı: Stratejik Çevresel Değerlendirme Kapsam Belirleme Raporu.

JUSTIFICATION OF THE COMPONENT COMPOSITION OF AN EXTEMPORANEOUS LOTION FOR THE TREATMENT OF ACNE

Assoc. Prof. Candidate of Pharmaceutical Sciences Svitlana OLIINYK
National University of Pharmacy, Faculty of Pharmacy, Drug Technology Department, 61168 Kharkiv, Ukraine
ORCID ID: 0000-0002-6638-3564
Prof. Doctor of Pharmacy Liliia VYSHNEVSKA
National University of Pharmacy, Faculty of Pharmacy, Drug Technology Department, 37150 Kuzeykent, Ukraine
ORCID ID: 0000-0002-6887-3591
Assoc. Prof. Candidate of Pharmaceutical Sciences Tetiana KOVALYOVA
National University of Pharmacy, Faculty of Pharmacy, Drug Technology Department, 37150 Kuzeykent, Ukraine
ORCID ID: 0000-0002-5984-6196

ABSTRACT

Acne vulgaris is a multifactorial inflammatory skin disease involving microbial colonization (Cutibacterium acnes), hyperkeratinization, excessive sebum secretion, and post-inflammatory hyperpigmentation. The development of effective topical preparations for extemporaneous application requires a rational selection of active ingredients that can simultaneously affect these pathogenic mechanisms. Azelaic acid, niacinamide, and licorice root extract are well-known therapeutic agents with documented antimicrobial, anti-inflammatory, keratolytic, sebostatic, and depigmenting effects. The aim of the work was to scientifically substantiate the component composition of a stable and effective extemporaneous lotion for the treatment of acne by evaluating the physicochemical properties of the active ingredients, optimizing solvent systems, and evaluating consumer characteristics. Physicochemical studies included evaluation of the solubility of azelaic acid, niacinamide and licorice root extract in different solvents (purified water, ethanol, glycerin, propylene glycol). Solubility tests were performed at controlled temperatures ($25 \pm 2\ ^0C$) under magnetic stirring. Samples were visually inspected for sediment after cooling. To determine the optimal lotion base, six formulations containing different ratios of ethanol (40–50 %) and propylene glycol (1–5 %). Consumer evaluation was conducted using a structured electronic questionnaire completed by 40 volunteers, assessing consistency, spreadability, hydration, film formation and tightness. Additional excipients – hydroxyethyl cellulose, sodium hydroxide and peppermint essential oil – were evaluated for texture optimization, pH stabilization and sensory enhancement. Azelaic acid was highly soluble in ethanol and showed limited solubility in water and polyols, with precipitation upon cooling. Niacinamide and licorice extract showed high solubility in water. Based on the solubility profiles, a mixture of ethanol and propylene glycol was identified as the optimal solvents for azelaic acid. Among the six lotion bases evaluated, the formulation containing 40 % ethanol and 5 % propylene glycol demonstrated excellent consumer acceptability, providing adequate hydration without tightness or dryness. Adjustment of pH to 5.0–5.5 ensured the stability of azelaic acid and niacinamide and maintained compatibility with the physiological pH of the skin. Hydroxyethylcellulose (1 %) provided the appropriate viscosity and improved application characteristics, while peppermint essential oil (0.1 %) enhanced sensory properties and provided mild anti-inflammatory support. The optimized lotion formula for extemporaneous application offers a comprehensive therapeutic approach to acne treatment, combining azelaic acid, niacinamide and licorice root extract with a scientifically validated system of solvents and excipients. The synergistic action of the active ingredients provides

antimicrobial, anti-inflammatory, sebostatic and depigmenting effects. The selected excipients contribute to product stability, skin compatibility and favorable sensory characteristics, making the formula a promising option for personalized pharmaceutical production.
Keywords: acne vulgaris, azelaic acid, niacinamide, licorice root extract, extemporaneous formulation

1. INTRODUCTION

Azelaic acid is a well-established active pharmaceutical ingredient that is widely used in the treatment of acne due to its multifaceted mechanism of action. The choice of azelaic acid as the main component of an extemporaneous lotion is due to its proven antibacterial, anti-inflammatory, seborrheic, and depigmenting properties, which make it effective in the treatment of mild to moderate acne (Gollnick et al. 2017).

The mechanism of action of azelaic acid in the treatment of acne is complex and includes several key aspects. It exhibits bacteriostatic activity against P. acnes, the main pathogen causing inflammatory elements of acne. Azelaic acid disrupts the metabolism of bacteria, inhibiting the synthesis of their cellular components, which reduces the colonization of P. acnes in hair follicles (Oge' et al. 2019). It normalizes the keratinization process in the sebaceous ducts, preventing the formation of comedones by reducing hyperkeratosis. Azelaic acid has an anti-inflammatory effect, reducing the production of pro-inflammatory cytokines, such as interleukin-1 and tumor necrosis factor, which reduces the manifestation of inflammatory elements. In addition, it inhibits the activity of the enzyme 5α-reductase, which promotes the conversion of testosterone to dihydrotestosterone, thereby reducing excessive sebum secretion (Ziklo et al. 2024).

An important advantage of azelaic acid is its ability to reduce post-inflammatory hyperpigmentation, which is often a consequence of acne. This is achieved by inhibiting tyrosinase, the enzyme responsible for melanin synthesis in melanocytes. Therefore, azelaic acid not only helps treat the active elements of acne, but also effectively reduces pigment spots, improving the aesthetic appearance of the skin after inflammatory processes (Oge' et al. 2019).

To enhance the therapeutic efficacy of the lotion, it was decided to combine azelaic acid with niacinamide (vitamin B_3) and licorice root extract (Glycyrrhiza glabra), which provides a synergistic effect in the treatment of acne (Ziklo et al. 2024). Niacinamide is known for its ability to reduce inflammation, regulate sebum production, strengthen the skin barrier function and reduce the severity of post-inflammatory hyperpigmentation. Scientific data confirm that niacinamide at a concentration of 4 % is effective in reducing seborrhea and improving the condition of acne-prone skin after 4–8 weeks of regular use, making it an ideal additional component (Ziklo et al. 2024, Reynolds et al. 2024, Proença et al. 2022).

Licorice root extract contains active compounds such as glycyrrhizinic acid and lichochalcone A, which have pronounced anti-inflammatory and antibacterial properties. Glycyrrhizinic acid reduces the activity of 5α-reductase, reducing inflammation, while lichochalcone A inhibits the growth of P. acnes and reduces the production of pro-inflammatory cytokines. In addition, licorice root extract has a whitening effect due to its tyrosinase inhibition, which complements the action of azelaic acid in combating post-inflammatory hyperpigmentation (Ziklo et al. 2024). The combination of these components allows for a comprehensive effect on the pathogenesis of acne, including bacterial infection, inflammation, excessive seborrhea and pigmentation.

The pharmacological activity of the proposed active components for the pharmacotherapy of acne is given in Table 1.

Table 1. Pharmacological properties of the active components of an extemporaneous acne treatment

Component name	Pharmacological properties
Azelaic acid	Antibacterial, keratolytic, anti-inflammatory, antioxidant action
Niacinamide	Antimicrobial, anti-inflammatory, antioxidant action, sebum control
Licorice root extract	Anti-inflammatory, antibacterial action, whitening effect

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Research objects

Azelaic acid, niacinamide, and dry licorice root extract were selected as the main active ingredients for creating an extemporaneous lotion intended for the treatment of acne.

Azelaic acid is a dibasic marginal carboxylic acid. It is a colorless crystalline substance, soluble in water [0.1 g/100 ml (0 ^{0}C), 0.24 g/100 ml (20 ^{0}C), 2.2 g/100 ml (65 ^{0}C)], diethyl ether [2.68 g/100 ml (15 ^{0}C)], ethanol. It has all the chemical properties characteristic of carboxylic acids. Salts and esters of azelaic acid are called azelainates. Pyrolysis of its salts (Ca, Mn) insoluble in drinking water produces cyclooctanone. Azelaic acid preparations have bacteriostatic activity against Propionibacterium acnes and Staphylococcus epidermidis, and reduce the production of fatty acids that contribute to the occurrence of acne (Barnes et al. 2021).

Niacinamide (nicotinamide) is an amide of nicotinic acid, vitamin PP or B3. It is a colorless crystalline substance, freely soluble in water [100 g/100 ml], ethanol [66.6 g/100 ml], glycerin [10 g/100 ml], soluble in acetone, slightly soluble in diethyl ether and benzene. Optimal pH: 3.5-7.5 (at pH below 5.0 it is converted to nicotinic acid, causing vasodilation). The substance optimizes lipid production and reduces moisture loss in the skin) (Barnes et al. 2021).

Licorice root extract is a fine powder from brownish-yellow to brown with a faint characteristic odor. When the substance is shaken with water, a colloidal solution is formed, which foams strongly. Licorice root exhibits anti-inflammatory, antihistamine, antitussive effects, and also regulates water-salt metabolism in the body (Dreno et al. 2021).

2.2. Research methods

In the process of developing the composition of an extemporaneous lotion for the treatment of acne, physicochemical (solubility of azelaic acid, niacinamide, licorice root extract, consumer characteristics) research methods were used, which allow, based on the results of experimental studies, to select the optimal excipients for creating a liquid dosage form (European Pharmacopoeia 2017).

Solubility study. The studied substance was previously ground into a fine powder in a porcelain mortar. A portion of the substance was placed in a 250 ml volumetric flask and a measured amount of solvent was added, then mixed using a magnetic stirrer with adjustable heating. Dissolution was carried out at 25±2 ^{0}C at a rotation speed of 200 rpm until complete dissolution. The drug was considered dissolved if no particles of the substance were visible to the naked eye in the solution (European Pharmacopoeia 2017).

Research on consumer characteristics. For this purpose, a questionnaire was developed for surveying respondents. 40 volunteers were involved in the experiment, who evaluated the consumer characteristics of the extemporaneous lotion, namely: distribution on the skin, consistency, hydration, the presence of a film and a feeling of tightness. The questionnaire was developed as a Google form, therefore it was available in electronic form, for the convenience of respondents. The survey results were entered into a table for assessing the consumer characteristics of the lotion.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Having identified the main active components of the extemporaneous agent, the first stage of the study was to study the solubility indicators of the above ingredients in various polar and

non-polar solvents, in order to further substantiate the content of excipients of the extemporaneous agent and the features of the technological process of manufacturing (Dréno et al. 2018). The results of the study of the solubility of the proposed active components for the treatment of acne in popular solvents are given in Table 2.

Table 2**. Solubility of active ingredients of an extemporaneous acne treatment**

Component name	Solvents			
	Purified water	Propylene glycol	Ethanol	Glycerin
Azelaic acid	Easily soluble at t 90 ^{0}C and above	Easily soluble at t 70 ^{0}C and above	Easily soluble	Easily soluble at t 90 ^{0}C and above
Niacinamide	Easily soluble	Slightly soluble	Slightly soluble	Slightly soluble
Licorice root extract	Easily soluble	Slightly soluble	Slightly soluble	Slightly soluble

According to the results of the research, it was determined that niacinamide and licorice root extract are readily soluble in purified water, azelaic acid is readily soluble in ethyl alcohol and practically insoluble in purified water at temperatures below 40 ^{0}C.

During the study of the solubility indicators of azelaic acid at elevated temperatures in purified water, glycerin and propylene glycol, after cooling the prepared samples, the formation of a precipitate in the solutions was observed. The results are given in Table 3.

Table 3**. Study of azelaic acid solutions after cooling**

Solution	Appearance
Azelaic acid solution in purified water	A crystalline precipitate forms after cooling
Azelaic acid solution in propylene glycol	Formation of single crystals after cooling
Azelaic acid solution in glycerin	A crystalline precipitate forms after cooling

This may further affect the stability of the drug. To create an optimal lotion base, it is necessary to take into account the physicochemical properties of azelaic acid, which has limited solubility in water and requires special solvents to ensure stability and efficacy. For this purpose, a mixture of ethanol and propylene glycol was chosen as the main solvent. Propylene glycol not only facilitates the dissolution of azelaic acid, but also performs a moisturizing function, preventing excessive skin dryness that may occur when applying the lotion (Searle et al. 2020).

In addition, propylene glycol promotes the penetration of active ingredients into the stratum corneum of the skin, increasing their bioavailability. It is recommended to use it in a concentration of 1 to 5 % (Madaan et al. 2021).

Ethanol, which is often the basis of lotions, helps reduce the surface tension of water (capillary effect), helps to tone the skin, as it evaporates quickly, dissolves fat impurities, and has an astringent effect. The most appropriate concentration of ethyl alcohol is 20-40 % and depends on the type of skin for which the lotion is intended. Lotions for dry skin care should contain no more than 10 % alcohol, for dry skin - 5-6 %, for normal - up to 20 %, for oily - up to 30 %, and for skin prone to acne - more than 40 %. An increase in the content of ethyl alcohol in the lotion should be avoided, since the constant effect of such a lotion on the skin can lead to its dryness and irritation (Barnes et al. 2021).

Therefore, the next stage of our research was to determine the optimal concentration of ethanol and propylene glycol for the manufacture of the extemporaneous agent base, as well as their ratio. The results of the research are presented in Table 4.

Table 4**. Samples of extemporaneous lotion bases and their consumer characteristics**

Component name	Quantity, %					
	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Sample 5	Sample 6
Ethanol	40	50	40	50	40	50
Propylene glycol	1	1	3	3	5	5
Water purified	to 100	to 100	to 100	to 100	to 100	to 100
Consumer characteristics and properties						
Moisturization	No hydration felt		Insufficient hydration		Skin is soft, smooth, moisturized	Insufficient hydration
Consistency	Liquid, very easy to spread		Liquid, homogeneous		Slightly viscous, homogeneous consistency	
Distribution on the skin	Easily and evenly distributed on the skin					
Presence of a film	No film					
Feeling of tightness	Rapid drying of the skin, feeling of tightness of the skin		Slight tightness of the skin	Dryness and skin tightening	No tightening is felt	Slight skin tightening

According to the results of the research, it was determined that sample 5, which contains 40 % ethanol and 5 % propylene glycol, has the best consumer characteristics and properties, does not tighten or dry the skin, feels soft, smooth and moisturized. Therefore, it was chosen as the basis for further development of the composition of an extemporaneous remedy for the treatment of acne.

Stabilization of the pH of the lotion is an important aspect, since azelaic acid retains its activity in a weakly acidic environment. For this purpose, a 10% solution of sodium hydroxide was used, which maintains the pH at 5.0–5.5. This range corresponds to the physiological pH of the skin, which reduces the risk of irritation, and also ensures the stability of niacinamide and licorice root extract, which are sensitive to pH deviations. The optimal pH contributes to the comfortable application of the lotion and increases its therapeutic efficacy (Searle et al. 2020, Madaan et al. 2021).

To ensure the desired texture and even distribution of the lotion on the skin, hydroxyethyl cellulose is included as a thickener. This substance forms a thin film on the skin surface, which promotes controlled release of active ingredients and prevents rapid evaporation of the lotion, prolonging its contact with the skin. Hydroxyethyl cellulose also provides a light, non-sticky consistency, which is important for compliance among users (Searle et al. 2020).

To improve the organoleptic properties, mint essential oil was added to the lotion in a low concentration. Mint oil is the lightest of all essential oils containing menthol and can be used to care for any skin type. It narrows pores, regulates sebum secretion and retains moisture in dry skin. Mint oil refreshes the skin, increases the protective functions of the epidermis and fights bacterial dermatitis, acne, vascular ulcers and couperose. It effectively fights inflammation and skin irritation, helping to reduce vascular ulcers and improve skin color. Mint oil has a cooling effect, which increases comfort when applied, especially to inflamed skin, and partially masks the specific smell of azelaic acid. Additionally, this component has a mild anti-inflammatory effect, which harmoniously complements the therapeutic effect of the lotion (Barnes et al. 2021).

Thus, the theoretically justified component composition of the lotion includes:

- Azelaic acid (15 %) – the main active component.
- Niacinamide (4 %) – an additional active component.
- Licorice root extract (2 %) – an additional active component.
- Propylene glycol (5 %) – a solvent, humectant.
- Ethanol (40 %) – a solvent.
- Sodium hydroxide solution 10 % (to pH 5.0-5.5) – a pH regulator.
- Hydroxyethylcellulose (1 %) – a thickener.
- Peppermint essential oil (0.1 %) – a flavoring agent.
- Purified water (up to 100 %) – a solvent.

4. Conclusions

The proposed composition of the lotion provides a comprehensive approach to the treatment of acne, combining antibacterial, anti-inflammatory, seborrheic and depigmenting effects. The synergistic interaction of azelaic acid, niacinamide, licorice root extract and mint essential oil increases the effectiveness of therapy, reduces the risk of P. acnes resistance to active components and improves the aesthetic condition of the skin. The rational selection of excipients guarantees stability, safety and comfortable use of the lotion, which makes it promising for extemporaneous production.

REFERENCES

Gollnick H, Abanmi AA, Al-Enezi M, Al Hammadi A, Galadari I, Kibbi AG, Zimmo S. (2017). Managing acne in the Middle East: consensus recommendations. J Eur Acad Dermatol Venereol 31(7), 4–35.

Oge' LK, Broussard A, Marshall MD. (2019). Acne Vulgaris: Diagnosis and Treatment. Am Fam Physician 100(8), 475–484.

Ziklo N, Bibi M, Sinai L, Salama P. (2024). Niacinamide Antimicrobial Efficacy and Its Mode of Action via Microbial Cell Cycle Arrest. Microorganisms 12(8), 1581.

Reynolds RV, Yeung H, Cheng CE, Cook-Bolden F, Desai SR, Druby KM, Freeman EE, Keri JE, Stein Gold LF, Tan JKL, Tollefson MM, Weiss JS, Wu PA, Zaenglein AL, Han JM, Barbieri JS. (2024). Guidelines of care for the management of acne vulgaris. J Am Acad Dermatol 90(5), 1006.e1-1006.e30.

Proença AC, Luís Â, Duarte AP. (2022). The Role of Herbal Medicine in the Treatment of Acne Vulgaris: A Systematic Review of Clinical Trials. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine 20(22), 1–22.

Barnes TM, Mijaljica D, Townley JP, Spada F, Harrison IP. (2021). Vehicles for Drug Delivery and Cosmetic Moisturizers: Review and Comparison. Pharmaceutics 13(12), 2012.

Dreno B, Amici JM, Demessant-Flavigny AL, Wright C, Taieb C, Desai SR, Alexis A. (2021). The impact of acne, atopic dermatitis, skin toxicities and scars on quality of life and the importance of a holistic treatment approach. Clin Cosmet Investig Dermatol 14, 623–632.

European Pharmacopoeia. 9th ed. (2017). Council of Europe. Strasbourg, 3307 p.

Dréno B, Pécastaings S, Corvec S, Veraldi S, Khammari A, Roques C. (2018). Cutibacterium acnes (Propionibacterium acnes) and acne vulgaris: a brief look at the latest updates. Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology 32, 5–14.

Searle T, Ali FR, Al-Niaimi F. (2020).The versatility of azelaic acid in dermatology. Journal of Dermatological Treatment 6, 1–11.

Madaan P, Sikka P, Malik DS. (2021). Cosmeceutical Aptitudes of Niacinamide: A Review. Recent Advances in Anti-Infective Drug Discovery 16(3), 196–208.

NATURAL HERITAGE OF MIRDITA: ECOLOGICAL VALUES, ANTHROPOGENIC PRESSURES, AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT PERSPECTIVES

Xhulia BYGJYMI
University of Tirana, Faculty of History and Philology, Department of Geography, Tirana, Albania
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-4975-4709
LUAN ARAPI
Polytechnic University of Tirana, Department of Applied Geology, Environment and Geo-informatics, Tirana, Albania
Pal NIKOLLI
University of Tirana, Faculty of History and Philology, Department of Geography, Tirana, Albania

ABSTRACT

Mirdita represents one of the mountainous areas with outstanding natural values in Albania, where well-preserved ecosystems, high biodiversity, and landscapes of particular ecological, economic, and touristic importance intersect. This study aims to provide an integrated analysis of the main components of Mirdita's natural heritage, environmental pressures, and potentials for sustainable development. The research is based on documentary analysis, statistical data, thematic cartography, and field observations. The results show that, despite its rich natural assets, the area faces considerable degradation due to mining activities, deforestation, rural abandonment, and the lack of integrated management. The study proposes sustainable management models and the integration of natural heritage into local development policies.
Keywords: Natural heritage, Mirdita, biodiversity, mountainous ecosystems, environmental pressures, sustainable development.

1. INTRODUCTION

Natural heritage is defined as the totality of physical, biological, geological, and landscape elements that form the ecological basis of a territory and are inherited across generations as a public asset with environmental, scientific, economic, and cultural value (UNESCO, 1972; IUCN, 2012). It includes natural ecosystems, species of flora and fauna, habitats, water resources, relief, geological formations, and natural landscapes, which together create a complex system vital to human well-being and long-term ecological stability (MEA, 2005; EU, 2020). In this sense, natural heritage represents not only an aesthetic or symbolic value, but also a strategic natural capital for sustainable development.

In Albania, mountainous areas represent the most important part of this natural capital, serving as major reservoirs of biodiversity, water resources, natural forests, and alpine landscapes with high ecological and tourism value (INCA, 2015; AKZM, 2021). Albania ranks among the countries with the highest biological diversity in Europe, due to its geographical position at the crossroads of the Mediterranean and Alpine regions, as well as its rugged relief and diverse climate (Ministry of Tourism and Environment, 2020). In particular, the northern part of the country constitutes an area of special importance within the national ecological network, where preserved ecosystems, protected habitats, and traditional land-use systems intersect.

Within this geomorphological and ecological context, Mirdita represents a typical model of the Albanian mountain system, where natural forest massifs, significant water resources, diverse relief forms, and traditional cultural landscapes coexist. Its territory lies mainly within the mountainous zone and the subzones of medium-altitude mountains, forming an ecological mosaic with particular value for biodiversity and environmental stability (AKZM, 2021). Beech

and oak forests, alpine pastures, canyons, karst springs, and hydrographic networks make this area a space with high potential for nature conservation and the development of green tourism. For a long historical period, the ecosystems of Mirdita maintained a relative balance between human activity and nature, thanks to traditional ways of life, a self-sustaining pastoral economy, and the moderate use of natural resources (Nikolli, 2006). This sustainable human–nature relationship enabled the preservation of natural ecological controls and many authentic elements of the cultural landscape.

However, after the 1990s, processes of political and economic transition brought about strong anthropogenic interventions in the territory of Mirdita, accompanied by uncontrolled exploitation of forests, extraction of inert materials, informal construction, diversion of watercourses, and new industrial and energy-related pressures (INSTAT, 2022). These developments have disrupted natural balances, significantly increasing the risk of land degradation, biodiversity loss, erosion, and habitat fragmentation.

Under the conditions of global climate change and increasing demands for economic development, the natural heritage of Mirdita today faces multiple challenges that require in-depth scientific analysis and integrated management policies (IPCC, 2022; Ministry of Tourism and Environment, 2020). The conservation and sustainable use of this heritage are no longer merely local issues, but form part of Albania's national and international commitments within the framework of the Convention on Biological Diversity, the 2030 Agenda, and the process of integration into the European Union.

The aim of this study is to assess the natural heritage of Mirdita in relation to the current state of ecosystems, the main environmental pressures, and prospects for sustainable development.

The study seeks to:

(i) identify the main components of natural heritage in this territory;

(ii) analyze anthropogenic impacts and environmental risks;

(iii) assess the potential for integrated environmental and economic development; and

(iv) provide a scientific basis for future policies on the conservation and sustainable management of Mirdita's natural resources.

2. MATERIAL AND METHODS

This study is built on an integrated methodological approach, combining qualitative and quantitative methods, with the aim of ensuring as comprehensive, objective, and scientifically verifiable an analysis as possible of the condition, distribution, and evolution of natural ecosystems and land use. The combined approach allows for the simultaneous assessment of the statistical, spatial, ecological, and practical dimensions of the phenomenon under study, in line with contemporary interdisciplinary research practices in the fields of geography, environmental studies, and spatial planning (Creswell, 2014; Longley et al., 2015).

2.1. Analysis of Secondary Data

A core component of the study was the analysis of official secondary data obtained from national and international institutions, primarily: INSTAT (Institute of Statistics) – data on population, land use, agriculture, forestry, and tourism; AKZM (National Agency of Protected Areas) – data on protected areas, habitat types, and legal status; and the Ministry of Tourism and Environment – management plans, strategic reports, and policy documents on biodiversity conservation.

The data were processed using descriptive statistical methods (means, percentages, change indices), enabling the construction of comparative indicators across time and space. The use of official statistics ensures institutional reliability and methodological standardization (INSTAT, 2022; AKZM, 2021). In cases of data inconsistencies, source triangulation was applied to increase scientific accuracy (Denzin, 2012).

2.2. Cartographic and geospatial analysis

The study relies extensively on the analysis of topographic, geological, and land-cover maps at scales of 1:25,000 and 1:50,000, which represent the optimal standard for regional and local analyses in environmental studies (Burrough, McDonnell & Lloyd, 2015).

Maps were used to identify physical–geographical units, analyze ecosystem distribution, assess anthropogenic interventions, and build a basis for temporal comparisons. Spatial data processing was carried out using Geographic Information Systems (GIS), employing techniques such as digitization of thematic layers, overlay analysis, and spatial change detection.

The use of GIS enabled visualization, comparative analysis, and spatial modeling of environmental changes, thereby increasing the analytical accuracy of the study (Longley et al., 2015; DeMers, 2016).

2.3. Ecosystem classification according to FAO typology

For scientific standardization of ecosystem classification, the international FAO typology was applied, based on biophysical, climatic, and functional criteria of habitats. This approach ensures international comparability of results, alignment with global biodiversity policies, and integration of the study within the framework of sustainable development goals (FAO, 2012; FAO, 2018).

Ecosystems were categorized according to vegetation cover type, pedological characteristics, climatic conditions, and the intensity of human impact. This classification serves as a basis for assessing ecological sensitivity, productive potential, and the protective function of each ecosystem.

2.4. Field observations and verification

To ensure empirical verification of cartographic and statistical data, systematic field observations were conducted. These included direct inspection of vegetation cover, identification of signs of degradation (erosion, illegal logging, urbanization), as well as photographic documentation and GPS coordinate recording. Field observations are essential for reducing interpretative errors in satellite and cartographic data, thereby increasing the ecological validity of the study (Tsendbazar et al., 2021). The ground-truthing method was used as a standard procedure to confirm the accuracy of land-cover classifications.

2.5. Temporal comparative analysis (1990–2022)

One of the methodological pillars of the research is the diachronic analysis of changes in forest cover and land use over the period 1990–2022. This analysis was conducted through comparison of historical and contemporary maps, analysis of multi-temporal satellite imagery, and calculation of rates of change in surface area.

The comparative approach enables the identification of trends in deforestation or forest regeneration, expansion of urban and agricultural areas, and fragmentation of natural habitats. The study of temporal changes is essential for understanding the dynamics of interaction between human activity and natural processes, as well as for guiding sustainable environmental policies (Turner et al., 2007; Lambin & Geist, 2016).

2.6. Methodological integration and analytical approach

The methods described were not applied in isolation but were integrated into a unified analytical framework, in which statistical data are interpreted in a spatial context, cartographic results are empirically verified in the field, ecological classification is based on international standards, and temporal analysis is built on multiple sources of evidence.

This methodological integration significantly enhances the scientific reliability, objectivity, and interpretative strength of the study, making it suitable for use both in academic analysis and in environmental policymaking and spatial planning.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Physical–geographical characteristics

The territory of Mirdita is characterized by a pronounced mountainous relief, with average elevations ranging from 850 to 900 meters above sea level. The relief is predominantly rugged and mountainous, featuring karst structures and fluvial elements formed through long-term tectonic and erosional processes over millennia (Qiriazi, 2017).

The geological structure is dominated by limestone and ultrabasic formations, which condition the development of karst phenomena, underground water resources, and natural caves. The climate belongs to the mid-mountain type, with long, cold winters, significant snowfall, and cool summers, creating favorable conditions for the formation of alpine and subalpine ecosystems (AKM, 2020).

The hydrography is represented by the Greater Fan and the Lesser Fan rivers, as well as a dense network of mountain streams with rapid seasonal regimes. This network makes the area sensitive to flooding and erosion, while at the same time constituting an important reserve for biodiversity and local agricultural development.

The steep relief has historically contributed to the geographical and socio-economic isolation of the area, the long-term preservation of natural ecosystems, and the limitation of intensive anthropogenic interventions (Nikolli, 2006). This dualism between isolation and conservation is one of the fundamental features of Mirdita's territorial development.

3.2. Biodiversity and ecosystems

Mirdita represents one of the richest areas in biodiversity in northern Albania, thanks to the combination of mountainous relief, a cool climate, and relatively limited human intervention. According to data from the National Agency of Protected Areas (2021), the distribution of ecosystems is as follows:

- Deciduous forests – 48%
- Coniferous forests – 17%
- Alpine and subalpine pastures – 23%
- Agricultural land – 9%
- Other (rocks, water bodies, urban areas) – 3%

Deciduous forests are dominated by beech (*Fagus sylvatica*) and oak (*Quercus* spp.), while coniferous forests mainly include black pine (*Pinus nigra*) and silver fir (*Abies alba*). Alpine pastures serve as the main basis of traditional livestock farming.

The fauna includes several important and protected species at national and European levels, such as:

- brown bear (*Ursus arctos*),
- wolf (*Canis lupus*),
- roe deer (*Capreolus capreolus*),
- golden eagle (*Aquila chrysaetos*).

The presence of these species places Mirdita within the framework of functional ecological corridors of the Albanian Alps, which ensure wildlife movement between habitats and the preservation of genetic diversity (IUCN, 2019).

However, habitat fragmentation caused by mining infrastructure and sporadic deforestation remains a real threat to long-term ecological stability.

3.3. Natural resources and extractive activities

Historically, Mirdita has been one of Albania's most important mining areas. The main resources include copper, chromium, and pyrite.

Intensive mining extraction began especially after the 1950s and was concentrated in areas such as Reps, Kurbnesh, and Spaç (Aliaj, 2016). These activities played a key role in the local economy but also produced significant environmental consequences.

The main environmental impacts identified include pollution of surface and groundwater from mining waste, structural collapses and geomorphological instability, severe degradation of the natural landscape, and loss of local biodiversity, particularly in areas near mine galleries and waste deposits. The lack of environmental rehabilitation after the closure of many mines following the 1990s has exacerbated ecological problems and created "dead zones" for agricultural and tourism development (UNDP, 2020).

3.4. Demographic changes and environmental pressure

According to INSTAT data (2023), Mirdita has experienced a significant population decline:

- 1990: approximately 60,000 inhabitants
- 2023: approximately 13,000 inhabitants

This decline is directly linked to mass emigration after the 1990s, the collapse of the state-owned mining industry, and the lack of local economic alternatives.

Rural abandonment has produced dual effects on the environment:

- **Positive:** spontaneous forest regeneration, natural recovery of pastures, and reduced pressure on water resources;
- **Negative:** infrastructure abandonment, degradation of agricultural land, lack of territorial management, and increased risk of forest fires.

From a socio-ecological perspective, Mirdita faces a development paradox: population decline has improved certain environmental indicators, but has significantly weakened the institutional capacity for territorial protection (UNDP, 2021).

3.5. Potential for ecotourism and sustainable development

Based on its natural and cultural characteristics, Mirdita presents high potential for the development of sustainable forms of tourism, particularly mountain tourism, agrotourism, adventure tourism (mountaineering, trekking, speleology), scientific tourism, and geotourism.

Alpine landscapes, natural forests, mining heritage, and traditional culture make Mirdita an alternative destination for nature-based tourism in Albania (Nikolli, 2006).

However, the area's competitive advantage is significantly constrained by the lack of road and tourism infrastructure, low levels of private investment, fragmented institutional management, and the absence of integrated territorial development plans.

To achieve genuinely sustainable development, the following are required: environmental rehabilitation of mining areas, involvement of local communities in the tourism value chain, and the integration of Mirdita into national nature-tourism networks.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

In light of the study's findings, the following strategic and operational measures are recommended:

First, the development and implementation of a **Regional Ecological Management Plan for Mirdita** is necessary. This plan should integrate land use, biodiversity conservation, water resource management, and local economic development. The plan must align with the **National Biodiversity Strategy** and the **National Territorial Plan** (Ministry of Infrastructure and Energy, 2020).

Second, continuous monitoring of mining areas should be strengthened through standardized environmental indicators, periodic inspections, and legal obligations for post-extraction rehabilitation. International best practices show that without functional rehabilitation, extractive activities cause long-term and often irreversible environmental damage (World Bank, 2019; UNEP, 2021).

Third, Mirdita's natural heritage should be directly integrated into rural and ecological tourism policies, turning environmental conservation into developmental capital. Sustainable tourism models based on nature and culture have proven to positively impact local income growth and reduce rural outmigration (OECD, 2020; European Commission, 2021).

Fourth, active involvement of the local community in nature conservation models is recommended through training programs, green cooperatives, payment schemes for ecosystem services, and the promotion of sustainable enterprises. Participatory governance increases transparency, accountability, and the efficiency of environmental policies (IUCN, 2020; Ostrom, 2015).

Fifth, the digitalization of environmental data and the creation of a **regional GIS system for Mirdita** are essential. Such a system would enable real-time monitoring of environmental changes, mapping of sensitive areas, support for decision-making, and transparency for the public. The integration of GIS with territorial and environmental policies is already an international standard in sustainable planning (Longley et al., 2015; ESRI, 2022).

In conclusion, implementing these recommendations requires not only institutional commitment but also **intersectoral coordination, sustainable financial investments, and close collaboration** between local authorities, central institutions, the local community, and international partners. Only through such an approach can Mirdita's natural heritage be preserved as a national asset and simultaneously transformed into a driver of sustainable regional development.

REFERENCES

• **AKM – National Environment Agency (2020).** Report on the State of the Environment in Albania. Tirana.
• **AKZM (2021).** Biodiversity and Protected Areas in Northern Albania. Tirana.
• **AKZM (2021).** National Report on Protected Areas in Albania. Tirana: National Agency of Protected Areas.
• **Aliaj, Sh. (2016).** Geology and Mineral Resources of Albania. Tirana: Academy of Sciences.
• **Burrough, P. A., McDonnell, R. A., & Lloyd, C. D. (2015).** *Principles of Geographical Information Systems.* Oxford: Oxford University Press.
• **Creswell, J. W. (2014).** *Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches.* London: SAGE Publications.
• **Cullaj, A., Hasko, A., Miho, A., et al. (2014).** State of the Environment in Albania. Tirana: Academy of Sciences.
• **DeMers, M. N. (2016).** *Fundamentals of Geographic Information Systems.* New York: Wiley.
• **Denzin, N. K. (2012).** Triangulation 2.0. *Journal of Mixed Methods Research,* 6(2), 80–88.
• **EU (2020).** *EU Biodiversity Strategy for 2030.* Brussels: European Commission.
• **European Commission (2021).** *Sustainable Tourism and Rural Development in Europe.* Brussels.
• **European Commission (2022).** *Green Growth and Regional Development.* Brussels.
• **FAO (2012).** *Global Ecological Zone Framework for Climate Change Studies.* Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
• **FAO (2018).** *National Forest Monitoring Systems: Monitoring and Measurement, Reporting and Verification in the Context of the UNFCCC.* Rome: FAO.
• **FAO (2018).** *Sustainable Forest Management and Rural Livelihoods.* Rome.
• **INCA (2015).** Biodiversity and Ecosystems in Albania. Tirana: Institute of Nature and Conservation.
• **INSTAT (2022).** Environmental Development Indicators. Tirana.
• **INSTAT (2022).** Statistical Yearbook of Albania. Tirana: Institute of Statistics.
• **INSTAT (2023).** Environmental Statistics of Albania. Tirana.
• **INSTAT (2023).** Demographic Indicators by Counties, 1990–2022. Tirana.
• **IPCC (2022).** *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability.* Geneva: IPCC.
• **IUCN (2012).** *Protected Area Management Categories.* Gland, Switzerland.
• **IUCN (2019).** *Ecological Corridors of the Western Balkans.* Gland, Switzerland.

• **IUCN (2020).** *Community-Based Conservation Guidelines.* Gland.
• **Lambin, E. F., & Geist, H. J. (2016).** *Land-Use and Land-Cover Change: Local Processes and Global Impacts.* Berlin: Springer.
• **Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2015).** *Geographic Information Science and Systems.* Hoboken: Wiley.
• **Longley, P. et al. (2015).** *Geographic Information Systems and Science.* 4th ed., London: Wiley.
• **MEA (2005).** *Millennium Ecosystem Assessment.* Washington, DC.
• **Ministry of Infrastructure and Energy (2020).** National Territorial Plan. Tirana.
• **Ministry of Tourism and Environment (2021).** National Biodiversity Report. Tirana.
• **Ministry of Tourism and AKZM (2021).** Annual Report on Protected Areas in Albania. Tirana: National Agency of Protected Areas.
• **Nikolli, Pal (2006).** *Mirdita from a Geo-Cartographic Perspective.* GEER. Tirana.
• **OECD (2020).** *Rural Development and Local Resilience.* Paris.
• **Ostrom, E. (2015).** *Governing the Commons.* Cambridge University Press.
• **Tsendbazar, N. E. et al. (2021).** Validation of Global Land Cover Maps. *Remote Sensing of Environment*, 259, 112–124.
• **Turner, B. L. et al. (2007).** Land Change Science: Challenges and Opportunities. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(52), 20666–20671.
• **UNDP (2020).** Environmental Rehabilitation of Post-Mining Areas in Albania. Tirana.
• **UNEP (2019).** *Environmental Outlook for South Eastern Europe.* Nairobi.
• **UNEP (2021).** *Mine Rehabilitation and Environmental Safety.* Nairobi.
• **World Bank (2019).** *Environmental Management in Mining Areas.* Washington, DC.

In_2O_3-GRAFEN NANOKOMPOZİTLERİNİN ELEKTROKİMYASAL SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU

Hülya ÖZTÜRK DOĞAN
Atatürk University, Technical Sciences Vocational School, Department of Chemical Technology, 25240 Erzurum
ORCID: 0000-0002-4072-7744
Mertcan Sezgin
Atatürk University, Department of Nanoscience and Nanoengineering, 25240 Erzurum
ORCID: 0009-0004-0504-8756

ÖZET
Geniş bant aralıklı (3,75 eV) bir oksit olan indiyum oksit (In_2O_3), optik şeffaflık ve elektriksel iletkenlik özelliğinden dolayı düz panel ekranlar ve gaz sensörleri dahil olmak üzere çok çeşitli teknolojik uygulamalara sahiptir. Nanotel, nanoçubuk, nanoparçacık, nanoküre, nanotabaka, mikroküre ve mikrotüp gibi farklı nanoyapılara sahip In_2O_3 formları bildirilmiştir. Genel olarak metal oksit ince filmlerinin biriktirilmesi için spin kaplama, sprey piroliz, elektrokimyasal biriktirme ve mürekkep püskürtmeli baskı kaplamaları gibi farklı yöntemler kullanılmıştır. Bu teknikler içerisinde elektrokimyasal biriktirme yöntemi ucuz ve kolay uygulanabilir olduğu için ön plana çıkmaktadır.
Grafen, grafen oksit (GO) ve indirgenmiş grafen oksit (rGO) gibi karbon bazlı malzemeler sp^2 bağlı karbon yapısından oluşan düzlemsel bir tabakaya sahiptir. Ayrıca, grafen geniş özgül yüzey alanı, yüksek elektriksel iletkenlik, üstün kimyasal kararlılık ve olağanüstü mekanik mukavemet gibi olağanüstü özelliklere sahiptir.
Bu çalışmada tek-kapta elektrokimyasal biriktirme tekniği kullanılarak In_2O_3-grafen nanoyapıları sentezlendi. Hazırlanan In_2O_3-grafen nanoyapılarının kompozisyon ve morfolojisi üzerine grafen miktarının etkisi araştırıldı.
Anahtar Kelimeler: Elektrokimyasal sentez, grafen, indiyum oksit, nanoyapı.

ELECTROCHEMICAL SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF In_2O_3-GRAPHENE NANOCOMPOSITIES

ABSTRACT
Indium oxide (In_2O_3), a wide-bandgap (3.75 eV) oxide, has a wide variety of technological applications, including flat-panel displays and gas sensors, due to its optical transparency and electrical conductivity. Indium oxide forms various nanostructures, including nanowires, nanorods, nanoparticles, nanospheres, nanosheets, microspheres, and microtubes. Generally, multiple methods, including spin coating, spray pyrolysis, electrochemical deposition, and inkjet printing coatings, have been used to deposit metal oxide thin films. Among these techniques, electrochemical deposition stands out for its low cost and ease of implementation.
Carbon-based materials such as graphene, graphene oxide (GO), and reduced graphene oxide (rGO) consist of planar layers of sp^2-bonded carbon. Furthermore, graphene possesses exceptional properties such as a large specific surface area, high electrical conductivity, superior chemical stability, and exceptional mechanical strength.
In this study, In_2O_3-graphene nanostructures were synthesized using a one-pot electrochemical deposition technique. The effect of the graphene amount on the composition and morphology of the prepared In_2O_3-graphene nanostructures was investigated.
Keywords: Electrochemical synthesis, graphene, indium oxide, nanostructure

1. GİRİŞ

Güneş enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesinde kullanılan fotovoltaik sistemler, enerji teknolojilerinin temel taşlarından biridir. Fotovoltaik sistemlerdeki dönüşüm verimliliği, kullanılan malzemelerin optik, elektriksel ve kimyasal özellikleriyle doğrudan ilişkilidir. Fotovoltaik hücrelerde yer alan fotoanotlar, güneş ışığını absorbe ederek enerji dönüşüm sürecini başlatır. Bu süreçte, geniş bant aralığına sahip yarı iletken oksit malzemeler önemli bir rol oynar. Geniş bant aralığı (~3.7 eV) ve kimyasal stabilitesi ile dikkat çeken indiyum oksit (In_2O_3), fotovoltaik uygulamalarda sıklıkla kullanılan bir malzemedir. İndiyum oksit, optik şeffaflığı ve geniş yüzey alanı sayesinde güneş enerjisi sistemlerinin verimliliğini artırmak için uygun bir seçenektir. Bununla birlikte, bu malzemenin yüzey modifikasyonu ve grafen bazlı malzemelerle birleştirilmesi, enerji dönüşüm performansını daha da geliştirme potansiyeline sahiptir.

Literatürde değişik morfolojileri olan In_2O_3 nanoyapılar kimyasal buhar depozisyonu (Tuzluca vd., 2017), hidrotermal sentez (Padmanathan vd., 2016), termal buharlaştırma ve karbo-termal indirgeme (Glanville vd., 2017) yöntemleri kullanılarak sentezlenmiştir. Bu sentez yöntemlerine kıyasla bu çalışmada kullanılacak yöntem olan elektrokimyasal yöntem; düşük maliyeti, çevre dostu özellikleri ve sentez koşullarının kontrol edilebilir olması nedeniyle nanomalzeme üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Grafen (G) bazlı malzemeler yüksek yüzey alanı, mekanik dayanıklılık ve elektriksel iletkenlik özellikleriyle nanokompozit yapılar için vazgeçilmez bir bileşen olmuştur. Grafenin In_2O_3 ile birleşimi, hibrit nanoyapılarda daha yüksek enerji dönüşüm verimliliği elde edilmesine olanak sağlayacaktır.

Bu çalışmada In_2O_3 ile grafen nanoyapıları tek kapta elektrokimyasal sentez yöntemi kullanılarak üretilmiştir. Sentezlenen In_2O_3-grafen nanoyapılarının kompozisyon ve morfolojisi üzerine grafen miktarının etkisi araştırılmıştır.

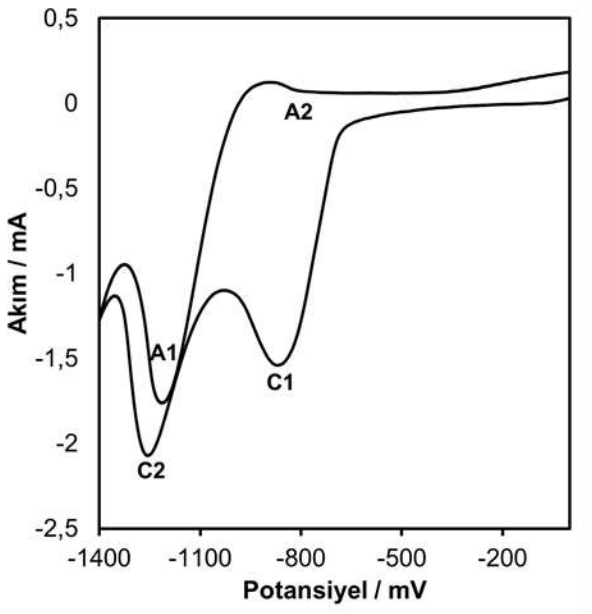
2. MATERYAL VE METOT

In^{+3} iyonlarının kaynağı olarak 10 mM indiyum klorür ($InCl_3$) tuzu kullanıldı. Grafen oksit (GO), $InCl_3$ ve potasyum nitrat (KNO_3) Sigma tarafından sağlandı. GO süspansiyonunu hazırlamak için, 0,1 M 10 mL KNO_3 çözeltisine 2 mg/mL GO (2 mg GO/1 mL H_2O) içeren 1 mL eklendi. GO ve In^{+3} çözeltileri 1:1, 2:1 ve 1:2 gibi farklı hacimsel oranlarda karıştırıldı. In_2O_3-G nanokompozitlerinin elektrokimyasal biriktirilmesi için BASi100 model potansiyostat kullanıldı. Üç elektrotlu hücre sistemindeki çalışma, karşıt ve referans elektrotlar, indiyum kalay oksit kaplı cam (ITO), Pt tel ve Ag/AgCl elektrotlardı. In_2O_3-G nanokompozitlerinin biriktirme potansiyeli, döngüsel voltamogram (CV) kaydedilerek -1,4 V olarak belirlendi. Üretilen In_2O_3-G nanokompozitlerinin yapısal karakterizasyonu için X-ışını kırınım spektroskopisi (XRD, Rigaku modeli), X-ışını fotoelektron spektroskopisi (XPS, Specs-Flex ticari markası) ve Raman spektroskopisi (WITech alpha 300R) teknikleri kullanıldı. Morfolojik karakterizasyon, alan emisyonlu taramalı elektron mikroskobu (FESEM, Zeiss Sigma 300) kullanılarak gerçekleştirildi.

3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

3.1. In_2O_3-G nanokompozitlerinin Elektrokimyasal Sentezi

In_2O_3-G nanokompozitlerinin elektrokimyasal depozisyonu tek-kapta ve tek-potansiyelde yapılmıştır. G nanoyapılarının çıkış maddesi olarak grafen oksit (GO) seçilmiştir. In_2O_3/ERGO nanokompozitlerinin tek bir elektrolit ortamında sentezlenmesi için; In^{+3} iyonlarını içeren elektrolit ile 1mg GO içeren (0,1 M KNO_3 içerisinde) çözelti karıştırılmıştır. In^{+3} ve GO elektrolitlerinin hacimsel karışım oranları In:GO için 1:1; 2:1 ve 1:2 olacak şekilde değiştirilmiştir. Biriktirmelerin yapılacağı depozisyon potansiyelinin belirlenebilmesi amacıyla dönüşümlü voltamogramlar kaydedildi (Şekil 1).



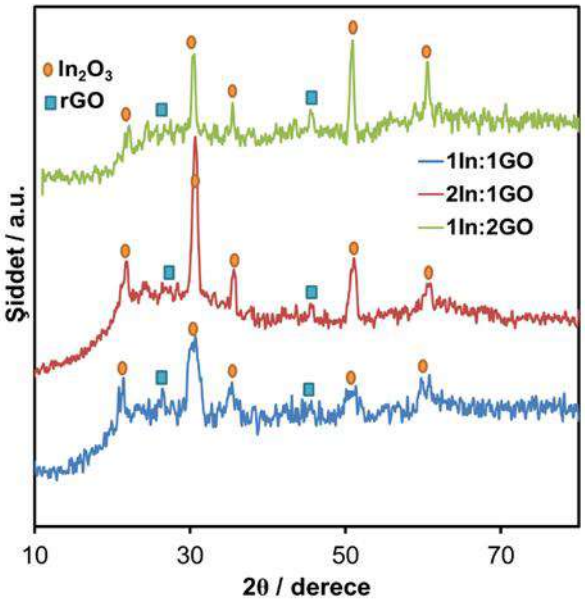
Şekil 1. ITO elektrodun In^{+3} ve GO çözeltileri (1:1 oranda) içerisinde 100 mV/s tarama hızında kaydedilen dönüşümlü voltamogramı

Yapılan voltametrik çalışma yaklaşık -1100 mV'tan daha negatif potansiyellerde hem In+3 iyonlarının hem de GO'in bir arada indirgenebileceği görülmüştür. Pik maksimumu olmasından dolayı depozisyon potansiyeli olarak -1,3 V seçilmiştir.

3.2. In_2O_3-G nanokompozitlerinin karakterizasyonu

Tek-kapta ve tek-potansiyelde elektrokimyasal teknik kullanılarak hazırlanan farklı In:GO oranlarına sahip In_2O_3-G nanokompozitlerinin hem yapısal hem de morfolojik karakterizasyonları yapılmıştır.

In_2O_3-G nanokompozitinin faz yapısını belirlemek için, çeşitli hacim oranlarında (1:1; 2:1 ve 1:2) -1,3 V'ta 30 dakika süre ile depozit edilen malzemelerin XRD desenleri Şekil 2'de sunulmuştur. Şekil 2'de verilen tüm XRD spektrumları, In_2O_3'ün (211), (222), (440) ve (622) düzlemlerine karşılık gelen $2\theta = 21.53°, 30.65°, 51.07°, 60.70°$'lerde iyi tanımlanmış zirveler göstermektedir (Shifu *et al.*, 2010). Ayrıca, G'den kaynaklanan grafit kristal yapısına ait difraksiyon zirveleri de verilen XRD spektrumunda mevcuttur. Dahası, nanokompozitin XRD spektrumlarında metalik In veya $In(OH)_3$ gibi safsızlık türlerine ait kırınım zirvelerinin gözlemlenmemesi sentezlenen nanokompozitin oldukça saf bir yapıda olduğunu işaret etmektedir.



Şekil 2. Farklı In:GO oranlarında hazırlana In_2O_3-G nanokompozitlerinin XRD kırınım desenleri

SONUÇ

Bu çalışmada ITO elektrot yüzeyinde In^{+3} iyonları ve GO içeren elektrolit ortamında tek kapta ve tek potansiyelde elektrokimyasal teknik kullanılarak In_2O_3-G nanokompozitleri üretildi. XRD, XPS, Raman, FESEM ve EDS analizleri en iyi kompozisyona sahip nanokompozitin 1In:1GO içeren ortamda elde edildiğini göstermiştir. Doğrudan ITO elektrot yüzeyinde hazırlanması sebebiyle üretilen In_2O_3-G nanokompozitlerinin elektrokimyasal uygulamalarda doğrudan kullanılabileceği düşünülmüştür.

REFERENCES

Glanville, J., Huang, H., Nau, A. (2017). Identifying specificity groups in the T cell receptor repertoire. Nature 547, 94–98.

Padmanathan, N, Shao H, Razeeb KM. (2016). Multifunctional Nickel Phosphate Nano/Microflakes 3D Electrode for Electrochemical Energy Storage, Nonenzymatic Glucose, and Sweat pH Sensors. ACS Applied Materials & Interfaces 10 (10), 8599-8610.

Tuzluca FN, Yeşilbağ YO, Akkuş T, Ertuğrul, M. (2017). Effects of graphite on the synthesis of 1-D single crystal In_2O_3 nanostructures at high temperature. Materials Science in Semiconductor Processing, 66, 62-68.

SUSTAINABILITY HEALTHCARE QUALITY AND NURSING JOB SATISFACTION IN PRIVATE HOSPITAL: REVIEW OF EMPIRICAL STUDIES

Odianosen, Veronica Jegbefumen
Department of Nursing Sciences
Mudiame University, Iruua, Edo State, Nigeria

Isuekebhor Mabel
College of Nursing Services
Irrua specialist Teaching Hospital Edo State**.**

Dr. Daniel Marcel
Department of Business Administration
Mudiame University Irrua, Edo State, Nigeria

ABSTRACT
The nursing is part of the most important components of the hospital. This paper reviews empirical studies on sustainability healthcare quality and nursing job satisfaction in private hospitals from 2020 to 2025. The review focuses on innovative strategies to enhance sustainable healthcare quality placing a special focus on nursing job satisfaction. Two objectives guided the review. The methodology used was a review of empirical papers focusing on sustainability healthcare quality and nursing job satisfaction. The studies reviewed papers that uses various research designs, including correlational, survey, experimental, qualitative, and case study research. Also, the studies use different means of data collection methods included questionnaires and interviews, which were adopted, adapted, and self-structured. Data analysis used y the studies was mainly descriptive statistics, with some authors focusing on multiple sub- variables. The findings aligned with the study's titles and were well organized. The study found that sustainability healthcare quality is essential for nurturing a nursing job satisfaction in private hospitals. With an emphasis on enhancing nursing well-being, the insights provided are intended to direct medical organizations toward adopting techniques like Green Lean Six Sigma. By encouraging operational effectiveness and increasing environmental sustainability in hospitals, this strategy is anticipated to result in a synergistic improvement in healthcare quality.
Keywords*:* sustainability healthcare quality, nursing job satisfaction, private hospitals,

Introduction
With an emphasis on waste reduction, resource optimization (energy, water, and staff), community engagement, and ensuring efficient, equitable, and safe services, sustainability in private hospitals combines environmental care, economic viability, and social responsibility with high-quality patient care. This results in improved patient outcomes, reduced costs, and improved reputation through green practices and quality management like Lean/TQM (Goula et al., 2022). Job satisfaction is crucial in the healthcare industry; it goes beyond employee contentment to influence general well-being, cultivate optimistic outlooks, and mold attitudes toward work (Amare et al., 2021; Nagendrappa & Arjunan, 2024).
Beyond its effects on individuals, job satisfaction has a critical role in lowering physical and mental health problems among healthcare personnel and greatly contributes to the provision of high-quality healthcare services (Hoxha et al., 2024). In this regard, the search for more productive, sustainable, and pleasurable workplaces is extremely important, aiming to improve people's professional lives not only in the healthcare industry but in many other fields as well

(Suryadi & Rachmiana, 2025). There are several obstacles in the healthcare industry, such as long work hours, high levels of stress, and the ubiquitous presence of emotional labor, all of which have a substantial negative influence on the wellbeing of healthcare workers. Therefore, is study review empirical studies on sustainability healthcare quality and nursing job satisfaction in private hospital.

Review of Empirical Study

According to Suryadi and Rachmiana (2025), burnout and nurse turnover pose a danger to workforce stability and healthcare quality, particularly in private hospital settings. Improving retention requires an understanding of the elements that influence job satisfaction. 140 registered nurses from a private hospital in Banda Aceh participated in this quantitative, cross-sectional study. A standardized self-administered questionnaire measuring six predictors—job features, prospects for advancement, working conditions, pay, supervision, and connections with coworkers—as well as overall job satisfaction was used to gather data. Expert review and a pilot test (n = 30) were used to establish validity, while Cronbach's alpha (? 0.70) was used to confirm reliability. Both bivariate (Pearson's r, simple regression) and multivariate (multiple regression) methods were used to evaluate the data. Job satisfaction was significantly positively correlated with all six indicators ($p < 0.01$). Only job characteristics (? = 1.18, $p = 0.001$) and supervision (? = 0.58, $p = 0.012$) were shown to be independent predictors by multivariate regression, which combined explained 20.2% of the variation. Improving nurse happiness requires both supervisory support and intrinsic job design. To encourage employee retention and wellbeing, hospitals should give priority to leadership development programs and job redesign.

In their exploration of creative approaches to improve long-term healthcare quality, Hoxha et al. (2024) highlight the critical significance of corporate culture and give particular attention to employee work satisfaction. Our conversation examines how an organizational culture that places a high priority on efficient work procedures and a positive work environment may greatly improve employee well-being, acknowledging the critical role that happy employees play in providing exceptional patient care. Healthcare firms may create an environment that significantly improves job satisfaction by reducing workplace stress through operational improvements and waste reduction. This improvement, in turn, sparks better patient care and highlights the healthcare system's commitment to sustainability and worker wellbeing. According to our research, focusing on employee satisfaction—which is ingrained in the company culture—is not only beneficial but also necessary for fostering a long-lasting, superior healthcare system.

In the context of recognized hospitals in India, Nagendrappa and Arjunan (2024) examine the connection between job engagement, workforce sustainability, and healthcare service quality. Since doctors and nurses are more likely to experience burnout at work, a structured questionnaire is utilized to collect primary data from them using a descriptive research methodology. Of the 384 responders in the study's sample, 86.2% are physicians and 13.8% are nurses. According to the study's findings, single physicians and nurses are more sustainable. In a similar vein, millennials exhibit greater sustainability than Gen Xers. Interestingly, compared to nurses, doctors are more sustainable in the job. The annual income has an impact on job engagement. The quality of healthcare services is perceived more favorably by the female workforce. The study discovered a positive correlation between job engagement, healthcare service quality, and workforce sustainability. Additionally, the study found that job engagement mediates the relationship between workforce sustainability and healthcare service quality, and that workforce sustainability has a positive and significant impact on hospital service quality (22.4%).

Ming et al. (2023) evaluated the association between professional dedication and job satisfaction among licensed nurses working in a few private hospitals in Perak, Malaysia. Data

was gathered using a practical sampling technique and a quantitative cross-sectional descriptive design. There were three parts of the questionnaire used in the study. 150 qualified registered nurses working in several private hospitals in Perak were given an anonymous self-administered questionnaire with multiple-choice items and the Likert Scale. The data was then analyzed using descriptive statistics. The association between commitment, job satisfaction, and demographic characteristics was examined using a one-way ANOVA or independent t-test. The results indicate a moderate level of job satisfaction among registered nurses. The business policy's implementation received the highest level of satisfaction (4/5). On a 5-point Likert scale, the remaining 19 items scored between 3.01 and 3.83, indicating that nurses' job satisfaction was moderate. On the other hand, 4/6 items were scored higher than 4/5 for job dedication. The relationship between job satisfaction and demographic characteristics was not statistically significant. However, among nurses, the Pearson correlation showed a small but significant relationship between job commitment and job satisfaction (r=0.361), reaching significance at the 0.001 level.

According to Khan et al. (2022), hospital quality and efficiency, behavioral and psychological factors, and patient satisfaction are all components of a healthcare facility. The difficulty of evaluating quality is increased by patients' imprecise responses. On the other hand, environmental concerns pertaining to patient welfare are more important for maintaining a sustainable level of service quality in healthcare facilities. The center's cleanliness and medical waste disposal are the main indicators in this regard. The evaluation of healthcare facilities' quality is therefore extremely difficult due to the participation of several criteria, uncertainty, and qualitative elements. A pilot study has been conducted in this research. Fuzzy analysis is used to rate the hospitals and the dimensions. In addition to helping management identify their areas of weakness for ongoing improvement and sustainability in the quality of health services, the study's findings can be useful in selecting a better service from the variety of service provider possibilities.

Alhunu et al. (2022) provide a summary of how job satisfaction affects both the quality of health care and the individual. The significance of job satisfaction for health care providers and the variables that affect it are assessed in this research. It looks at primary research and determines the connection between health sector workers' performance and job happiness, highlighting how the latter influences the former's accomplishment.

Goula et al. (2022) assess the internal quality of health services in Greek public hospitals and look into any connections between internal quality and job satisfaction among medical professionals. Six public hospitals—two specialty and four general hospitals—participated in a cross-sectional study. The SERVQUAL questionnaire, which measures service quality across five dimensions, and the Job Satisfaction Survey (JSS) questionnaire, which gauges employees' job satisfaction, were the instruments used to gather data. The sample method employed was convenience sampling.

Reliability, assurance, responsiveness, and empathy were determined to have poor levels of internal quality service; only the "tangibles" dimension was deemed to have a decent level. Additionally, a favorable link between the quality dimensions and the job satisfaction subscales was found in the results. The study found that younger employees have a more positive perception of the quality of responsiveness dimension in the health organizations where they work, while gender and education had no effect on employees' perceptions of internal quality dimensions. Compared to physicians and nurses, administrative workers had a lower opinion of the quality of tangibles dimension. In terms of years of experience, the findings showed that workers with more prior job experience perceived the assurance, responsiveness, and reliability characteristics as being of lower quality.

Amare et al. (2021) evaluated healthcare workers' job satisfaction and related variables in public and commercial hospitals in Bahir Dar, northwest Ethiopia. Methods. From February 10 to May

29, 2020, an institution-based comparative cross-sectional study design was carried out. Using stratified systematic random sampling methods, 520 medical experts were chosen from both public and private healthcare facilities. Self-administered questionnaires that were pretested and organized were used to gather data. To determine job satisfaction and related variables among medical professionals employed by public and private institutions, a binary logistic regression model with a Huber-White robust standard error was fitted.

A statistically significant relationship with the outcome variable was defined as an Adjusted Odds Ratio (AOR) with a 95% Confidence Interval (CI) and a p-value of less than 0.05. outcomes. 55.2% (95% CI: 51.0, 59.4%) was the overall level of job satisfaction. Provider satisfaction was 29.0% (95% CI: 23.2, 35.1%) at public hospitals and 81.23% (95% CI: 76.6, 85.8%) at private hospitals. Autonomy (AOR: 2.37; 95% CI: 1.29, 4.33), pleasantness of work (AOR: 1.82; 95% CI: 1.05, 3.15), and working at a private hospital (AOR: 8.89; 95% CI: 5.14, 15.35), the characteristics that affected health professionals' total job satisfaction were strong normative commitment (AOR: 2.57; 95% CI: 1.48, 4.43), good reward and recognition (AOR: 3.04; 95% CI: 1.37, 6.75), and enough supportive supervision (AOR: 2.42; 95% CI: 1.33, 4.40). Chung et al. (2020) create and validate a conceptual model of nurses' work environment satisfaction (WHS), health-promoting lifestyle, and well-being as well as measurement measures. A cross-sectional survey was used to create the Nursing Health and Job Satisfaction (NHJS) scale and WHS model. Stratified random selection was used to collect 672 questionnaires from registered nurses for validation analysis. More than 92.6% of the total variance was explained, indicating that the scales were able to adequately account for the variation in the participants' answers. Positive relationships between nurses' well-being, work environment satisfaction, and health-promoting lifestyle were found. The WHS model shows a favorable association between nurses' contentment with their work environment, well-being, and health-promoting lifestyle, with correlation values ranging from 0.57 to 0.86. The attitudes of nurses are crucial in encouraging a healthy way of living. Respect from other medical staff members is the most significant work environment satisfaction factor for enhanced well-being. Hospital nursing administrators can use the results as a tool to precisely evaluate and improve the health and retention rate of nurses.

Methodology

The methodology used was a review of empirical papers focusing on sustainability healthcare quality and nursing job satisfaction from 2020 to 2025. The studies reviewed papers that uses various research designs, including correlational, survey, experimental, qualitative, and case study research. Also, the review includes different means of data collection methods included questionnaires and interviews, which were adopted, adapted, and self-structured. Data analysis was mainly descriptive statistics, with some authors focusing on multiple sub- variables.

Findings

The findings aligned with the study's titles and were well organized. The study found that sustainability healthcare quality is essential for nurturing a nursing job satisfaction in private hospitals.

Conclusions

Job satisfaction is vital in the healthcare industry; it goes beyond employee happiness to have a substantial impact on general well-being, cultivate optimistic outlooks, and mold attitudes toward work. According to the research, creating inclusive and fair work settings is crucial for raising employee job satisfaction. Furthermore, achieving sustainable healthcare quality through employee job satisfaction is a complex approach that skillfully integrates sustainable practices into a positive corporate culture. The goal of this project is to strike a balance between worker satisfaction, environmental stewardship, and operational effectiveness.

References

Amare, G., Gashaw, A. B. Endalkachew, D., & Lake, Y. (2021). Job satisfaction and associated factors among health professionals working at public and private hospitals in Bahir Dar City, Northwest Ethiopia: A Comparative Cross-Sectional Study. *BioMed Research International,* https://doi.org/10.1155/2021/6632585

Alhunu, E. A. H., Abdulrahman A. A., Sanad S. A. A., Muhannad A. A., Mohammed N. A, , & Alharbi, S. J. (2022). The impact of job satisfaction on the quality of health services. *Migration Letters*, 19(2), 1733-1744.

Chung, H. C., Chen, Y. C., Chang, S. C., Hsu, W. L., & Hsieh, T. C. (2020). Nurses' well-being, health-promoting lifestyle and work environment satisfaction correlation: A psychometric study for development of nursing health and job satisfaction model and scale. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(10), 3582

Goula, A., Rizopoulos, T., Stamouli, M.-A., Kelesi, M., Kaba, E. & Soulis, S. (2022). Internal quality and job satisfaction in health care services. *International Journal of Environmental Research and Public Health,* 19, 1496.

Hoxha, G., Simeli, I., Theocharis, D., Vasileiou, A., & Tsekouropoulos, G. (2024). Sustainable healthcare quality and job satisfaction through organizational culture: Approaches and outcomes. *Sustainability*, 16, 3603.

Khan, S. M., Hafiz, A., & Fahad, M. (2022). Sustainability in the service quality of healthcare facilities. *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development, 13*(5), 1-10.

Ming, M. L., Ahmad, A., Kunjukunju, A., Fariza, N Salida Johari, S. & Yusof, P. (2023). Job satisfaction and commitment among registered nurses employed in selected private hospitals in Malaysia. *The Malaysian Journal of Nursing*, 15(2), 69-78.

Nagendrappa P. & Arjunan S. N. (2024). Workforce sustainability and quality of service in accredited hospitals in India: Mediating role of job engagement. *Problems and Perspectives in Management,* 22(1), 25-33.

Suryadi, S., & Rachmiana, A. (2025). Determinants of Nurse Job satisfaction: Work design and supervision in a private hospital. *Journal of Authentic Research*,4(1), 433–443.

OSTEOARTRİT PATOGENEZİNDE REAKTİF OKSİJEN TÜRLERİ VE HÜCRESEL YANITLAR

Suzan ONUR
Karabuk University, Faculty of Health Science, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, 78050, Karabük
ORCID:0000-0001-8145-6090
Melisa Nur YABAN
Karabuk University, Faculty of Health Science, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, 78050, Karabük
ORCID: 0009-0006-0431-4666

ÖZET
Osteoartrit (OA), eklem kıkırdağının dejenerasyonu, subkondral kemik yeniden şekillenmesi ve sinovyal inflamasyon ile karakterize kronik bir eklem hastalığıdır. Geleneksel olarak mekanik bir "yıpranma" hastalığı olarak görülmesine rağmen, güncel kanıtlar OA'nın hücresel düzeyde oksidatif stres ve metabolik düzensizlik ile güçlü şekilde ilişkili olduğunu göstermektedir. Aşırı miktarda üretilen reaktif oksijen türleri (ROS) ve reaktif nitrojen türleri (RNS), kondrositlerde DNA, lipid ve protein hasarına yol açarak hücresel homeostazı bozmakta ve matriks yıkımını hızlandırmaktadır. Araştırmalar, osteoartritli hastalarda süperoksit dismutaz, katalaz ve glutatyon peroksidaz gibi antioksidan enzim aktivitelerinin azaldığını; malondialdehit ve nitrik oksit düzeylerinin yükseldiğini, bunun da belirgin bir oksidatif dengesizliğe işaret ettiğini göstermektedir. Oksidatif stres ayrıca inflamatuvar yolakları güçlendirmekte, mitokondriyal disfonksiyonu artırmakta ve NF-κB aracılığıyla matriks metalloproteinaz aktivasyonunu uyararak kondrosit apoptozunu hızlandırmaktadır. Genel olarak oksidatif stres, OA'de hem kıkırdak yıkımının nedeni hem de sonucu olarak rol oynamaktadır. Yaşam tarzı değişiklikleri, kilo kontrolü, egzersiz ve antioksidan desteği gibi oksidatif stresi azaltmaya yönelik stratejiler, klasik tıbbi tedavilere tamamlayıcı bir yaklaşım sunabilir. Bununla birlikte, oksidatif stres biyobelirteçlerinin öngörü değeri ve antioksidan temelli tedavilerin etkinliğini ortaya koymak için daha geniş kapsamlı klinik çalışmalara ihtiyaç vardır.
Anahtar Kelimeler: Osteoartrit, reaktif oksijen türleri, oksidatif stres

REACTIVE OXYGEN SPECIES AND CELLULAR RESPONSES IN THE PATHOGENESIS OF OSTEOARTHRITIS

ABSTRACT
Osteoarthritis (OA) is a chronic joint disorder characterized by degeneration of articular cartilage, subchondral bone remodeling, and synovial inflammation. Although traditionally considered a mechanical "wear-and-tear" disease, recent evidence demonstrates that OA is strongly associated with cellular oxidative stress and metabolic dysregulation. Excessive production of reactive oxygen species (ROS) and reactive nitrogen species (RNS) disrupts chondrocyte homeostasis, induces DNA, lipid, and protein damage, and accelerates matrix degradation. Studies have shown that antioxidant enzyme activities, such as superoxide dismutase, catalase, and glutathione peroxidase, are reduced in OA patients, whereas malondialdehyde and nitric oxide levels are elevated, indicating significant oxidative imbalance. Oxidative stress also amplifies inflammatory cascades, promotes mitochondrial dysfunction, and activates matrix metalloproteinases through pathways such as NF-κB, contributing to chondrocyte apoptosis and progressive cartilage destruction. Overall, oxidative

stress acts as both a cause and a consequence of cartilage degeneration in OA. Strategies aimed at reducing oxidative stress, including lifestyle modifications, weight management, exercise, and antioxidant supplementation, may serve as valuable complementary approaches to conventional pharmacological treatments. Further clinical studies are needed to clarify the predictive value of oxidative stress biomarkers and the therapeutic efficacy of antioxidant-based interventions in OA management.
Keywords: Osteoarthritis, reactive oxygen species, oxidative stress

INTRODUCTION

Osteoarthritis (OA) is a chronic joint disease characterized by degeneration of articular cartilage, remodeling of subchondral bone, and synovial inflammation, and it represents one of the leading causes of age-related morbidity. Although OA has traditionally been described as a degenerative process resulting from mechanical wear and tear, accumulating evidence indicates that it is closely associated not only with biomechanical loading but also with cellular and biochemical mechanisms such as oxidative stress (OS), inflammation, and mitochondrial dysfunction (Henrotin, Bruckner, & Pujol, 2003; Özgöçmen, 2007). Factors including aging, obesity, trauma, and genetic predisposition increase the production of reactive oxygen species (ROS) in chondrocytes, thereby triggering a cascade of responses that disrupt cartilage homeostasis (Kural et al., 2014).

In the pathogenesis of OA, oxidative stress arises from an imbalance between antioxidant defense capacity and the production of ROS/reactive nitrogen species (RNS). Reduced levels of key antioxidant enzymes—such as superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), and glutathione peroxidase (GPx)—together with increased levels of lipid peroxidation markers such as malondialdehyde (MDA), constitute major indicators of oxidative imbalance in individuals with OA (Kural et al., 2014). Elevated oxidative stress markers in synovial fluid and serum are considered biochemical evidence of inflammation and cartilage degradation. Kahraman et al. (2010) reported that oxidative stress markers in the synovial fluid of patients with OA were significantly higher than those observed in healthy individuals. Moreover, increased nitric oxide (NO) levels have been shown to induce apoptosis in chondrocytes and to reduce proteoglycan synthesis (Blanco et al., 1995).

The reciprocal interaction between oxidative stress and inflammation plays a critical role in the progressive nature of OA. Increased levels of inflammatory cytokines such as tumor necrosis factor-α (TNF-α) and interleukin-1β (IL-1β) enhance NADPH oxidase activation, thereby further elevating ROS production. In turn, excessive ROS activate the NF-κB signaling pathway, stimulating the expression of matrix metalloproteinases (MMP-1, MMP-13) and accelerating cartilage degradation (Henrotin et al., 2003; Loeser, 2020). This process not only leads to extracellular matrix breakdown but also promotes cellular senescence and mitochondrial dysfunction within cartilage tissue, thereby contributing to disease progression (Molnar et al., 2021). Decreased mitochondrial energy production, loss of membrane potential, and disruption of calcium homeostasis are among the principal triggers of apoptosis in chondrocytes. Numerous studies have demonstrated that reduced antioxidant defense capacity is associated with disease stage and that systemic oxidative stress levels increase in parallel with OA severity (Berenbaum, 2013).

CONCLUSION

In osteoarthritis, oxidative stress represents a fundamental pathophysiological mechanism that is both a cause and a consequence of cartilage degradation. The accumulation of reactive oxygen and nitrogen species induces DNA, lipid, and protein damage in chondrocytes; amplifies inflammatory responses; accelerates matrix degradation; and triggers cellular senescence processes. Current evidence clearly demonstrates that OA is not merely a disease of mechanical wear but rather a complex condition arising from the interplay of metabolic,

inflammatory, and oxidative processes. Decreased antioxidant enzyme activity and increased lipid peroxidation products not only influence disease progression but also hold promise as potential biomarkers in clinical practice. Strategies aimed at reducing oxidative stress—such as lifestyle modification, weight control, exercise, and antioxidant supplementation—may serve as complementary approaches to pharmacological treatment in OA. Future large-scale clinical studies are required to more clearly define the role of oxidative stress biomarkers in disease monitoring and to determine the efficacy of antioxidant-based therapeutic strategies.

REFERENCES

Berenbaum, F. (2013). Osteoarthritis as an inflammatory disease (osteoarthritis is not osteoarthrosis!). Osteoarthritis and Cartilage, 21(1), 16–21.

Blanco, F. J., Ochs, R. L., Schwarz, H., & Lotz, M. (1995). Chondrocyte apoptosis induced by nitric oxide. American Journal of Pathology, 146(1), 75–85.

Henrotin, Y. E., Bruckner, P., & Pujol, J.-P. L. (2003). The role of reactive oxygen species in homeostasis and degradation of cartilage. Osteoarthritis and Cartilage, 11(10), 747–755.

Kahraman, A., Koçar Çelik, S., & Maralcan, G. (2010). Osteoartritin patogenezinde rolü olan oksidatif stres ve inflamasyon üzerine hyalüronik asidin etkisi. Kocatepe Tıp Dergisi, 11, 1–7.

Kural, T., Yıldırım, G., & Özkan, M. (2014). Osteoartritli kıkırdakta oksidatif stres belirteçlerinin karşılaştırılması. Gazi Tıp Dergisi, 25(3), 137–144.

Loeser, R. F. (2020). Aging and osteoarthritis: The role of chondrocyte senescence and aging changes in the cartilage matrix. Osteoarthritis and Cartilage, 28(1), 1–7.

Molnar, V., Matisic, V., Kodvanj, I., Bjelica, R., Jelec, Z., Hudetz, D., & Vrdoljak, T. (2021). Cytokines and oxidative stress in the pathogenesis of osteoarthritis. International Journal of Molecular Sciences, 22(17), 9208.

Özgöçmen, S. (2007). Romatizmal hastalıklarda oksidatif stresin rolü. Fırat Tıp Dergisi, 12(2), 123–131.

İSKEMİK İNMEYİ ŞEKİLLENDİREN OKSİDATİF MEKANİZMALAR: LİPİD PEROKSİDASYONUNUN MERKEZİ ROLÜ

Suzan ONUR
Karabuk University, Faculty of Health Science, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, 78050, Karabük
ORCID:0000-0001-8145-6090
Melisa Nur YABAN
Karabuk University, Faculty of Health Science, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, 78050, Karabük
ORCID: 0009-0006-0431-4666

ÖZET
İskemik inme, küresel ölçekte ölüm ve sakatlık nedenleri arasında ilk sıralarda yer almakta olup, patogenezinde oksidatif stres ve özellikle lipid peroksidasyonu temel bir rol oynamaktadır. İskemi ve reperfüzyon süreçlerinde artan reaktif oksijen türleri, hücre membranındaki çoklu doymamış yağ asitlerinde malondialdehid (MDA), 4-hidroksinonenal (4-HNE) ve F2-izoprostanlar gibi toksik lipid peroksidasyon ürünlerinin birikimine yol açmaktadır. Deneysel ve klinik çalışmalar, bu ürünlerin nöronal hücre ölümü, mitokondriyal disfonksiyon ve inflamasyonu artırarak infarkt hacmini ve klinik kötüleşmeyi belirgin şekilde etkilediğini göstermektedir. Ayrıca lipid peroksidasyon belirteçlerinin inme şiddeti, nörolojik skorlar ve mortalite ile güçlü bir ilişki sergilediği ortaya konmuştur. Edaravone, melatonin, N-asetilsistein ve resveratrol gibi ajanların deneysel modellerde lipid peroksidasyonunu azalttığı bildirilmiş olsada, geniş ölçekli klinik çalışmalarda bu etkinlik tutarlı şekilde doğrulanmamıştır. Bu derleme, lipid peroksidasyonunun iskemik inmenin hücresel hasar mekanizmalarındaki merkezi rolünü, güncel deneysel ve klinik kanıtlarıyla birlikte ortaya koymakta ve oksidatif stres hedefli tedavilerin gelecekteki potansiyelini tartışmaktadır.
Anahtar Kelimeler: İskemik inme, lipid pereksidasyon, antioksidan

OXIDATIVE MECHANISMS SHAPING ISCHEMIC STROKE: THE CENTRAL ROLE OF LIPID PEROXIDATION

ABSTRACT
Ischemic stroke remains a leading cause of mortality and long-term disability worldwide, with oxidative stress, particularly lipid peroxidation, playing a dental role in its pathophysiology. During ischemia and reperfusion, excessive reactive oxygen species attack polyunsaturated fatty acids within neuronal membranes, generating toxic lipid peroxidation products such as malondialdehyde (MDA), 4-hydroxynonenal (4-HNE), and F2-isoprostanes. Experimental and clinical studies consistently demonstrate that these metabolites exacerbate neuronal death, impair mitochondrial function, promote inflammation, and correlate strongly with infarct volume and neurological deterioration. Elevated levels of lipid peroxidation biomarkers in patients have also been associated with stroke severity and increased mortality. Although agents such as edaravone, melatonin, N-acetylcysteine, and resveratrol have shown promise in reducing lipid peroxidation in experimental models, large-scale clinical trials have yielded limited and inconsistent results. This review highlights the central importance of lipid peroxidation in the mechanisms of ischemic neuronal injury, synthesizes current experimental and clinical evidence, and discusses the therapeutic potential of targeting oxidative stress in stroke management.
Keywords: Ischemic stroke, lipid peroxidation, antioxidant

INTRODUCTION

Stroke is one of the leading causes of mortality and morbidity worldwide, with oxidative stress and the resulting cellular injury occupying a central position in its pathophysiology (Feigin et al., 2014). In particular, during ischemic stroke, a reduction in cerebral blood flow leads to insufficient oxygen and glucose delivery; with the onset of reperfusion, an excessive production of reactive oxygen species (ROS) occurs. One of the most prominent consequences of oxidative stress in this context is lipid peroxidation, a process in which polyunsaturated fatty acids within the cell membrane undergo radical-mediated degradation. The products generated through lipid peroxidation, such as malondialdehyde (MDA), 4-hydroxynonenal (4-HNE), and F2-isoprostanes, disrupt membrane integrity, interfere with cellular signaling pathways, and accelerate neuronal death processes (Gutteridge, 1995).

Experimental stroke studies have demonstrated that lipid peroxidation rises rapidly following ischemia. Candelario-Jalil et al. (2001) reported that markers of lipid peroxidation increased markedly within the first minutes of reperfusion in rats subjected to cerebral ischemia, paralleling the extent of neuronal death. Praticò et al. (1998) further showed that F2-isoprostanes represent one of the most reliable biomarkers of oxidative stress under both experimental and clinical conditions. Elevated lipid peroxidation is known to exacerbate mitochondrial dysfunction, inflammation, and cellular necrosis, thereby intensifying downstream pathophysiological processes.

Clinical studies likewise support a strong association between lipid peroxidation and stroke severity. In patients with acute ischemic stroke, MDA levels have been reported to be significantly higher than those in healthy controls and to correlate positively with clinical severity (Cherubini et al., 2005). Similarly, increased levels of 4-HNE have been observed in individuals who have experienced either ischemic or hemorrhagic stroke, where this aldehyde contributes to neuronal injury by triggering apoptotic pathways (Calabrese et al., 2005). Morrow and Roberts (1999) demonstrated marked increases in plasma and cerebrospinal fluid F2-isoprostanes during acute stroke, while Selley (2002) emphasized that this rise reflects the magnitude of oxidative damage.

Enhanced lipid peroxidation is not merely a biochemical alteration but also a biomarker with strong prognostic value. Increases in MDA, 4-HNE, and F2-isoprostane levels have been associated with infarct volume, poorer functional recovery, and increased mortality (Butterfield, 2002). Consequently, lipid peroxidation holds critical importance for both understanding disease mechanisms and evaluating prognosis.

Pharmacological strategies targeting lipid peroxidation have therefore become a major focus of experimental stroke research. Edaravone, a free-radical scavenger, exerts neuroprotective effects by reducing lipid peroxidation products such as MDA and 4-HNE and is currently in clinical use in Japan. Experimental evidence supports its ability to attenuate oxidative damage (Watanabe et al., 1994), and clinical findings indicate improved outcomes (Abe et al., 2010). Melatonin, owing to its potent antioxidant capacity, suppresses ROS generation and reduces neuronal death in experimental models of cerebral ischemia, making it a promising therapeutic candidate (Reiter et al., 2000). N-acetylcysteine (NAC) enhances glutathione levels, thereby decreasing oxidative stress and limiting lipid peroxidation to mitigate tissue injury (Cuzzocrea et al., 2000). Resveratrol, a polyphenolic compound with antioxidant and anti-inflammatory properties, has also been shown to reduce lipid peroxidation products in experimental stroke models (Sinha et al., 2002). Nevertheless, the success of these agents in large-scale clinical trials has been limited, and translating oxidative stress–targeted therapies into routine clinical practice remains challenging (Lapchak, 2010).

CONCLUSION

Overall, lipid peroxidation represents a critical molecular process that is both a cause and an indicator of cellular injury in ischemic stroke. Experimental and clinical evidence consistently

demonstrates that markers of lipid peroxidation play a significant role in elucidating stroke pathophysiology, assessing disease severity, and identifying potential therapeutic targets. However, stronger, standardized studies with larger sample sizes are required before these biomarkers can be incorporated into routine clinical use. The existing literature underscores lipid peroxidation as an indispensable component in understanding the biological basis of stroke and highlights the considerable potential of therapies targeting this process for future neuroprotective strategies.

REFERENCES

Abe, K., et al. (2010). Edaravone therapy for acute stroke: Clinical evidence. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 19(6), 444–450. https://doi.org/10.1007/s12975-010-0044-8

Butterfield, D. A. (2002). Lipid peroxidation and its role in CNS pathology. *Neurobiology of Aging*, 23(5), 655–657. https://doi.org/10.1016/S0161-813X(02)00047-5

Calabrese, V., et al. (2005). 4-HNE accumulation in neurological disorders. *Free Radical Biology and Medicine*, 38(11), 1333–1344. https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2004.11.017

Candelario-Jalil, E., et al. (2001). Lipid peroxidation and cellular damage in experimental stroke. *Brain Research*, 912(1), 116–121. https://doi.org/10.1016/S0006-8993(01)02975-5

Cherubini, A., et al. (2005). Oxidative stress markers in stroke patients. *Supportive Care in Cancer*, 13(4), 254–257. https://doi.org/10.1007/s00520-004-0734-y

Cuzzocrea, S., et al. (2000). N-acetylcysteine and ischemia-reperfusion injury. *Kidney International*, 57(3), 1199–1212. https://doi.org/10.1046/j.1523-1755.2000.00070.x

Feigin, V. L., et al. (2014). Global burden of stroke. *The Lancet*, 383(9913), 245–255. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61953-4

Gutteridge, J. M. (1995). Lipid peroxidation and antioxidants as biomarkers. *Free Radical Research*, 22(1), 57–65. https://doi.org/10.3109/10715769509147509

Lapchak, P. A. (2010). Translational challenges in antioxidant treatments for stroke. *International Journal of Stroke*, 5(6), 428–439. https://doi.org/10.1111/j.1747-4949.2010.00435.x

Morrow, J. D., & Roberts, L. J. (1999). F2-isoprostanes as markers of lipid peroxidation in vivo. *Physiological Reviews*, 79(4), 1035–1087. https://doi.org/10.1152/physrev.1999.79.4.1035

Praticò, D., et al. (1998). F2-isoprostanes and oxidative brain injury. *PNAS*, 95(6), 3447–3451. https://doi.org/10.1073/pnas.95.6.3447

Reiter, R. J., et al. (2000). Melatonin and oxidative stress in stroke models. *Journal of Anatomy*, 196(2), 203–211. https://doi.org/10.1046/j.1469-7580.2000.19620373.x

Selley, M. L. (2002). Increased isoprostanes in acute stroke. *Journal of the Neurological Sciences*, 196(1–2), 17–22. https://doi.org/10.1016/S0022-510X(02)00037-1

Sinha, K., et al. (2002). Resveratrol and oxidative stress in brain ischemia. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 240(1), 21–27. https://doi.org/10.1007/s11010-002-8279-5

Watanabe, T., et al. (1994). Protective effects of edaravone in cerebral ischemia. *Neuropharmacology*, 33(3–4), 361–367. https://doi.org/10.1016/0028-3908(94)90109-0

FREE VIBRATION ANALYSIS OF SANDWICH METALLIC FOAM STRUCTURES USING THE FINITE ELEMENT ANALYSIS

Kerim Gökhan AKTAŞ
Karabuk University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Mechanical Engineering, Karabuk, Turkey
ORCID: 0000-0002-8076-6799
Fatih PEHLİVAN
Karabuk University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Mechanical Engineering, Karabuk, Turkey
ORCID: 0000-0003-2675-6124

ABSTRACT
The investigation of metallic foam structures has received significant attention as a result of their exceptional vibration dampening and energy absorption properties, which render them extremely advantageous in a variety of engineering applications. These structures possess a unique combination of advantages, including low density, high specific strength, and excellent mechanical properties that contribute to their effectiveness in mitigating vibrations and absorbing energy during dynamic loads. In this paper, the free vibration analysis of a sandwich plate consisting of functionally graded (FG) lead zirconate titanate (PZT) surface layers and a foam core layer is addressed using the finite element analysis (FEA). The surface layers consist of the functional distribution of PZT-8 and PZT-5H, while the foam core layer is constructed from SUS304. The upper face of the PZT surface layers is specified as PZT-8, and the lower faces as PZT-5H. In the analysis, the effect of different boundary conditions, plate aspect ratios, the power law parameter of PZT layers, and the foam void ratio on the vibration behavior of the sandwich plate is examined. The first six vibration modes of the sandwich plate are considered in the analysis. Convergence analysis is performed in the finite element discretization of the plate to determine acceptable mesh sizes. According to the data collected, it has been determined that the parameters considered significantly affect the vibration characteristics of the sandwich plate, and that lightweight, energy-absorbing, and durable sandwich plates that can adapt to the desired environment can be modeled by optimally selecting these parameters.

Keywords: FGM plate, metallic foam core, PZT-8, PZT-5H, free vibration analysis.

1. INTRODUCTION
Sandwich plates have garnered significant attention in engineering science due to their unique structure composed of a lightweight core sandwiched between two outer layers, offering enhanced mechanical properties such as strength, stiffness, and energy absorption. This analysis synthesizes various studies highlighting the structural behaviors, thermomechanical properties, and applications of sandwich plates (Aktaş, 2024). Sandwich plates can be constructed with various core materials, including foam, honeycomb, and composite materials, each offering distinct advantages concerning mechanical properties. Foam cores specifically are recognized for their lightweight nature, high energy absorption capacity, and ability to provide good mechanical stability (Al-Khazraji et al., 2022; Shishir et al., 2022). Studies have demonstrated that foam-filled sandwich plates exhibit a notable reduction in weight compared to their solid counterparts while still maintaining an adequate load-bearing capacity (Al-Khazraji et al., 2022). This lightweight nature is paramount in aerospace applications. Foam core sandwich plates exhibit unique mechanical properties that make them attractive for various high-performance applications. The inherent lightweight nature of these structures leads to lower material usage, thus contributing significantly to weight savings. This characteristic is particularly beneficial in industries where reducing weight is critical to enhancing performance

and efficiency, such as aerospace and automotive (Samlal & Santhanakrishnan, 2022). For instance, Samlal and Santhanakrishnan note that foam core composites can withstand significant loads, attributed to their favorable mechanical characteristics, such as good buckling resistance and configurability across varying temperature ranges. Moreover, interactions between core and face sheets critical to load bearing performance are often highlighted in various studies, indicating the significance of adhesive quality in transmitting shear forces effectively (Romli et al., 2022). The selection of core material significantly influences the overall mechanical performance of foam core sandwich plates. Several studies have explored the effects of different core materials, such as polyurethane (PU), polyethylene (EPP), and syntactic foams, indicating variations in tensile strength and energy absorption capabilities (Khaledi & Rostamiyan, 2022; X. Zhao et al., 2020). For instance, Zhao et al. illustrate how the crunching of a foam core under compressive load decreases its integrity, which can influence the plates' load-bearing capacity during impact events, contributing to observed failure modes (T. Zhao et al., 2022). Additionally, research by Khan et al. on hexagonal honeycomb structures under various loading scenarios emphasizes the role of core architecture in enhancing load-carrying capabilities (Khan et al., 2020). Recent advancements in composite technology have yielded novel designs and hybrid materials that enhance the mechanical performance of foam core sandwich plates (Aktaş, 2025; Esen et al., 2025). For example, the introduction of carbon and glass fiber reinforcements into the composite structures has been shown to improve flexural strength and energy absorption capacities significantly. According to Zhao et al., hybrid composites utilizing carbon fiber in combination with foam cores not only showcase enhanced mechanical properties but also exhibit increased energy absorption during impact events (T. Zhao et al., 2022). Moreover, hybrid configurations incorporating various core materials have introduced multi-functionality into these sandwich structures, where the performance can be tailored to specific applications. For instance, studies on the effect of core density on bending performance have shown promising results highlighting how density adjustments can optimize application-specific properties (Huang et al., 2023).

Free vibration analysis of sandwich foam core plates is a significant area of study within mechanical and aeronautical engineering. The free vibration characteristics of sandwich foam core plates are influenced by several parameters, including core material properties, layer thickness, boundary conditions, and the configuration of the face sheets. Various analytical and numerical methods have been developed to study these effects. For example, Al-Khazraji et al. proposed an analytical solution for laminated honeycomb plates, validating their results through numerical simulations, which revealed important insights into the vibrational modes influenced by structural parameters (Al-Khazraji et al., 2022). Similarly, Shishir et al. conducted free vibration analyses on polymer pin-reinforced foam core plates, demonstrating how reinforcement significantly enhances the vibrational performance of the plates (Shishir et al., 2022). The choice of core material also plays a critical role in determining the natural frequencies of the plates. Jiang et al. examined the damping properties of composite honeycomb plates and observed that fillings of soft foam can lead to enhanced vibration damping capabilities compared to traditional configurations (Jiang et al., 2025). This finding suggests that foam cores may provide additional damping, thus improving the performance of the sandwich structures under dynamic loading conditions. Both numerical simulations and experimental methods are employed to ascertain the free vibration characteristics of sandwich foam core plates. Numerical techniques such as the finite element method (FEM) have been extensively utilized due to their efficiency in handling complex geometries and boundary conditions (Farsani et al., 2020; Pourriahi et al., 2021). For instance, Momeni and Zabihollah applied modified layer wise theory in their analysis of foam-based laminated sandwich plates, showcasing the efficacy of numerical approaches in capturing the dynamic behavior under random loading conditions (Momeni & Zabihollah, 2025).

This study provides a detailed analysis of the free vibration behavior of a sandwich plate with PZT surface layers and a metallic foam core layer. The effects of foam porosity ratio, plate aspect ratio, power law index, and boundary conditions on the plate's free vibration behavior are determined, yielding significant results. It is anticipated that the work that has been presented will prove to be advantageous in the process of developing lightweight sandwich constructions that are capable of absorbing a significant amount of energy without compromising their resistance to deformation.

2. BACKGROUND OF MATHEMATICAL FORMULATIONS

A schematic representation of the sandwich plate, consisting of a metallic foam core layer and FG PZT surface layers, with dimensions represented by l_x, l_y, and h, is illustrated in Figure 1. The total thickness of the plate is defined by the equation $h=h_{core}+2h_{pzt}$. The core of the sandwich plate is formed by SUS304 metallic foam, while the surface plates are formed by FG PZT. The upper surface of the FG surface plates is PZT-8 rich, while the lower surface is PZT-5H rich.

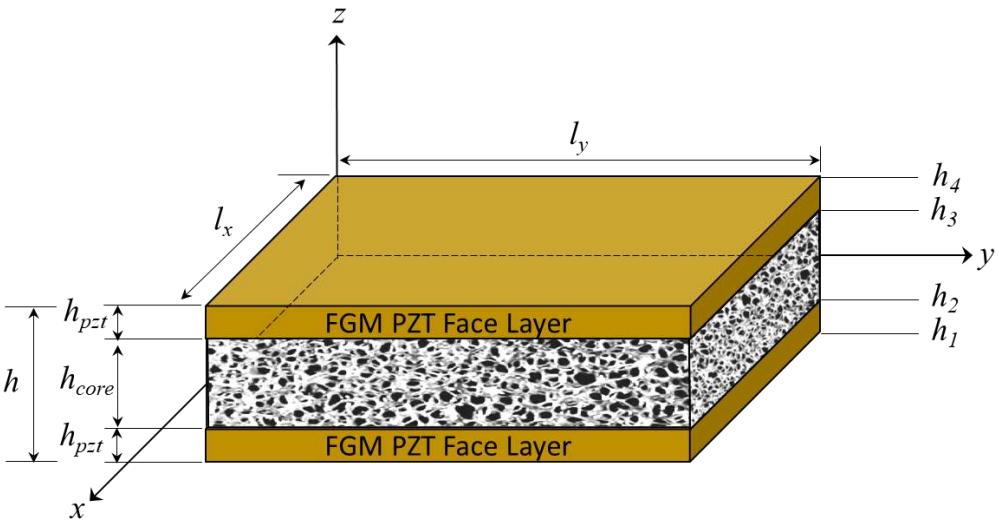


Figure 1. Schematic representation and size parameters of the sandwich plate

The material characteristics of the top and bottom FGM plates are established by the arrangement of PZT-8 and PZT-5H according to a power law distribution. It is possible to determine the effective material qualities of surface layers by using the power law function in the following manner (Aktaş & Esen, 2025; Amini et al., 2015):

$$P_{effective}^{top}(z) = (P_{PZT\,8} - P_{PZT\,5H})\left(\frac{2z - h_{core}}{2h_{pzt}}\right)^n + P_{PZT\,5H}, \qquad \frac{h_{core}}{2} \le z \le \frac{h_{core}}{2} + h$$

$$P_{effective}^{bottom}(z) = (P_{PZT\,8} - P_{PZT\,5H})\left(1 + \frac{2z + h_{core}}{2h_{pzt}}\right)^n + P_{PZT\,5H}, \qquad -\frac{h_{core}}{2} - h_{pzt} \le z \le -\frac{h_{core}}{2} \tag{1}$$

where $P_{effective}$ represents efficient material constants such as Young's modulus, density and Poisson's ratio; $P_{PZT\,8}$ and $P_{PZT\,5H}$ represent the properties of the top and bottom surfaces of the respective layers; and n refers to the power law parameter. The core plate is presumed to be

porous, and it is considered that the porosity distribution is uniform throughout the core plate. The Young's modulus, Poisson's ratio, and density of the porous core plate can be calculated as follows (Aktaş & Güvenç, 2024; Yang et al., 2018):

$$E_{core}(z) = E_{SUS304}(1-\alpha)$$

$$\nu_{core}(z) = \nu_{SUS304}(1-\alpha) \quad (2)$$

$$\rho_{core}(z) = \rho_{SUS304}(1-\alpha)$$

where α represents the volume fraction of porosity.

3. RESULTS AND DISCUSSION

In this section, the free vibration analysis of foam core sandwich plates is examined using FEA with parameters such as porosity ratio, aspect ratio, edge boundary conditions, power law parameter, and foam porosity ratio. In the analysis, the geometric parameters of the plate are considered as $l_x = l_y = 0.2$ m, $h = a/10$, $h_{core} = 0{,}6h$ ve $h_{pzt} = 0{,}2h$. The mechanical material properties of SUS304, PZT-5H, and PZT-8 are presented in Table 1.

Table 1. Material properties of SUS304, PZT-5H and PZT-8.

Parameter	SUS304	PZT-5H	PZT-8
E (GPa)	200	-	
v	0.32	-	
ρ (kg/m^3)	8000	7500	7600
Elastic coefficients (GPa)			
$C_{11} = C_{22}$	-	126	137
C_{33}	-	117	123
C_{12}	-	79.1	69.9
$C_{13} = C_{23}$	-	83.9	71.1
$C_{44} = C_{55}$	-	23	31.3
C_{66}	-	23.5	44.13

3.1. Convergence analysis

To obtain consistent results from the analyses, convergence analysis is performed for the first six natural frequencies of the sandwich plate under CFFF boundary conditions with the specified size parameters, and the results are provided in Table 2.

Table 2. Convergence analysis of plate with CFFF boundary conditions ($\alpha = 0, n = 0$).

Mesh	4x4	8x8	12x12	16x16	20x20
w_1	311.46	311.14	311.08	311.06	311.06
w_2	751.68	750.88	750.71	750.64	750.63
w_3	1879.12	1876.10	1875.64	1875.46	1875.42
w_4	2396.26	2392.03	2391.72	2391.66	2391.64
w_5	2719.90	2713.58	2712.75	2712,45	2712.30
w_6	4715.69	4695.34	4693.42	4692,99	4692.63

As shown in Table 2, a 16 x 16 mesh size is acceptable for the sandwich plate under consideration and is sufficient for accurate results.

3.2. Free vibration analysis

In this section, the variation in natural frequency values for the first six vibration modes of the foam-core sandwich plate is examined for four different porosity ratios ($\alpha = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4$), three different boundary conditions (CCCC, CFFF, and CFCF), three different aspect ratios ($a/b = 0.5, 1, 2$), and five different power law parameters ($n = 0, 1, 2, 5, 100$) through the FEA method. Table 3 illustrates the variation in the free vibration response of the first six vibration modes of the proposed sandwich plate according to the core plate porosity ratio, using FEA results. As shown in the table, the natural frequency values for the first six vibration modes increase with increasing α. For the first vibration mode, there is a 2.93% increase between $\alpha = 0.1$ and $\alpha = 0.4$. This increase in natural frequency can be attributed to the greater decrease in the mass of the sandwich structure relative to the stiffness coefficient.

Table 3. Variation in natural frequency according to the porosity ratio ($n = 1; a/b = 1$).

		w_n (Hz)					
BC	α	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4	Mode 5	Mode 6
CFFF	0.1	299.05	708.73	1773.70	2241.80	2269.00	2511.20
	0.2	301.25	717.05	1788.40	2249.00	2257.60	2534.50
	0.3	304.16	726.18	1805.90	2224.30	2277.40	2560.80
	0.4	307.84	736.13	1826.40	2193.70	2301.40	2589.80

The variation of the free vibration response of the first six vibration modes of the sandwich plate under different boundary conditions is presented in Table 4. As shown in the table, the natural frequency values are significantly affected by the boundary conditions. The highest natural frequency values are obtained with the CCCC boundary conditions, while the lowest natural frequency values are obtained for the CFFF boundary condition.

Table 4. Variation in natural frequency based on the boundary conditions ($n = 1; \alpha = 0.2$).

	w_n (Hz)					
BC	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4	Mode 5	Mode 6
CFFF	301.25	717.05	1788.40	2249.00	2257.60	2534.50
CFCF	1856.10	2171.60	3482.20	4849.10	5259.00	6092.90
CCCC	2949.40	5732.60	5732.60	8128.50	9664.30	9746.40

Table 5 presents the analysis of the variation in the natural frequency values of the sandwich plate according to its aspect ratio under CFFF boundary conditions. The natural frequency values of the first six vibration modes of the sandwich plate are obtained according to three different aspect ratios. As shown in the table, when the aspect ratio increases from 0.5 to 2, the first mode natural frequency value increases from 297.91 Hz to 1192.50 Hz. The reason for this increase is that the increased aspect ratio significantly increases the plate's bending resistance. When the natural frequency data for $l_y/l_x = 0.5$ and $l_y/l_x = 1$ are examined in the table, it is seen that the Mode 2, Mode 5, and Mode 6 frequency values are higher for $l_y/l_x = 0.5$, while the other mode frequencies are lower. This difference is due to the torsional modes being more dominant in Mode 2, Mode 5, and Mode 6.

Table 5. Variation in natural frequency according to the aspect ratio ($n = 1; \alpha = 0.2$).

		w_n (Hz)					
BC	l_y/l_x	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4	Mode 5	Mode 6
CFFF	0,5	297.91	1190.10	1481.60	1798.70	3778.70	4801.50
	1	301.25	717.05	1788.40	2249.00	2257.60	2534.50
	2	1192.50	1763.00	3243.50	5607.20	5882.50	6619.30

The variations in the first six vibration modes of the sandwich plate's free vibration response according to the power law index are provided in Table 6. As shown from the table, a significant decrease is observed in natural frequency values with increasing power law parameters. For $n = 0$ and $n = 100$ power law parameters, there has been a 9.27% decrease in the first mode natural frequency values. The reason for these decreases is that with the increasing power law parameter, the properties of the bottom and top plates have converged from PZT-8 to PZT-5H, and the stiffness properties of PZT-5H are lower.

Table 6. Variation in natural frequency based on the power law index ($\alpha = 0.2; a/b = 1$).

BC	n	w_n (Hz)					
		Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4	Mode 5	Mode 6
CFFF	0	315.86	745.84	1867.30	2285.20	2362.40	2638.70
	1	301.25	717.05	1788.40	2249.00	2257.60	2534.50
	2	296.30	707.06	1761.30	2221.90	2236.70	2498.50
	5	291.32	696.89	1733.90	2186.00	2224.30	2462.00
	100	286.58	687.11	1707.70	2151.80	2212.60	2426.90

4. CONCLUSIONS

In this paper, the free vibration behavior of sandwich plates with foam cores and PZT surface layers is examined using FEA. SUS304 is used in the core layer of the sandwich plate, while functionally graded PZT-8 and PZT-5H are used in the surface layers. The free vibration analysis of the sandwich plates is examined according to the foam porosity ratio, plate aspect ratio, boundary conditions, and power law distribution. As a result of the analysis studies, some important conclusions are drawn. Increasing the porosity ratio of the foam core layer has led to a significant increase in natural frequency values. This increase is attributed to the fact that the plate's stiffness property decreases less than its mass values. Natural frequency values are significantly affected by boundary conditions. The highest natural frequency values are obtained with CCCC boundary conditions, while the lowest natural frequency values are obtained for the CFFF boundary condition. Significant changes have occurred in the natural frequency values with the increasing aspect ratio. When the results are examined as a general trend, the natural frequency values have increased with the increasing aspect ratio. This increase in natural frequency is attributed to the increased bending stiffness of the plate. For ratios of 0.5 and 1, the changes in natural frequency in certain modes are attributed to the dominant torsional behavior in some modes of the plate. Additionally, it is observed that the natural frequency values decreased significantly with an increasing power law parameter. This decrease is attributed to the bottom and top plate properties approaching those of PZT-5H from PZT-8 with an increasing power law parameter and the lower stiffness properties of PZT-5H. It is believed that the presented work will be beneficial in the development of lightweight sandwich structures with high energy absorption capability without compromising their stiffness properties. It is expected that this work can be extended and used in vibration control and stiffness modification applications with smart materials.

REFERENCES

Aktaş, K. G. (2024). Investigation of Thermomechanical Material Properties of Functionally Graded Sandwich Composite Plates with Metamaterial Honeycomb Core Layer. Gazi Journal of Engineering Sciences, 10(3), 645–656.

Aktaş, K. G. (2025). Analysis of Mechanical and Thermal Material Characteristics of GPL-Reinforced Double-FG Composite Nanoplates under Temperature Load. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji, 13(1), 341–354. https://doi.org/10.29109/gujsc.1577831

Aktaş, K. G., & Esen, İ. (2025). Dynamic Response Analysis and Active Vibration Control of the Smart Sandwich Composite Plate with FGM Core Layers and MIMO FGPM Actuators and Sensors. International Journal of Mechanical System Dynamics, 5(1), 3–19. https://doi.org/10.1002/msd2.70001

Al-Khazraji, M. S., Jweeg, M. J., & Bakhy, S. H. (2022). Free Vibration Analysis of a Laminated Honeycomb Sandwich Panel: A Suggested Analytical Solution and a Numerical Validation. Journal of Engineering Design and Technology, 22(2), 316–343.

Amini, Y., Emdad, H., & Farid, M. (2015). Finite element modeling of functionally graded piezoelectric harvesters. Composite Structures, 129, 165–176.

Esen, I., Aktaş, K. G., & Pehlivan, F. (2025). Investigation of the Critical Buckling Temperatures and Free Vibration Response of Porous Functionally Graded Magneto-Electro-Elastic Sandwich Higher-Order Nanoplates with Temperature-Dependent Material Properties. Journal of Vibration Engineering and Technologies, 13(2), 162. https://doi.org/10.1007/s42417-024-01542-6.

Farsani, S. R., Ramian, A., Jafari-Talookolaei, R., Valvo, P. S., & Abedi, M. (2020). Free Vibration Analysis of Rectangular Sandwich Plates with Compressible Core and Various Boundary Conditions. Journal of Sandwich Structures & Materials, 23(8), 4077–4106.

Güvenç, M. A., & Aktaş, K. G. (2024). Numerical and Analytical Free Vibration Analysis of Composite Plate with Auxetic Core Layer and Functionally Graded Surface Layers. ASREL, 3(2), 158–174. https://doi.org/10.56753/ASREL.2024.2.6

Huang, P., Gao, Q., Su, X., Feng, Z., Sun, X., & Zu, G. (2023). Effect of Core Density on the Three-Point Bending Performance of Aluminum Foam Sandwich Panels. Materials, 16(22).

Jiang, W., Liu, J., Wang, P., Zhou, J., & Huang, W. (2025). Damping Properties of Composite Honeycomb Sandwich Plates With Negative Poisson's Ratios. Journal of Sandwich Structures & Materials, 27(8), 1608–1626.

Khaledi, H., & Rostamiyan, Y. (2022). Compressive and Bending Behavior of Foam-Filled Composite Sandwich Panel With Novel M-Shaped Core Reinforced by Nano-Silica. Journal of Thermoplastic Composite Materials, 36(6), 2482–2504.

Khan, M. S., Abdul-Latif, A., Koloor, S. S. R., Petrů, M., & Tamin, M. N. (2020). Representative Cell Analysis for Damage-Based Failure Model of Polymer Hexagonal Honeycomb Structure Under the Out-of-Plane Loadings. Polymers, 13(1), 52.

Momeni, S., & Zabihollah, A. (2025). Effect of Core Material on Random Vibration Behaviour of Foam-Based Laminated Sandwich Panels Using a Modified Layerwise Theory. Materials Research Express, 12(1), 15701.

Pourriahi, V., Heidari-Rarani, M., & Isfahani, A. T. (2021). Influence of Geometric Parameters on Free Vibration Behavior of an Aluminum Honeycomb Core Sandwich Beam Using Experimentally Validated Finite Element Models. In Journal of Sandwich Structures \& Materials.

Romli, N. K., Rejab, M. R. M., Jiang, X. X., Soffie, S. M., & Ishak, M. (2022). Mechanical Response of Galvanised Steel Sandwich Structure With Different Numbers of Web Core and Different Spacing Distance of Web Plate Under Bending Load. Journal of Mechanical Engineering and Sciences, 9289–9306. https://doi.org/10.15282/jmes.16.4.2022.10.0734

Samlal, S., & Santhanakrishnan, R. (2022). Low-Velocity Impact Behavior of Foam Core Sandwich Panels With Inter-Ply and Intra-Ply Carbon/Kevlar/Epoxy Hybrid Face Sheets. Polymers, 14(5), 1060. https://doi.org/10.3390/polym14051060
Shishir, M. A. R., Zhang, Z., Cai, D., Wang, X., & Xu, Q. (2022). Free Vibration Analysis of Polymer Pin-Reinforced Foam Core Sandwich Composite Panels. Journal of Reinforced Plastics and Composites, 42(3–4), 163–176.
Yang, J., Chen, D., & Kitipornchai, S. (2018). Buckling and free vibration analyses of functionally graded graphene reinforced porous nanocomposite plates based on Chebyshev-Ritz method. Composite Structures, 193(March), 281–294.
Zhao, T., Yang, J., Chen, J., & Guan, S. (2022). Review of Carbon Fiber-Reinforced Sandwich Structures. Polymers and Polymer Composites, 30.
Zhao, X., Li, T., & Zhang, F. (2020). Mechanical Behavior of Sandwich Panels With Hybrid PU Foam Core. Advances in Civil Engineering, 2020(1).

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF PRINTING SPEED ON THE VIBRATION BEHAVIOR OF FFF 3D PRINTERS

Fatih PEHLİVAN
Karabük University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Mechanical Engineering, 78050 Karabük, Türkiye
ORCID: 0000-0003-2675-6124
Kerim Gökhan AKTAŞ
Karabük University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Mechanical Engineering, 78050 Karabük, Türkiye
ORCID: 0000-0002-8076-6799

ABSTRACT
Fused Filament Fabrication (FFF) is a popular 3D printing method, but the speed of the printing process can cause vibrations that negatively affect the final product quality. This study aims to understand how different printing speeds change the vibration behavior of a 3D printer. For this purpose, 20 x 20 x 5 mm plates were printed using Polylactic Acid (PLA) with a Grill pattern. The experiments focused on four specific printing speeds: 60, 90, 120, and 150 mm/s. During the printing process, vibration data was recorded from the *x*, *y* and *z* axes. The results showed a clear relationship between speed and vibration levels. The analysis revealed that higher speeds lead to significantly higher vibrations. Specifically, the 150 mm/s speed caused the highest acceleration amplitudes, making the process less stable. On the other hand, the 60 mm/s speed resulted in the lowest vibration, providing a much more stable printing environment. These findings suggest that while faster printing is efficient, it increases the risk of instability. Therefore, choosing the right speed is essential for balancing efficiency and print quality in additive manufacturing.
Keywords: 3D printing, FFF, printing speed, vibration analysis, grill pattern.

1. INTRODUCTION
Additive Manufacturing (AM), widely known as 3D printing, has transformed modern production by enabling the creation of complex geometries directly from digital designs. Among the various AM techniques available, Fused Filament Fabrication (FFF) is the most extensively used method due to its low cost, wide material availability, and simplicity (Behseresht et al., 2024; Hasanzadeh et al., 2023; Sola, 2022). FFF technology constructs parts by depositing melted thermoplastic material layer by layer. This technology is currently applied in numerous industries, including automotive, aerospace, and medical fields, for both prototyping and functional part manufacturing (Kantaros et al., 2023; Simunec et al., 2023; T. et al., 2020).

However, despite the widespread adoption of FFF, maintaining high print quality and dimensional accuracy remains a significant challenge. The physical movement of the printer's mechanical components directly affects the final output. Specifically, the dynamic behavior of the gantry system and the extruder create inertial forces during operation (Wolf et al., 2024). These forces often lead to unwanted vibrations, particularly when the machine changes direction rapidly. Excessive vibration can cause surface defects, such as poor surface finish, and may reduce the mechanical strength of the printed parts (Białas et al., 2023; KAM et al., 2018). Therefore, controlling machine vibration is essential for ensuring reliable manufacturing.

One of the most critical process parameters influencing these vibrations is the printing speed. In industrial applications, there is a strong demand for higher printing speeds to reduce

production time and increase efficiency (Kartal & Kaptan, 2024). However, increasing speed often compromises the stability of the printer. Higher speeds result in higher acceleration and deceleration forces, which can excite the natural frequencies of the printer frame (Kopets et al., 2021). Consequently, there is a trade-off between speed and quality. Understanding how different speed levels affect the vibration spectrum is crucial for optimizing the FFF process.

This study aims to experimentally investigate the effect of printing speed on the vibration behavior of an FFF 3D printer. To isolate the effect of speed, a constant Grill (Grid) infill pattern was used for all specimens. Vibration data were recorded from the x, y and z axes of the printer during the fabrication of PLA plates. The experiments were conducted at four distinct printing speeds: 60, 90, 120, and 150 mm/s. By analyzing the acceleration amplitudes at these specific speeds, this research seeks to determine the relationship between operational speed and dynamic stability, providing insights for minimizing vibration-induced defects.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Design of the samples

In this work, 3D printing samples for vibration data were created using the FFF method. The studies were carried out at four distinct print speeds: 60, 90, 120, and 150 mm/s. The specimens were created using Creality Slicer Sliding software, with dimensions of 20 x 20 x 5 mm and an infill rate of 30%, as illustrated in Figure 1.

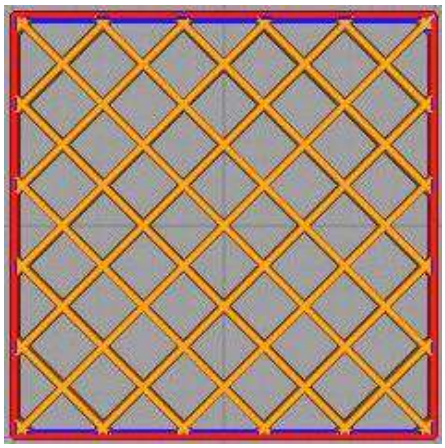


Fig. 1. *Design of specimens in grill patterns*

2.2. Production of the design

The samples were created using PLA material and a Creality Ender-5 S1 model FFF 3D printer. Adjusting the printing speeds allowed us to achieve the best possible print quality and mechanical performance. Figure 2 shows a sample of the specimens, which were all created according to the specified criteria.

Table 1. Printing parameters

Properties	**Values**
Printing speed	60-90-120-150 mm/s
Layer thickness	0,2 mm
Bad / nozzle temperature	60 ºC / 210 ºC
Infill rate	% 30



Fig. 2. *Sample of the manufactured pattern*

2.3. Analysis of vibration

The acceleration measurements were collected using an accelerometer during the sample fabrication process, as seen in Figure 3. Three samples were manufactured and measured for every speed. The acceleration amplitudes were compared and analyzed using the acquired data.



Fig. 3. An example of sample production and acceleration measurements

3. RESULTS AND DISCUSSION

This study assessed the acceleration amplitudes resulting from the fabrication of samples made at different printing speeds using the FFF method. Figure 4 illustrates the generated acceleration-time curves. The graphic facilitates the analysis of how different printing speeds affect vibration performance.

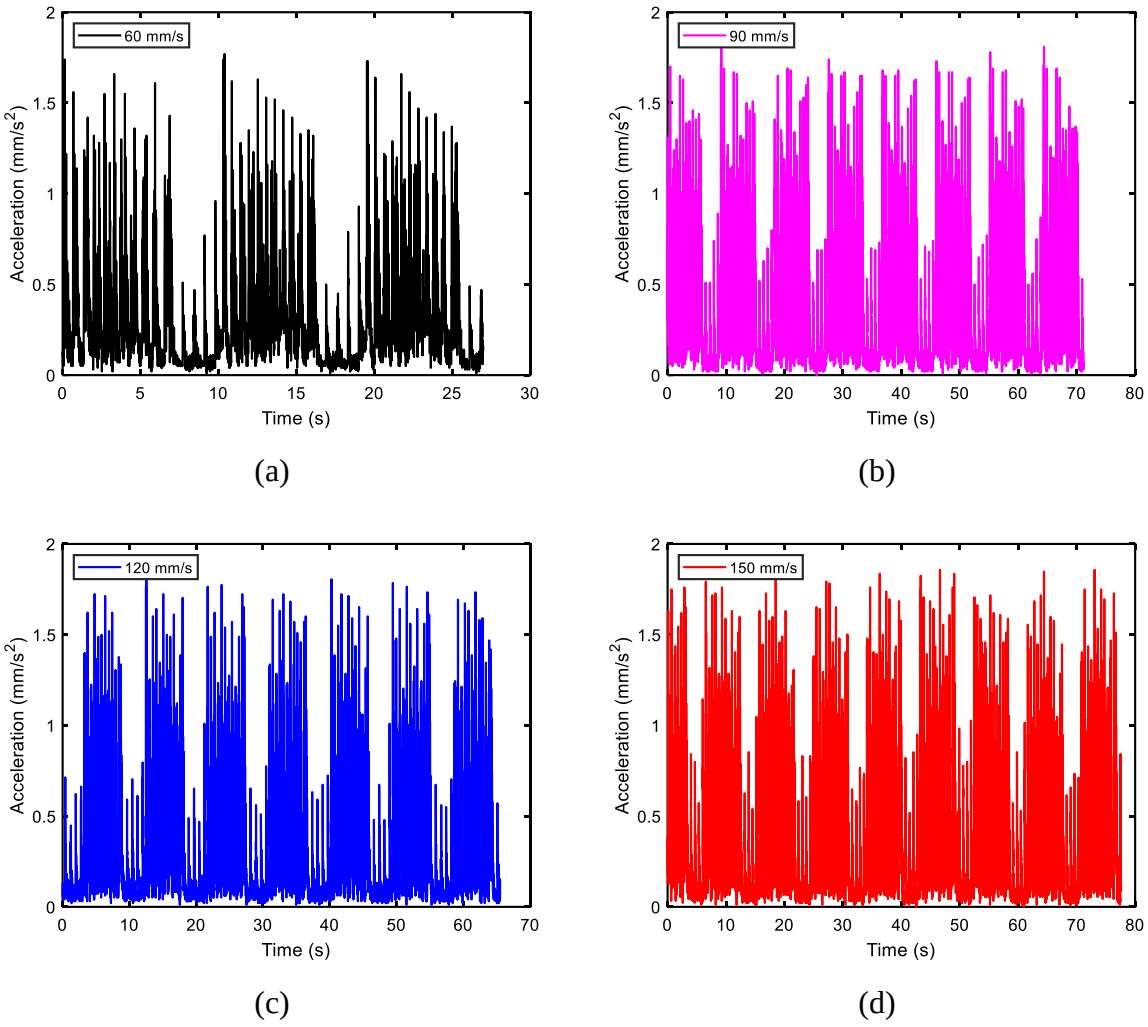


Fig. 4. Results of the experiment

When the graphs are examined, the most significant change created by the increase in printing speed in the acceleration-time history is the temporal density of the response signals. In the data obtained at 60 mm/s, significant gaps and lower amplitude regions are observed between the acceleration peaks as shown in Figure 4a. This indicates that the time between nozzle changes is long enough to allow the system to dampen. In other words, a second movement does not begin until the vibration caused by the first movement has been damped. When the speed is increased to 150 mm/s (Figure 4d), the acceleration signals become a continuous and dense "noise block". The disappearance of the gaps between the peaks indicates that the system is under continuous excitation and that a new acceleration begins before the inertial forces created by the previous movement have been damped. This situation causes a "dynamic accumulation" effect, increasing the resonance tendency of the system.

A positive correlation was found between printing speed and maximum acceleration amplitudes. In Figure 4a (60 mm/s), instantaneous maximum acceleration values generally range around 1.5 mm/s² and rarely peak; while in Figure 4d (150 mm/s), acceleration values systematically adhere to the 1.8 - 1.9 mm/s² range. According to Newton's second law, increasing acceleration values create much higher inertial forces on the printer's moving axes (gantry) and belt-pulley mechanism. These high forces push the torque limits of the stepper motors, increasing the risk of "layer shifting" and creating a basis for "ghosting" defects in surface quality.

CONCLUSIONS

In this study, the effects of different printing speeds (60, 90, 120, and 150 mm/s) on printer dynamics and vibration behavior in Fused Filament Fabrication (FFF) methods were experimentally investigated. Acceleration data obtained from plates produced using a grid infill pattern and PLA material revealed a direct and positive correlation between printing speed and mechanical vibration levels. The findings indicate that increasing speed reduces the dynamic stability of the system and significantly increases vibration amplitudes.

Examining the vibration graphs in the time domain, it was observed that at a printing speed of 60 mm/s, the acceleration responses exhibited a lower frequency and more controlled distribution, providing the most stable printing environment. In contrast, when the printing speed was increased to 150 mm/s, the intensity and magnitude of acceleration amplitudes increased significantly due to sudden nozzle changes and increased inertial forces. This high vibration regime at 150 mm/s increases the mechanical load on the printer axes, negatively impacting the stability of the process.

The results of this study clearly highlight the critical trade-off between efficiency (speed) and print quality (stability) in additive manufacturing processes. While high speeds save time by shortening production times, the high acceleration values measured at these speeds are considered to carry the risk of degrading the surface quality and reducing dimensional accuracy of the final product. Conversely, the minimum vibration level obtained at low speeds offers a safe operating range for higher quality outputs.

In conclusion, to achieve optimum production standards in FFF-based 3D printers, the print speed must be optimized considering the vibration limits of the machine. This study demonstrates that print speed is a critical control parameter for operators who want to minimize vibration-induced production errors. In future studies, directly correlating this vibration data with surface roughness and mechanical strength tests will provide a more comprehensive contribution to the literature on speed optimization.

REFERENCES

Behseresht, S., Park, Y. H., Love, A., Pastrana, O. A. V., Behseresht, S., Park, Y. H., Love, A., & Pastrana, O. A. V. (2024). Application of Numerical Modeling and Finite Element Analysis in Fused Filament Fabrication: A Review. *Materials*, *17*(17). https://doi.org/10.3390/ma17174185

Białas, K., Dymarek, A., & Dzitkowski, T. (2023). IMPACT OF 3D PRINTER VIBRATION REDUCTION ON THE QUALITY OF ITS PRINTOUT. *International Journal of Modern Manufacturing Technologies*. https://doi.org/10.54684/ijmmt.2023.15.2.79

Hasanzadeh, R., Mihankhah, P., Azdast, T., Aghaiee, S., Park, C. B., Hasanzadeh, R., Mihankhah, P., Azdast, T., Aghaiee, S., & Park, C. B. (2023). Optimization of Process

Parameters of Fused Filament Fabrication of Polylactic Acid Composites Reinforced by Aluminum Using Taguchi Approach. *Metals*, *13*(6). https://doi.org/10.3390/met13061013
KAM, M., SARUHAN, H., & İPEKÇİ, A. (2018). Investigation the Effects of 3D Printer System Vibrations on Mechanical Properties of the Printed Products. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, *36*, 655–666.
Kantaros, A., Soulis, E., Petrescu, F. I. T., Ganetsos, T., Kantaros, A., Soulis, E., Petrescu, F. I. T., & Ganetsos, T. (2023). Advanced Composite Materials Utilized in FDM/FFF 3D Printing Manufacturing Processes: The Case of Filled Filaments. *Materials*, *16*(18). https://doi.org/10.3390/ma16186210
Kartal, F., & Kaptan, A. (2024). Response of PLA material to 3D printing speeds: A comprehensive examination on mechanical properties and production quality. *European Mechanical Science*, *8*(3), 137–144. https://doi.org/10.26701/ems.1395362
Kopets, E. E., Yu. Kolev, G., Vatnik, V. M., Karimov, A. I., & Rybin, V. G. (2021). Mechanical Vibration Analysis of a Gantry 3D Printer. *2021 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (ElConRus)*, 956–960. https://doi.org/10.1109/ElConRus51938.2021.9396599
Simunec, D. P., Jacob, J., Kandjani, A. E. Z., Trinchi, A., & Sola, A. (2023). Facilitating the additive manufacture of high-performance polymers through polymer blending: A review. *European Polymer Journal*, *201*, 112553. https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2023.112553
Sola, A. (2022). Materials Requirements in Fused Filament Fabrication: A Framework for the Design of Next-Generation 3D Printable Thermoplastics and Composites. *Macromolecular Materials and Engineering*, *307*(10), 2200197. https://doi.org/10.1002/mame.202200197
T., S., P., S., & M.S., A. (2020). A review on advancements in applications of fused deposition modelling process. *Rapid Prototyping Journal*, *26*(4), 669–687. https://doi.org/10.1108/RPJ-08-2018-0199
Wolf, J., Werkle, K. T., & Möhring, H.-C. (2024). Study on Dynamic Behaviour in FFF 3D-printing with Crossed Gantry Kinematic. *Procedia CIRP*, *121*, 162–167. https://doi.org/10.1016/j.procir.2023.09.244

FROM STREETS TO PARLIAMENT: MAPPING THE MOVEMENT-TO-PARTY PIPELINES IN CONTEMPORARY DEMOCRACIES

Gilda Hoxha
Mediterranean University of Albania

The growing visibility of movements-born parties marks one of the most significant transformations in contemporary democratic politics. This paper examines how social movements evolve into political parties by conceptualizing the movement-to-party pipeline. A dynamic process through which organizational structures, leadership practices, collective identities, and mobilization repertories shift from contentious to electoral arenas. Drawing on insights from social movements theories and party formation literature, the paper maps the key stages of this transition, agenda consolidation, leadership crystallization, resource reallocation, and institutional adaptation. It argues that the pipeline is neither linear nor inevitable, rather it's shaped by political opportunities, internal democratic cultures, and the strategic calculation of activist navigating between protest and representation.

Through comparative examples from Europe, including Podemos, the Five Star Movement, and emerging environmental and anti-corruption initiatives in the Western Balkans, the analysis highlights how movement logics interact with party politics to produce hybrid organizational forms. The paper also explores the tensions that arise when participatory and horizontal movement practices encounter the vertical demands of electoral competition. By mapping these pathways, the study contributes to understanding how movements reshape democratic representation, expand political participation, and introduce new forms of political innovation, while also facing risks of co-operation, bureaucratization, and identity transformation.

Kew Words: Social Movements, Political Representation, Hybrid Organization, Democratic Innovation, Political Opportunities.

Introduction

In the last decade, the boundaries between protest arenas and formal politics have become increasingly porous. Social movements that once relied primarily on contentious action, demonstration, occupations, digital mobilization, have begun to translate their activism into electoral projects, giving rise to new political parties with movements origins, this transformation has produced what scholars describe as movement parties (Kitschelt, 2006) and reflects a broader restricting of democratic participation in contemporary societies.

The evolution from street-level activism to parliamentary representation challenges traditional distinction between civil society and party politics. Social movements not only contest public policies but also generate political identities, leadership networks, and organizational cultures that can serve as foundations for party formations (Tarrow, 2011). Della Porta argues, movements increasingly function as sites of democratic experimentation, developing participatory practices that new parties attempt to institutionalize, often with mixed results.

This movement, to party transition is neither linear nor guaranteed. It unfolds through moments of strategic choice, internal debate, resource reallocation, and identity negotiation (Giugni, 1995). Political opportunities, such as crises of party system, corruption scandals, or declining public trust, create openings for activists to enter electoral politics (Kriesi, 2015). At the same time, internal dynamics such as leadership emergence, participatory norms, and organizational cohesion determine whether movements can successfully convert mobilization into durable representation.

Recent European cases, such as Podemos or Five Star Movement, illustrate how movement logic can shape party structures, communication, and decision-making cultures (Donatella della Porta, 2017). Similar dynamics are emerging in the Western Balkans, where environmental and

snit-corruption movements increasingly articulate political alternative in contexts marked by institutional distrust and democratic fatigue. Understanding how movements become parties is essential for evaluating new forms of political participation and the future of democratic representation. By examining the movement to party pipeline, this paper contributes to ongoing debates on institutionalization, democratic innovation, and the transformation of contentious politics in contemporary democracies.

Political Opportunities and Systemic Openings

The first dimension of the movement to party pipeline concerns political opportunity structures. Political opportunities refer to consistent, but not necessarily formal features of the political environment that shape actors' expectations of success (Tarrow, 2011). Periods of party system volatility, economic crisis, corruption scandals, or declining voter turnout can lower barriers to entry for new political actors and encourage movements to pursue electoral strategies (Kriesi, 2015). In contemporary democracies, weakened political party identification and the erosion of traditional cleavage-based parties have created fertile ground for movement-born parties (Mair, 2013). Movements interpret these systemic crises as signals that protest alone may be insufficient and that electoral intervention is necessary to secure policy influence or democratic renewal (Giugni, 1995). However, opportunity structures do not mechanically produce party formation. Following della Porta, opportunities are mediated by activist's perceptions, organizational cultures, and ideological orientations. Some movements interpret instructional openings as risks of co-optation, while others view them as necessary steps towards representation. The pipeline thus begins not with objective opportunities also, but strategic interpretation.

Social movements are typically characterized by informal networks, flexible participation, and horizontal coordination (Donatella della Porta M. D., 2006). Political parties, by contrast require formal membership rules, leadership hierarchies, candidate selection mechanisms, and legal compliance. The movement to party pipeline involves a reconfiguration of organizational forms along several axes: -firstly, formalization. Movements entering electoral politics must formalize decision-making procedures, statutes, and leadership roles. While formalization can enhance coordination and accountability, it may undermine the inclusiveness and spontaneity that initially fueled mobilization (Kitschelt, 2006). Secondly, professionalization. Electoral competition requires specialized skills, campaign management, media communication, fundraising that favor political professionals over grassroots activist (Gerbaudo, 2019). This shift often produces internal tensions between 'movement activists' and 'party professionals. Thirdly, centralization. Despite rhetorical commitments to horizontality, many movements-born parties experience increasing centralization of authority, especially during electoral campaigns (Donatella della Porta H. K., 2017). Centralization is often justified as electorally necessary but risks alienating movement bases. These organizational transformations are not uniform. Some actors develop hybrid organizational forms that retain movement style participation while operating as electoral parties (Gerbaudo, 2019).

Leadership Emergence and Political Elite

While many movements emphasize leader lessness or collective leadership, the transition to party politics almost inevitably produces identifiable elites. Electoral politics requires spokespersons, candidates and negotiators who can operate within institutional arenas. The emergence of leadership is shaped by; -charismatic authority, often developed during protest cycles; -media visibility, especially in digital mediated movements; -strategic competence, particularly negotiation and coalition-building skills (Donatella della Porta H. K., 2017). Leadership formation is one of the most contentious moments in movement to party transition, as it crystallizes power asymmetries that were previously latent. Leadership disputes frequently reflect deeper conflicts over organizational identity and democratic norms. Importantly, leadership is not merely an internal matter but also affects external legitimacy. Movement born

leaders often frame themselves as ‘outsiders’ reinforcing claims to moral superiority over established elites (Gerbaudo, 2019).

Social movements typically articulate broad, morally charged identities, whereas parties must these identities into programmatic platforms and policy positions. This transition involves identity reframing along three lines; -from opposition to governance, shifting from critique to policy proposal; -from inclusiveness to boundary setting, defining constituencies and voters; -from radical claims to strategic ambiguity, moderating frames to attract broader electoral support. Such reframing is often experienced by activists as ideological dilution or betrayal (Polletta, 2002). However, complete continuity is also rare. Movements that fail to adapt their identities may struggle electorally. The pipeline framework identity not as fixed but as continuously negotiated across arenas of contention and representation.

Thus, decision-making practices form a central analytical bridge between movements and party logics. Movements often rely on participatory assemblies, consensus procedures, and deliberative forums, reflecting normative commitments to direct democracy (Porta, 2013). The framework therefore conceptualizes decision-making as a site of tension rather than a stable attribute. Whether participatory norms survive depends on organizational scale, leadership styles, and institutional pressures. To summaries, movement to party transition may produce; -expanded participation, by mobilizing previously disengaged citizens; -programmatic innovation, by introducing new issues and frames; -institutional learning, by transferring movements practices into formal politics. At the same time, risk include co-optation, bureaucratization, and the demobilization of grassroots supporters (Mair, 2013). Rather than evaluating success solely in electoral terms, this framework emphasized democratic quality as a key outcome variable. By integrating political opportunities, organizational transformation, leadership, identity, and decision-making, the movement to party pipeline offers a comprehensive lens for analyzing contemporary movement born parties. It moves beyond linear models of institutionalization and highlights the contingent, conflictual, and reversible nature of movement party transition.

Movement to Party Dynamics in the Western Balkans

The movement to party pipeline acquires particular analytical significance in the context of the Western Balkans, where political competition is shaped by weak institutional trust, and limited channels for meaningful citizen participation. In these settings, social movements often emerge not only as vehicles of issue-specific contention but also as broader critiques of political representation itself (Bieber, 2018). Environmental protests, student mobilizations, and anti-corruption campaigns across the region increasingly articulate demands that challenge both policy outcomes and the legitimacy of established political elites. Unlike many Western Europeans cases, movement to party transition in the Western Balkans unfold within constrained political opportunity structures. Electoral system, media and informal networks of power raise the costs of institutional entry and increase the risk of co-optation (Bieber, 2020). As a result, movements face a strategic dilemma, remaining outside institutional politics preserves moral autonomy but limits policy influence, while party formation offers access to decision-making at the cost of organizational compromise, this tension reinforces the non-linear character of the pipeline, where movements may oscillate between protest and electoral engagement rather than fully institutionalize.

Leadership formation and organizational consolidation are particularly challenging in this regional context. While protest cycles often produce charismatic leaders, the translation of personal legitimacy into sustainable structures uneven (Vera Stojarova, 2010). Moreover, the professionalization required for electoral competition can produce the very hierarchies and exclusionary practices that movements initially sought to contest. As della Porta notes, democratic innovations are especially fragile in environments where institutional safeguards are weak (Porta, 2013).

Nevertheless, movement born political initiatives in the Western Balkans have demonstrated important democratic potential. By introducing new issue frames, such as environmental justice, urban commons, and participatory governance, they contribute to political agenda-setting and civic capacity, the significance of movement to party transition lies not only in parliamentary representation, but also in their capacity to reshape political culture and expand citizen's expectation of democracy. Incorporating the Western Balkans into the analysis thus underscores the need for context-sensitive approach to movement-party scholarship. It highlights how structural constrains, historical legacies, and informal power relations condition the pipeline, while also revealing the transformative possibilities that emerge when movements challenge entrenched political systems from both inside and outside formal institutions.

Conclusion

This paper has conceptualized the transition from social movements to political parties as a movement to party pipeline, a contingent, multi-dimensional process through which collective actors rooted in contentious politics enter the arena of formal representation. Rather than assuming a linear or inevitable trajectory toward institutionalization, the framework highlights the strategic choices, organizational transformations, and internal tensions that shape movement born parties across different democratic contexts. By integrating insights from social movement theory and party politics, the analysis demonstrates that movement to party are structured by the interaction between external political opportunities and internal organizational dynamics. Periods of party system crisis and declining political trust may open institutional space for new actors, but the ability of movements to convert mobilization into durable representation depends on leadership formation, identity reframing, and the management of internal democracy. In this sense, the pipeline is best understood not as a one-way passage but as reversible and conflictual process, marked by moments of advancement stagnation, and fragmentation.

The paper also underscores the ambivalent democratic consequences of movement to party transformations. On the one hand, movement-born parties can broaden political participation, introduce new issues and repertoires into institutional politics, and revitalize representative democracy. On the other hand, the pressures of electoral competition often generate centralization, professionalization, and the dilution of participatory practices, raising concerns about co-optation and bureaucratization. These tensions reflect broader dilemmas of democratic governance in contemporary societies, where demands for inclusion coexist with the constrains of institutional efficiency.

Works Cited

Kitschelt, H. (2006). Handbook of party politics (pp.). In W. C. Richard S. Katz, *Movement Parties* (pp. 278–290). New York City: Sage.

Tarrow, S. (2011). *Power in movement: Social movements and contentious politics (3rd ed.).* Cambridge : Cambridge University Press.

Giugni, M. (1995). The outcomes of social movements: A review of the literature. In M. Giugni, D. McAdam, & C. Tilly, *How social movements matter* (pp. pp. 207–244). Minnesota: University of Minnesota Press.

Kriesi, H. (2015). Political mobilization in times of crisis. In H. Kriesi, & T. S. Pappas, *European populism in the shadow of the Great Recession* (pp. 67-90). Colchester,: ECPR Press.

Donatella della Porta, H. K. (2017). *Movement Parties Against Austerity.* New York City: Polity.

Mair, P. (2013). *Ruling the Void* . London: Verso.

Donatella della Porta, M. D. (2006). *Social movements: An introduction.* Oxford: Blackwell.

Gerbaudo, P. (2019). *The digital party.* London: Pluto Press.

Polletta, F. (2002). *Freedom Is an Endless Meeting :Democracy in American Social Movements.* Chicago: Chicago University Press.

Porta, D. d. (2013). *Can democracy be saved? Participation, deliberation and social movements.* Oxford: Polity Press.

HADRİANOPOLİS'TE ROMA DÖNEMİ GRİ SERAMİKLERİN YOĞUNLUĞUNUN NEDENLERİ ÜZERİNE DEĞERLENDİRME

Prof. Dr. Ersin ÇELİKBAŞ
Karabük University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Department of Archaeology, Karabük
ORCID ID: 0000-0001-7630-4615
Uzman Arkeolog Elifnur ÇAKMAK
Karabük University, Institute of Graduate Studies, Department of Archaeology (Graduate), Karabük
ORCID ID: 0000-0002-6183-3108

ÖZET
Paphlagonia Hadrianopolis'i günümüzde Karabük/Eskipazar ilçe sınırları içerisinde yer almaktadır. Paphlagonia bölgesinin güneybatısına konumlanan kentin merkezi, Eskipazar ilçe merkezinin 3 km batısında "Viranşehir" olarak adlandırılan mevkii ve çevresindeki arazi üzerinde bulunmaktadır. Bölgenin diğer yerleşimlerinde olduğu gibi, bir merkez bölgeye ve bu bölge çevresinde genişleyen yayılım alanına sahip olan Hadrianopolis'in, Roma tarafından bölgeye kurulan en önemli yerleşim yerlerinden biri olduğu bilinmektedir. Günümüze dek sürdürülen arkeolojik kazı çalışmaları sonucunda üç kilise, iki hamam, iki nekropol alanı, bir konut, bir vaftizhane, bir kare planlı yapı, bir hamamlı yapı kompleksi, bir Yazıboy Kaya Yerleşkesi ve iç kale sur duvarları olmak üzere on üç yapı kalıntısı gün yüzüne çıkarılmıştır. Yürütülen çalışmalar kentin önemli arkeolojik değerlere sahip olduğunu göstermektir. Arkeojeofizik çalışmaları sonucunda tespit edilen ve henüz ortaya çıkarılmamış yapıların varlığı da bu durumu doğrular niteliktedir. Gri seramik, "Minyas Seramiği" ya da "Gri Minyas" tanımlaması ile MÖ 2. binyıldan itibaren karşımıza çıkmaktadır. Genelde dönemin popüler kaplarını taklit eden gri seramiklere Tunç ve Demir Çağı'na ait tabakalarda yoğun olarak rastlanmakla birlikte bu yoğunluğun Geç Roma Döneminde azaldığı dikkat çekmektedir. Literatür eksikliği nedeniyle Roma Dönemi içerisinde gri seramiklerin kullanım yoğunluğunun az olduğu düşünülmektedir. Buna karşın, Hadrianopolis'te, başta Kuzeybatı Nekropol Kilisesi ve Kare Planlı Yapı yoğun olmak üzere neredeyse tüm alanlarda bu buluntuların ortaya çıkarılması, söz konusu malzeme grubu için bir sınıflandırma ve tarihlendirme yapılmasını mümkün kılmıştır. Bu bağlamda elde edilen veriler Roma Dönemi gri seramiklerinin saptanmasının oldukça zor olduğu tipolojik gelişiminin anlaşılmasına ve literatür eksikliğinin giderilmesine de katkı sağlamıştır. Erken dönem gri seramiklerin üretim kökenlerine dair çeşitli görüşler bulunmakla birlikte coğrafi yayılımı oldukça geniştir. Bunun yanı sıra şu an ki veri yetersizliği nedeniyle Roma Dönemi gri seramiklerinin üretim ve dağılım alanları belirsizdir. Kentte ortaya çıkarılan gri seramiklerin yapısal ve form açısından incelendiğinde MÖ. 2. - 1. binyıl seramik yelpazesi ile benzerlik göstermediği tespit edilmiştir. Ancak dönemin ve bölgenin önde gelen gruplarıyla olan yakın benzerlikleri ve kentteki yoğunluk göz önüne alındığında, Hadrianopolis'in Roma dönemi için üretim merkezinin yakın çevresi içerisinde yer alabileceği izlenimini düşündürmektedir. Kendi kendine yeten bir toplum olduğu bilinen Hadrianopolis'in olasılıkla yerel ihtiyacı karşılamaya yönelik popüler malzeme gruplarını taklit ettiği öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Paphlagonia, Hadrianopolis, Roma Dönemi, Gri Seramik, Seramik

AN EVALUATION ON THE REASONS FOR THE DENSITY OF ROMAN GREY WARES IN HADRIANOPOLIS

ABSTRACT

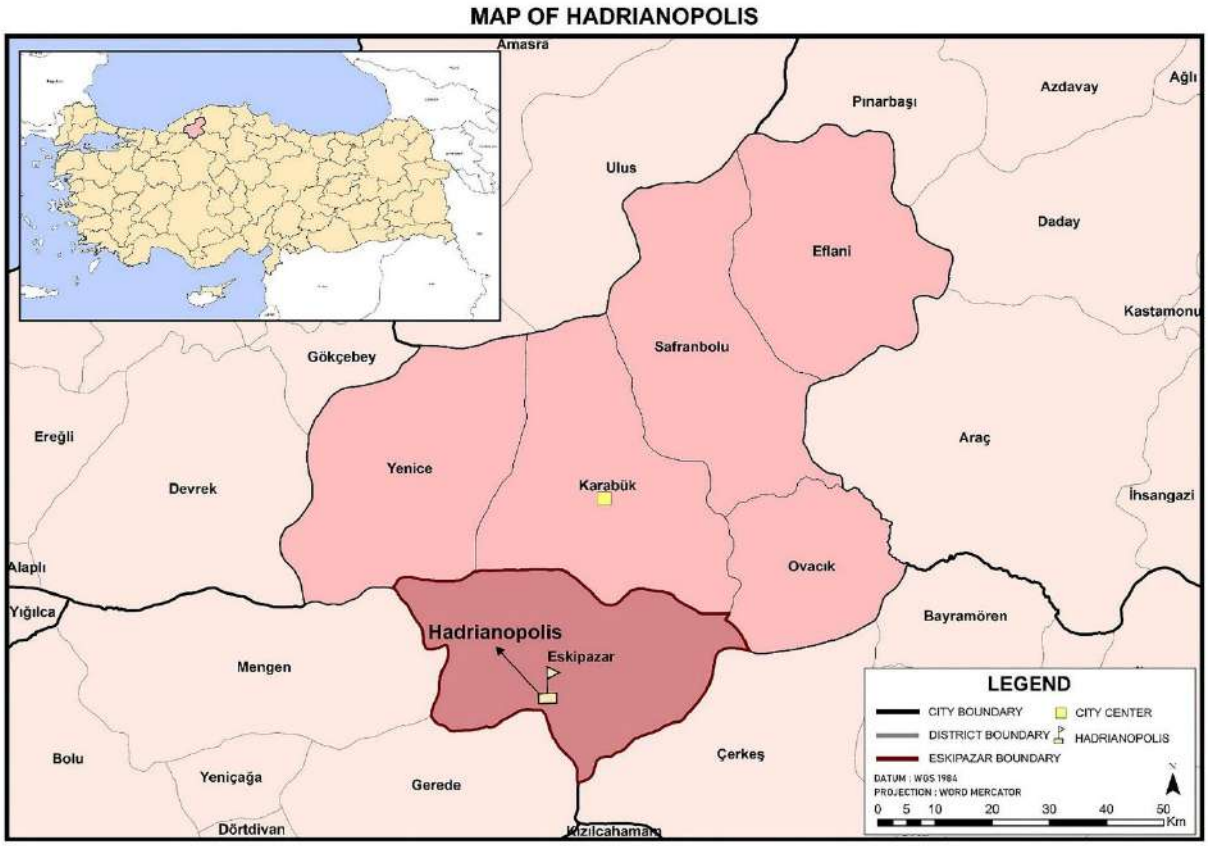
Paphlagonian Hadrianopolis is presently situated within the district boundaries of Eskipazar, Karabük.The city center, situated in the southwest of the Paphlagonia region, is located at the locality known as "Viranşehir" and on the surrounding terrain, 3 km west of the Eskipazar district center. It is known that Hadrianopolis, which possesses a central core and an expansion area extending around this zone as with other settlements in the region, was one of the most significant settlements established by Rome in the region. As a result of archaeological excavations conducted to date, the remains of thirteen structures have been unearthed, comprising three churches, two baths, two necropolis areas, Late Roman House, a baptistery, a square structure, a building complex with a bath, the Yazıboy Rock-Cut Settlement, and Inner Castle. The studies conducted demonstrate that the city possesses significant archaeological values. The presence of structures identified through archaeogeophysical surveys, which have not yet been unearthed, also corroborates this fact. Grey ware appears from the 2nd millennium BC onwards under the designation of "Minyan Ware" or "Grey Minyan." Although grey wares, which typically imitate the popular vessels of the period, are frequently encountered in strata dating to the Bronze and Iron Ages, it is noteworthy that this density diminished during the Late Roman Period. It is considered that the intensity of use of grey wares was low during the Roman Period due to the scarcity of literature. In contrast, the unearthing of these finds in almost all areas at Hadrianopolis, particularly concentrated in the Northwest Necropolis Church and the Square Structure, has made it possible to establish a classification and dating for the material group in question. The data obtained in this context has contributed to the understanding of the typological development of Roman Period grey wares, which is quite difficult to determine, and also to filling the gap in the literature. Although there are various views regarding the production origins of early period grey wares, their geographical distribution is quite extensive. Furthermore, the production and distribution areas of Roman Period grey wares remain uncertain due to the current insufficiency of data. It has been determined that the grey wares unearthed in the city do not show similarity to the ceramic spectrum of the 2nd – 1st millennia BC when examined in terms of structure and form. However, given the close affinities with the prominent groups of the period and the region, and the concentration within the city, it suggests the impression that Hadrianopolis could be situated within the immediate vicinity of the production center for the Roman period. It is suggested that Hadrianopolis, known to be a self-sufficient community, presumably imitated popular material groups to meet local demand.

Keywords: Paphlagonia, Hadrianopolis, Roman Period, Grey Ware, Ceramics.

1. GİRİŞ

Paphlagonia Bölgesi günümüzde Kuzeybatı Anadolu içerisine konumlandırılmaktadır. Hadrianopolis'in yer aldığı bölgenin sınırları, batıda *Parthenios* (Bartınsu) / *Billaios* (Filyos çayı) ile Bithynia, doğuda *Halys* (Kızılırmak) ile Pontus Bölgesi, güneyde ise Gangra (Çankırı) ile Galatia'yı kapsamaktadır (Çakmak, 2024, s.19). Hadrianopolis ise bugün Taşköprü-Bolu-İzmit güzergahında, ticari ve askeri faaliyetler açısından önemli olan Roma yolu üzerinde, Karabük/Eskipazar ilçe sınırları içerisinde yer almaktadır **(Figür 1)**. Geç Kalkolitik Çağ'dan Orta Çağ'a uzanan döneme ait kalıntıları bünyesinde barındıran kentin merkezi, Eskipazar ilçe merkezinin 3 km batısında, "Viranşehir" olarak adlandırılan mevkii ve çevresindeki arazi üzerinde, Budaklar, Büyükyayla, Çaylı ve Beytarla köyleri sınırları içerisinde bulunmaktadır (Çelikbaş ve Verim, 2024, s.7; Çelikbaş ve Verim, 2021, s.80; Kılavuz ve Çelikbaş, 2013, s.163; Çakmak, 2024, s.20). Hadrianopolis'in kronolojik gelişimi incelendiğinde, günümüze dek yapılan kazı çalışmaları sonucunda, yapı kalıntıları ve küçük buluntular ile saptanan veriler, kentin, hem idari hem de dini açıdan en parlak dönemini Roma İmparatorluk (MÖ 2.- MS 4.

yüzyıl) ve Geç Roma – Erken Bizans (MS 330-565) arasında yaşandığını göstermektedir (Çelikbaş ve Verim, 2021, s.80; Çelikbaş ve Verim, 2024, s.7; Çelikbaş ve Çakmak, 2025, s.98; Çakmak, 2024, s.20). Kent jeopolitik konumu nedeniyle tarihsel süreci boyunca her zaman stratejik bir öneme sahip olmuştur.



Figür 1: Hadrianopolis haritası

Hadrianopolis'te 2003-2025 yılları arasında yapılan bilimsel kazı çalışmaları sonucunda ortaya çıkarılan seramik buluntular içerisinde, özgün özellikler taşıması nedeniyle Roma Dönemi gri seramikleri tespit edilen önemli seramik gruplarından biri olarak öne çıkmaktadır **(Figür 2).** Söz konusu seramik grubunun kent içerisinde belirli alanlarda yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. İncelenen seramiklerin küçük bir kısmı hariç neredeyse tamamı katkısız, kaliteli hamur yapısına sahiptir. Ele alınan seramik örnekleri renk tonları bakımından değerlendirildiğinde açık kahverengiden koyu griye ulaşan hamur ve astar özellikleri ile geniş bir renk skalası barındırmaktadır. Olasılıkla üretime bağlı olarak farklı renk tonları sergilemektedir. HP ön adı altında sınıflandırılan seramik örnekleri genel olarak tabak, kase, maşrapa, sürahi/servis kabı, unguentarium parçalarından oluşmaktadır (Çakmak, 2024, s.58). Gerçekleştirilen analoji çalışmaları sonucunda, literatür eksikliğine bağlı olarak gri seramikler içerisinde örnekleri tespit edilememiştir. Ancak, ele geçirilen malzemenin neredeyse tamamı Roma Dönemi boyunca dönemin yaygın kullanılan popüler kırmızı hamurlu ve astarlı seramik grupları ile uyum sağladığı gözlemlenmiştir (Çakmak, 2024, s.58). Bu durum kentin seramik çeşitliliği ve üretim süreçleri adına ön veriler sağlamıştır. Bu bulgular temel alınarak daha önce kaydedilmemiş gri seramiklerin katalogları hazırlanmış, form repertuvarları belirlenmiş ve tipolojik ile morfolojik ayrımları yapılarak Roma İmparatorluk Dönemi kronoloji için tarih önerileri sunulmuştur (Çakmak, 2024). Ayrıca, literatürde sınırlı bilgiye sahip Roma Dönemi gri seramik araştırma çalışmalarına da temel oluşturmuştur.



Figür 2: Seramik buluntu grubuna ait örnek parçalar

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

MÖ 2. bin yıldan itibaren, "Minyas Seramiği" ya da "Gri Minyas" tanımıyla ifade edilen gri seramiklerin en yoğun olduğu dönemin Tunç ve Demir Çağı olduğu değerlendirilmektir (Aktaş ve Çakmak, 2024, s.128). Geç Arkaik-Klasik Dönem'den itibaren, dönemin önde gelen metal kap ve seramik formlarını taklit ettiği bilinen gri seramik kullanımı, Geç Roma Dönemi'ne kadar azalarak devam etmiştir (Aktaş, 2011, s.5; Çakmak, 2024, s.57). Yayınlar temel alındığında Roma Dönemi içerisindeki gri seramikler ile ilgili yayın neredeyse yok denecek kadar azdır. Bu durum söz konusu dönem içinde üretim ve dağılım alanlarıyla ilgili belirsizlik sorunlarında beraberinde getirmiştir. Bu duruma bağlı olarak, Hadrianopolis gri seramiklerinin yoğunluğu çeşitli olasılıkların değerlendirilmesine yol açmaktadır. Şu ana kadar mevcut literatürde benzeri bulunmayan ve yalnızca Hadrianopolis'te tespit edilen seramik örneklerinin ilk akla getirdiği olasılık bölgede yerel ve özgün bir üretim geleneğinin varlığına işaret etmesidir. Seramiklerin kil, hamur, form, teknik ve bezeme özelliklerinin başka merkezlerde bilinmemesi, üretimin büyük oranda bölgesel ihtiyaçlara yönelik ve olasılıkla yerel üretim amaçlı gerçekleşmiş olabileceğini düşündürmektedir. Söz konusu malzeme grubunun neredeyse tamamının, Erken Roma Dönemi'nden Geç Roma Dönemi'ne kadar, dönemin kırmızı hamurlu ve astarlı yaygın formları ile yakın özellikler göstermesi kentin ekonomik yapısının dış ticaretten ziyade iç pazara yönelik özgün bir karakter sergilediğini göstermektedir. Bununla birlikte, gri seramiklerin özellikle belirli alanlarda yoğunlaşması sadece Hadrianopolis kentine özgü yerel bir kült ve ritüel uygulaması veya belirli bir sosyal grubun kullanım alışkanlıklarıyla ilişkili olma olasılığı da göz önünde bulundurulabilir. Şu an ki veriler doğrultusunda seramiklerin kentte en yoğun buluntu alanı yamaçta konumlanmış yapılar arasında yer alan Kuzeybatı Nekropol Kilisesi'dir. Buna ek olarak üst teras içinde nekropol alanının da yer alması seramiklerin ölü hediyesi olarak mezarlara bırakılması ve daha sonra

kırılarak ya da ikinci defin işlemlerinde mezar dışına atılarak yamaçta yer alan kiliseye akmış olma olasılığı da kente özgü ritüel pratiklerle ilişkili olabileceği de değerlendirilebilir. Ancak bu alanda henüz çalışma yapılmamış olması nedeniyle, malzeme grubunun şu aşamada üst terastaki yapılarla ilişkisini saptamak mümkün olmamaktadır. Bahsi geçen seramiklerin İnce Duvarlı Seramikler (Thin Walled), Terra Sigillatalar, Geç Roma Kırmızı Astarlı Seramikleri ve özellikle bölgede ve Hadrianopolis buluntuları arasında sıklıkla karşılaşılan Pontus Kırmızı Astarlı Seramikleri ile biçimsel özelliklerinin kısmi benzerlik göstermesi, kentin seramik üretim geleneği içinde bir geçiş formu ya da yerel varyasyon oluşturan formlar geliştirmiş olabileceğini düşündürmektedir. Bu durum, Hadrianopolis'in kültürel etkileşimler yoluyla dış etkileri kendi üretim tarzlarına uyarlayan sentezci bir tutum benimsediğine işaret edebilir. Hadrianopolis'te açığa çıkarılan ve literatürde benzeri bulunmayan seramik grubunun kentte belgelenmiş olması, üretim ve kullanım alışkanlıklarına dair önemli ipuçları sunmaktadır. Seramiklerin yapısal, form ve biçim özelliklerindeki özgünlük, üretimin olasılıkla yerel gereksinimlere yönelik gerçekleştirildiğini, dolayısıyla geniş çaplı ticaret ağlarıyla sınırlı ilişkiler kuran, bölgesel bir üretim ve tüketim sisteminin varlığını düşündürmektedir. Elbette arkeolojik verilerin eksikliği göz önünde bulundurulduğunda söz konusu bu seramiklerin başka merkezlerde henüz tespit edilmemiş olma olasılığı göz ardı edilmemelidir. Ancak, Hadrianopolis'te tespit edilen bu özgün seramik örnekleri, mevcut bulgular ışığında başta kentin seramik tipolojisine olmak üzere Roma Dönemi seramik repertuvarına yeni bir form kazandırmıştır. Ayrıca bölgenin kültürel ve ekonomik kimliğine dair önemli katkılar sunmakla birlikte kentin hem yerel karakterinin anlaşılmasına hem de bölgesel seramik araştırmalarına farklı bir bakış açısı sunmaktadır. Her ne kadar Hadrianopolis'te gri seramikler yoğun şekilde ele geçirilmiş olsa da, yerleşim alanı içinde atölye ya da kil yataklarının henüz tespit edilememiş olması bu aşamada kenti üretim merkezi olarak işaret etmeyi uygun kılmamaktadır. Bununla birlikte, kentte ele geçen gri seramiklerin hem ince seramik hem de kaba seramik grupları arasında yer alması, Hadrianopolis'in Roma Dönemi için üretim merkezinin yakın teritoryası içinde konumlandığını düşündürmektedir. Buna ek olarak, kendi kendine yeten bir toplum olduğu bilinen kentin, ticari faaliyetlerin yoğun olmadığı süreçte kendi seramik üretimini yapmış olabileceği ihtimali bulunmaktadır. Hatta kentin Roma ve Bizans Dönemi'nde piskoposluk merkezi düzeyinde önemli stratejik konuma sahip olsa bile, kentte gün yüzüne çıkarılan yapı kompleksleri içerisinde yer alan işlikler ve üretimi işaret eden belirli işlevsel alanlar Hadrianopolis'in ekonomik yapısında üretimi ön planda tuttuğunu göstermektedir.

3. SONUÇ

Bu çalışmada, Hadrianopolis'te yoğun olarak ele geçen ve şu ana kadar gerek bölgede gerekse mevcut arkeolojik literatürde benzeri görünmemiş özgün bir seramik grubu değerlendirilmiştir. Bu durum, yerel üretim geleneği içerisinde, kente özgü bir seramik anlayışını yansıttığı izlenimini vermektedir. Gri seramiklerin form ve yapısal özellikleri bakımından, kentin sadece tüketici değil aynı zamanda üretici bir merkez olabileceği ihtimaline işaret etmektedir. Ayrıca, söz konusu seramik grubu ile birlikte ele geçen buluntular kentin kronolojik sürecine dair yeni bulgular sunmaktadır. Literatürde ilk kez karşılaşılan bu örnekler hali hazırdaki kronolojik ve tipolojik verilerin yeniden değerlendirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Özellikle bölgesel seramik üretiminin daha ayrıntılı şekilde ele alınmasını da gerekli kılmaktadır. Bu çalışma ile ele alınan seramik grubu kenttin özgünlüğünü ortaya koymakta birlikte Anadolu seramik çalışmaları literatürüne yeni veriler kazandırmıştır. Bundan sonraki süreçte söz konusu seramik grubunun kökenin kesinleşmesi, üretim ve yayılım alanlarının tam olarak saptanması için arkeometrik çalışmalar yapılarak kentin üretim süreçleri hakkında daha detaylı bilgiler sergilenecektir.

KAYNAKÇA

Aktaş, R. (2011). *İzmir Agora kazısı siyah firnisli seramikler* (Yüksek lisans tezi, Ege Üniversitesi).

Aktaş, R., & Çakmak, E. (2024). Kuzeybatı nekropol kilisesi Roma dönemi gri seramikleri. İçinde E. Çelikbaş & E. Verim (Edl.), *Hadrianopolis kuzeybatı nekropol kilisesi* (Hadrianopolis Serisi 2, ss. 128–152). Bilgin Kültür Sanat Yayınları.

Çakmak, E. (2024). *Hadrianopolis Kuzeybatı Nekropol Kilisesi'nden ele geçen Roma Dönemi gri seramikleri* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.

Çelikbaş, E., & Çakmak, E. (2025). Hadrianopolis güney nekropolü'nde ele geçen sandalet (caligae) raptiyeleri. *Höyük, 15*(1), 97–112. https://doi.org/10.37879/hoyuk.2025.1.097.

Çelikbaş, E., & Verim, E. (2021). Hadrianoupolis Kuzeybatı Nekropol Kilisesi'nin bema ve apsis mozaikleri. *JMR, 14,* 79–99.

Çelikbaş, E., & Verim, E. (Edl.). (2024). *Hadrianopolis Kuzeybatı Nekropol Kilisesi* (Hadrianopolis Serisi 2). Bilgin Kültür Sanat Yayınları.

Kılavuz, B. N., & Çelikbaş, E. (2013). Paphlagonia Hadrianoupolis'i / Paplagonian Hadrianoupolis. *Journal of History Culture and Art Research, 2*(3), 159–214.

THE RECONSIDERATION OF BRONZ OIL LAMP WITH MASK FROM PARION' THEATRE

Ersin ÇELİKBAŞ[64]

Abstract

Oil lamps made of stone, clay, and metal have been used throughout the ages for lighting, as votive offerings, and as grave gifts. It is said that the first lamps in history were made of stone and seashells dating back to the Paleolithic era. It is known that lamps made of seashells were used in Palestine in very early periods. After seashell and stone lamps, bowl-shaped lamps began to be used. Lamps made of bronze were produced in workshops in various regions of the ancient world. The production techniques, shapes, and decorations of bronze lamps reveal the technological and social structure of the societies to which they belonged; however, it is not known when they first began to be produced. One example of a metal lamp was discovered in the postscaenium of the Parion theater, south of the podium. The cast oil lamp is of single handle, with a theater mask applied to the end of the handle. It has been noted that masked oil lamp are found throughout the Roman world, except in Asia Minor, Greece, and the Aegean Islands. From this perspective, the masked oil lamp discovered during excavations at the theater of Parion is of great importance as it is the only example find in Asia Minor to date. Similar oil lamps can be seen in museums. However, their discovery in archaeological excavations has enabled the first stratigraphic dating of this type of oil lamp in Asia minor. The fact that the oil lamp was discovered in Anatolia, which was under Roman rule, supports the view that this type of oil lamp was used throughout the Roman world.

Key Words: Parion, Troad, Oil Lamp, Theatre, Mask

PARİON TİYATROSU'NDAN MASKLI BİR BRONZ KANDİLİN YENİDEN DEĞERLENDİRMESİ

Özet

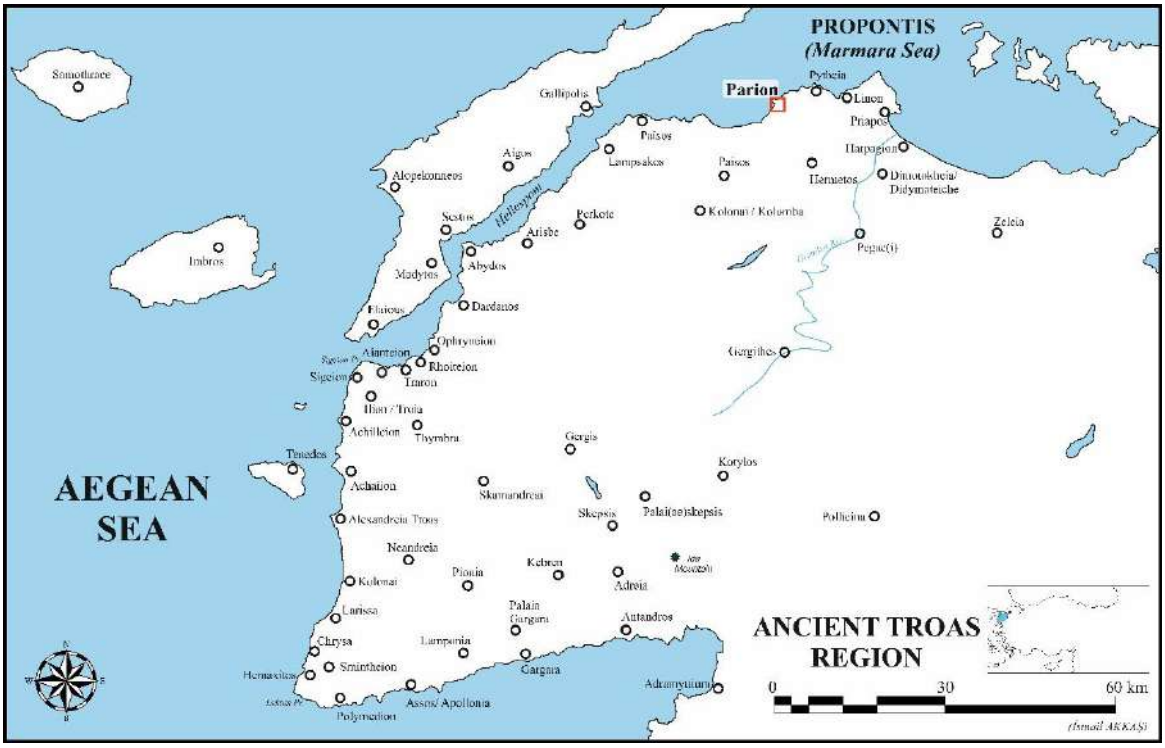
Taş, pişmiş toprak ve metalden yapılmış kandiller, çağlar boyunca aydınlatma, adak eşyası ve mezar hediyesi olarak kullanılmışlardır. Tarihte ilk kandillerin Paleolitik çağa ait taş ve deniz kabuğundan yapıldığı söylenmektedir. Filistin'de çok erken dönemlerde deniz kabuğundan yapılan kandillerin kullanıldığı bilinmektedir. Deniz kabuğu ve taş kandillerin ardından çanak şekilli kandiller kullanılmaya başlanmıştır. Metal olarak bronzdan yapılmış kandiller antik dünyanın değişik bölgelerindeki atölyelerde üretilmişlerdir. Yapım teknikleri biçim ve bezemeleriyle ait oldukları toplumun, teknolojik ve sosyal yapısını anlatan bronz kandillerin; ilk olarak ne zaman üretilmeye başlandığı bilinmemektedir. Metal kandil örneklerinden bir tanesi Parion tiyatrosunun postscaenium bölümünde, podyumun güneyinde ortaya çıkarılmıştır. Döküm olan kandil tek bir kulpa sahip olup, kulbun bitimine tiyatro maskesi aplike edilmiştir. Meskeli kandillerin Anadolu, Yunanistan, Ege Adaları dışında hemen hemen tüm Roma dünyasında görüldüğünü belirtmiştir. Bu açıdan bakıldığında Parion antik tiyatrosunda kazılar neticesinde ortaya çıkarılan masklı kandil, şu ana kadar Anadolu'daki tek örnek olması açısından çok büyük öneme sahiptir. Müzelerde benzer kandilleri görmek mümkündür. Fakat arkeolojik kazılarda ortaya çıkması bu tip kandillerin ilk defa stratigrafi yardımıyla Anadolu'da tarihlendirilmesini sağlamıştır. Kandilin, Roma hâkimiyeti altındaki topraklardan olan Anadolu'da ortaya çıkması, tüm Roma dünyasında bu tip kandil kullanımı mevcuttur görüşünü de destekler niteliktedir.

Anahtar Kelimeler: Parion, Troas, Kandil, Tiyatro, Maske

[64] Assoc. Prof. Karabük University, Faculty of Humanity and Social Sciences, Department of Archaeology, Karabük. E-Mail: ersincelikbas@karabuk.edu.tr **ORCID :** 0000-0001-7630-4615.

The Parion, located within the boundaries of the Troad[65] west of the line stretching from the source of the Aisepos River to the Gulf of Adramytteion (Edremit) south of Mount Ida (Kazdağı), is situated on the Anatolian side at the exit of the Dardanelles Strait into the Sea of Marmara (Propontis) [66] (Figure 1). Today, Parion is localized within the boundaries of Kemer Village, Biga District, Çanakkale Province[67].

Figure 1: Map of Parion



One of the important building currently being excavated in Parion is the theater. Discovered during surveys of the city of Parion, the structure, identified as a theater due to the topography east of the acropolis, was first excavated in 2006. The Parion Theater is located on the western side of what we consider to be the city center, very close to the Roman Baths and not far from other buildings such as the Agora, the Slope Bath, and the Odeion. Considering the topographical features, it was built in the most suitable location in the city. Although the cavea is covered with bushes, it is clear that it has suffered great damage, as evidenced by the wall at middle of the theater. Unfortunately, the scaenae, which has been excavated since 2006, has also suffered this damage. Excavations at the Parion Theater began in 2006 on the Late Antique Period wall and subsequently continued on the scaenae podium, proscenium, cavea, and part of the orchestra (Figure 2).

[65] Strabon XIII / 1-4.

[66] Keleş 2013, 19-20; Keleş – Yılmaz – Oyarçin 2014, 21; Keleş – Oyarçin – Yılmaz 2015, 53; Keleş – Çelikbaş – Oyarçin 2018, 270.

[67] Başaran-Keleş-Çelikbaş 2019, 9.



Figure 2: Scaenae of Parion Theatre

However, archaeological remains indicate that it had at least a two-story scaenae, which was decorated with ornate reliefs and sculptures (Figure 3). Based on the architectural fragments discovered during the excavations, as well as other small finds such as ceramics and coins, it is understood that the theater was first built in the second half of the 1st century AD, underwent repairs and renovation of the scaenae in the late 2nd century AD, and was then used with new additions until the first half of the 4th century AD, before being destroyed in the second half of the 4th century AD[68]. The bronze oil lamp, which is the subject of this article, was discovered during excavations at the theater in 2011.

[68] Ergürer and Güler 2018, 21-42.



Figure 3: Scaenae of Parion Theatre

Stone, clay, and metal oil lamps have been used throughout the ages for lighting, as votive offerings, and as grave gifts[69]. It is said that the first lamps in history were made of stone and seashells dating back to the Paleolithic Era[70]. It is known that lamps made of seashells were used in Palestine in very early periods[71]. After seashell and stone lamps, bowl-shaped lamps began to be used. Lamps spread from Mesopotamia, Egypt, Syria, Cyprus, Palestine, Anatolia, and the Aegean Islands to Europe. Over time, the body of the lamp became closed, and a nose and discus were added, giving the lamp its earliest known form[72]. Athens, which achieved success in the production of bowl-shaped lamps in the 7th century BC, moved to wheel production from the 6th to the 5th century BC, along with Asia Minor, producing new types and occupying an important place in the lamp trade[73]. New forms were produced in Italy between the 1st century BC and the 1st century AD; these lamps dominated all ancient markets with overwhelming superiority[74].

Bronze oil lamps were produced in workshops across various regions of the ancient world. The production techniques, shapes, and decorations of bronze lamps reveal the technological and social structure of the societies to which they belonged; however, it is unknown when they were first produced[75]. However, in Northern Italy in the 1st century AD, "Factory Lamps" were produced, which are examples of bronze lamps made from clay[76]. This

[69] Atasoy 2010, 193.

[70] Bailey 1972, 17.

[71] Alagöz 2012, 29.

[72] Demirer 2013, 41.

[73] Yılmaz 2012, 22.

[74] Yılmaz 2012, 23.

[75] Atasoy 2010, 194.

[76] Yılmaz 2012, 23.

indicates that the production of bronze lamps became widespread in the Roman world in the 1st century AD. Bronze lamps began to be preferred over terracotta lamps because they lighted their surroundings better. Streets, alleys, workplaces, homes, and public buildings in the Roman world were lighted with lamps[77]. Bronze lamps were generally preferred by the elite of society as a sign of wealth[78]. The 1st century AD marked the beginning of volute lamps. Initially round, the body was made oval or pear-shaped. In later periods, bronze lamps in the form of human heads, animals, and dolphins were used. Lamps from the 4th-5th centuries AD feature Christian symbols. It is said that the lamps of this period were created by taking Hellenistic lamps types made of clay and modifying them by adding only a cross handle[79].

The bronz oil lamp which main subject of this article was discovered Parion Theatre at 2011 excavation season[80]. It is an important oil lamp frequently seen in the Roman world. It was found in the postscaenium of the theater, south of the podium (Figure 4).

Figure 4: The condition of bronz oil lamp when it was discovered in Parion Theatre

The cast oil lamp has a single handle. A knob at the top of the handle allows the lamp to



be carried comfortably with the thumb (Figure 5). A theater mask is applied to the end of the handle.

Figure 5: A knob at the top of the handle

[77] Alagöz 2012, 30.

[78] Ellis 2010, 150.

[79] Atasoy 2010, 194.

[80] In two previous scientific publications about the bronze lamp, the lamp's measurements were incorrectly reported. Furthermore, important information about the lamp's function was not provided. This article presents both the corrected measurements of the bronze lamp and more detailed data about its function. For previous publications see; Çelikbaş 2016, Çelikbaş 2018.

The discus and oil channel of the priform body extend in a single step to the wick hole. The oil filling hole is vine leaf-shaped; it is connected to the vein, which is depicted as emerging from the ground with an incised line, located just above the filling hole (Figure 6).



Figure 6: The oil filling hole of lamp

The nose of the lamp is crescent-shaped. The black soot traces on the nose indicates that bronz lamp oil was used actively for long time at the 1st and 2nd centuries AD (Figure 7).



Figure 7: The soot traces on the nose



The ring-shaped base has a high profile. There is lathe socket at the midst of base. It is indicates that correction process, remove burr and shining were applied to oil lamp on the lathe (Figure 8).

Figure 8: The base and lathe socket.

The “D”-shaped handle rises from the back of the lamp to the top and ends by connecting to the mask. The “D”-shaped handles of bronze lamp of the same shape and size do not only end with masks (Figure 9).



Figure 9: The D-shaped handle

The “D”-shaped handles of many lamps from the same period end with various animal protomes such as panther heads[81], swan heads[82], horse heads[83], and dolphins[84]. The mask on the lamp is depicted as young, chubby-faced, open-mouthed, anxious or nervous, beardless, with three parallel curls of hair on each side of the face, hair falling in a taenia shape on the forehead, indistinct eyebrows, a sharp transition from the nose to the forehead, a cap on the head, and a palmette applied to the chin. The small holes in eyes were designed as pupil (Figure 10). The mask was frequently preferred in ancient times, not only on bronze oil lamp. Depictions of the mask can be seen in relief on a stone in the Cucuron Mausoleum, on a ring stone in Hannover[85], in the Oplontis Villa, and in a wall painting in Palermo. Green, who states that the mask is a pantomime mask, explains that the use of pantomime masks in different materials stems from their connection to the theater god Dionysus, as well as Dionysus' identity

[81] Bitar-Oggiano 1984, Cat. 322

[82] Faider-Feytmans 1979, 239.

[83] Bailey 1996, Pl.48/Q3671; Heinimann -Kaufmann 1994, Taf.88.

[84] Stefanelli 1990, Cat. 63.

[85] Green 2012, 33-39.

as an artist who performed in theater[86]. For this reason, people who associated the mask with Dionysus also used the mask in other materials. There are various opinions regarding the mask lamp. It has been suggested that the mask is only a tragic mask, that it could be Dionysus because it is usually found in theaters, and that it could be Mithras because it is beardless and has a headdress[87]. Green states that masked lamps were seen throughout almost the entire



Roman world, except in Anatolia, Greece, and the Aegean Islands[88]. From this perspective, the masked oil lamp discovered in the Parion' Theatre is of great importance as it is the only example in Anatolia. The fact that the oil lamp appeared in Anatolia, which was under Roman rule, supports Green's view that "this type of oil lamp was used throughout the Roman world." In this sense, the oil lamp has also eliminated an ambiguity. Similar examples of masked lamps in terms of form can be seen in the Denver Art Museum Collection[89], the Louvre Museum[90], Kouron[91], the Moscow State Historical Museum[92], the Mariemont Royal Museum[93], Augusta Raurica[94], the British Museum[95], the Milano Museo Archeologico[96],

[86] Green 2012, 36.

[87] Green 2012, 34.

[88] Green 2012, 26.

[89] Mitten-Doeringer 1968, Cat. 297.

[90] De Ridder 1915, 3107.

[91] Stillwell 1961, Fig.30

[92] Treister 2005, Cat.9.

[93] Faider-Feytmans 1979, Pl.98/240

[94] Heinimann – Kaufmann 1998, Abb.260.

[95] Bailey 1996, Pl.47/Q3669-3670.

[96] Bolla 1995, Tav.LXV.

Pompeii[97], the Museo Nazionale Romano[98], and the Römisch-Germanischen Zentralmuseum[99]. Masked lamps were particularly widely used in the 1st and 2nd centuries AD[100]. Considering all similar examples and the context of the layer in which the lamp was found in the theater, the lamp must date back to the 1st and 2nd centuries AD.



Figure 10: The mask of bronz oil lamp

The appearance of the masked lamp in the theater indicates that this type of lamp was used in the theater on event days. The lamp discovered in the Parion theater is larger than the clay lamps used for everyday use. This indicates that it was made to provide light for a longer period of time (Figure 11).

Figure 11: The Bronze oil lamp with mask from Parion Theatre

The lamp's length of 25,3 cm has been calculated to have an oil reservoir of approximately 270 cm^3 (Figure 12-13). It is known that olive oil was used as the main fuel in lamps in ancient times. In addition, animal fats were also used as fuel in lamps. The burning time of olive oil used as fuel in lamps is calculated to be an average of 10 ml/hour. Of course, there are factors that affect this time. For example, if the wick is thin, the oil can be used for a longer time, and if it is thick, it can be used for a shorter time. Air flow is another important factor. The reservoir of a lamp exposed to air flow may be depleted more quickly. Based on all this data, the average lighting time of the lamp is calculated as 270 ml × 10 ml = 27 hours. In other words, the lamp can provide light for an average of one day. Assuming that the lamp is only used on event days, it can be said that the lamp's reservoir is sufficient for lighting for several days. In conclusion, it is certain that the masked candle is related to theatrical activities.

[97] Stefanelli 1990, Cat. 61.

[98] De Carolis-Spagnolis 1983, V.2.

[99] Menzel 1969, Abb.103

[100] Green 2012, 27.

Another important point is that it is the only known masked oil lamp which discovered by archeological excavation in Anatolia dated to end of 1st – beginning of 2nd century AD.

Catalogue
Object: Lamp **Inventory:** AMR-1
Length: 25.3 cm **Base diameter:** 6.8 cm **Discus diameter:** 10 cm
Definition: Dark green corrosion. Fine condition. Casting. A long spire-end discus, circle nose, center is pit and the edges are high. Sharp-pointed, leaf-formed oil hole. The strap handle is in 'D' form. A handle which ends with a tragic mask, palmetto at the chin, high and circle base, a socket of lathe at base amid.
Referans: De Ridder 1915; 3107; Stillwell 1961, Fig.30; Mitten-Doeringer 1968, Cat.297; Menzel 1969, Abb.103; Faider-Feytmans 1979, Pl.98/240; Spagnolis-De Carolis 1983, V.2; Stefanelli 1990, Cat.61; Bolla 1994, Tav.LXV; Bailey 1996, Pl.47/Q3669-3670; Kaufmann-Heinimann 1998, Abb.260; Treister 2005, Cat. 9.
Date: End of 1st – beginning of 2nd century AD.

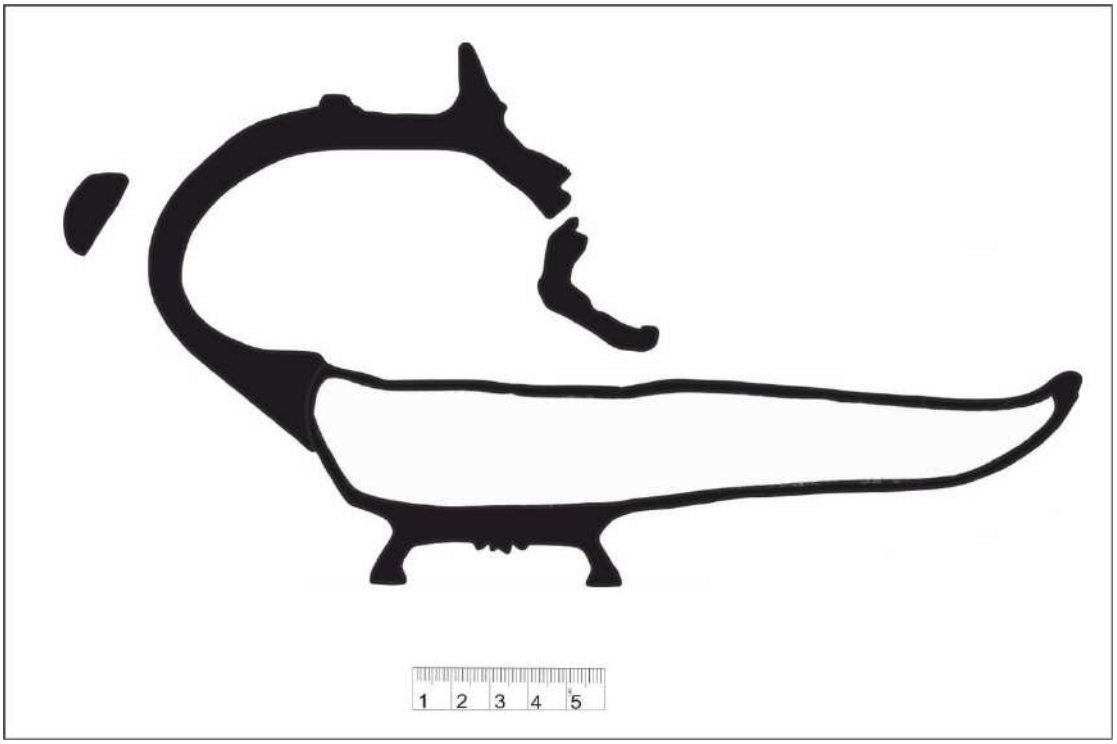
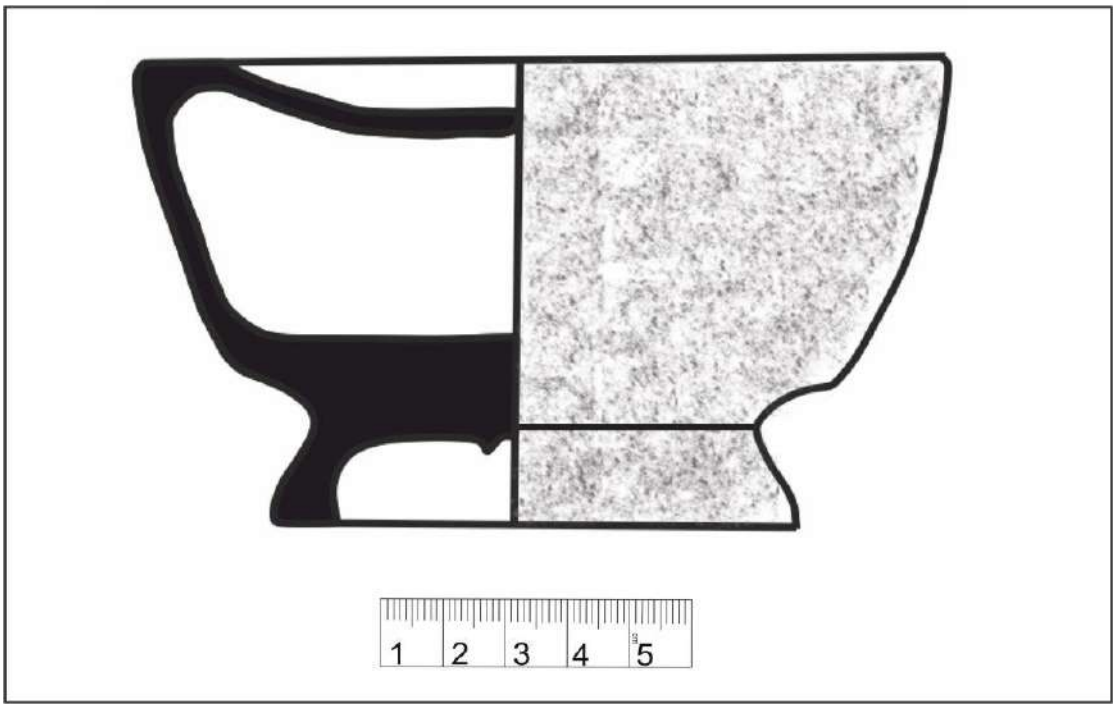


Figure 12: Drawing of oil lamp
Figure 13: Drawing of oil lamp



BIBLIOGRAPHY

Alagöz, Umut, *Zeugma Antik Kenti Dionysos ve A Evleri Metal Buluntuları*, Unpublished Master Thesis, Ankara 2012.

Atasoy, Sümer, "Anadolu'da Maden Sanatı (M.Ö.7.yy-M.S.4.yy)", *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt:12, Sayı:1, 2010, 52-59.

Bailey, Donald Michael, *A Catalogue of the Lamps in the British Museum IV: Lamps of Metal and Stone and Lampstands*, London 1996.

Bailey, Donald Michael, *Greek and Roman Pottery Lamps*, London 1972.
Başaran, C. – Keleş, V. – Çelikbaş, E. (2019), *Parion Bronz Amphora-Situlası*, İstanbul: Arkeoloji ve Sanat Yayınları.
Bitar-Oggiano, Helene, *Bronzes Figures Antiques Des Bouches-Du-Rhone, XLIII supplement a Gallia*, Paris 1984.
Bolla, Margherita, *Rassegna di Studi Del Civico Museo Archeologico e Del Civico Gabinetto Numismatico Di Milano: Vasellame Romano in Bronzo Nelle Civiche Raccolte Archeologiche di Milano*, Supp.XI, Milano 1994.
Çelikbaş, Ersin, *2005-2014 Parion Kazısı Metal (Bronz-Demir-Kurşun) Buluntuları,* Unpublished PhD, Erzurum, 2016.
Çelikbaş, Ersin, "Metal Objects From The Theatre", *Parion Studies I: Roman Theatre of Parion*, Edi.: C. Başaran – E. Ergürer, İstanbul: İçdaş Pablications, 2018, 185-216.
De Carolis, Ernesto-Spagnolis, Marisa, *Museo Nazionale Romano: I Bronzi, IV*,1, Roma 1983.
De Ridder, Andre, *Les Bronzes Antiques Du Louvre: Tome Second Les Instruments*, Paris 1915.
Demirer, Ünal, *Kibyra Metal Buluntuları*, Unpublished PhD, Antalya 2013.
Ellis, Simon, *Roman Housing*, London 2000.
Ergürer, E. – Güler, D., "The Arcgitecture of Parion's Theatre", *Parion Studies I: Roman Theatre of Parion*, Edi.: C. Başaran – E. Ergürer, İstanbul: İçdaş Pablications, 2018, 21-42.
Faider-Feytmans, Germaine, *Les Bronzes Romains de Belgique, Vol I*, Texte, Mainz 1979.
Green, John Richardn, "Roman Bronze Lamps with Masks: Dionysos, Pantomime and Mediterranean Popular Culture", *Herom, Vol.1*, 2012, 23-66.
Heinimann- Kaufmann, Annemarie, *Götter und Lararien aus Augusta Raurica: Herstellung, Fundzusammenhange und sakrale Funktion figürlicher Bronzen in einer römischen Stadt, Band 26*, Basel 1998.
Heinimann -Kaufmann, Annemarie, *Die Römischen Bronzen Der Schweiz V: Neufunde und Nachtrage*, Mainz 1994.
Keleş, V. – Yılmaz, A. – Oyarçin, K., "Parion Roma Hamamı 2013 Kazıları ve Sikke Buluntuları", *Arkeoloji ve Sanat 147*, 2014, 21-36.
Keleş, V. – Oyarçin, K. – Yılmaz, A., "Parion Roma Hamamı 2014 Kazıları ve Sikke Buluntuları", *Arkeoloji ve Sanat 150*, 2015, 53-66.
Keleş, V., "Giriş", *Antik Troas'ın Parlayan Kenti Parion*, Edi.: C. Başaran. İstanbul: Ege Yayınları, 2013, 19-26.
Keleş, V. – Çelikbaş, E. – Oyarçin, K., "Bir Grup Geç Roma Sikkesi Işığında Parion Yamaç Hamamının Son Kullanım Evresi Hakkında Görüşler", *Seleucia*, Sayı: 8, 2018, 233-268.
Menzel, Heinz, *Antike Lampen*, Mainz 1969.
Mitten, David Gordon-Doeringer, Suzannah, *Master Bronzes from the Classical World*, Mainz 1968.
Stefanelli, Biroll, *Il Bronzo Dei Romani: Arredo E Suppellettile*, Roma 1990.
Stillwell, Richard, "Kourion: The Theatre", *Proceedings of the American Philosophical Society*, Vol.105, No:1, 1961, 37-78.
Strabon, *Antik Anadolu Coğrafyası: Kitap XII-XIII-XIV*, Çev.: A. Pekman, İstanbul: Arkeoloji ve Sanat Yayınları, 1993.
Treister, Michail, "Bronze Lamps of the Hellenistic Period and the First Centuries A.D. in the North Pontic Area", *1.Actes du 1'er Congres International d'etudes sur le Luminaire Antique*, Montagnac 2005, 293-298.
Veal, R., "The history and scince of fire and fuel in the Roman Empire", *Fuel and Fire in the Ancient Roman World*, Edi.: R. Veal-V. Leitch, Cambridge: McDonald Institute for Archeological Research, 2019, 11-24.
Yılmaz, Alper, *2005-2010 Yılları Arasında Bulunan Parion Nekropol Kandilleri,* Unpublished Master Thesis, Erzurum 2012.

ÇOCUKLARDA HASTANE ALGISI VE TEKNOLOJİK YAKLAŞIMLAR: PEDİATRİ HEMŞİRELİĞİ PERSPEKTİFİ

Fatma Dilek TURAN
Akdeniz University, Kumluca Health Science Faculty, Department of Pediatric Nursing, Kumluca, Antalya
ORCID: 0000-0001-6130-6896

ÖZET
Hastane ortamı, çocuklar için çoğu zaman belirsizlik, korku, ağrı ve kontrol kaybı ile ilişkilenen stres verici bir deneyim olarak algılanmaktadır. Çocukların hastane algısı; gelişimsel özellikler, önceki sağlık deneyimleri, aile tutumları, sağlık profesyonelleriyle etkileşim ve fiziksel çevre gibi çok sayıda faktörden etkilenmektedir. Son yıllarda, çocuk merkezli bakım anlayışının güçlenmesiyle birlikte, teknolojik yaklaşımlar çocukların hastane deneyimini iyileştirmede önemli araçlar hâline gelmiştir. Bu derlemenin amacı, çocuklarda hastane algısını etkileyen temel bileşenleri ve güncel teknolojik yaklaşımların bu algı üzerindeki etkilerini çocuk sağlığı ve hastalıkları hemşireliği perspektifinden değerlendirmektir. Güncel literatür, sanal gerçeklik uygulamaları, dijital oyunlar, tablet temelli hizmetler ve tele-sağlık müdahalelerinin çocuklarda ağrı ve anksiyeteyi azalttığını, hastane ortamına uyumu ve memnuniyeti artırdığını göstermektedir. Bununla birlikte, dijital uygulamaların ekran süresi, mahremiyet, veri güvenliği ve eşitsiz erişim gibi potansiyel riskler taşıdığı da vurgulanmaktadır. Pediatri hemşireleri, teknolojik yaklaşımların güvenli, etik ve amaca yönelik kullanımında kilit rol oynamaktadır. Sonuç olarak, teknolojinin çocuk dostu hastane ortamları ve çocuk merkezli hemşirelik bakımı ile bütünleştirilmesi, çocukların hastane algısını olumlu yönde dönüştürmede önemli bir potansiyel sunmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Çocuk; Hastane algısı; Çocuk merkezli bakım; Dijital sağlık; Teknoloji temelli girişimler

CHILDREN'S PERCEPTIONS OF HOSPITALIZATION AND TECHNOLOGICAL APPROACHES: A PEDIATRIC NURSING PERSPECTIVE

ABSTRACT
The hospital environment is often perceived by children as a stressful experience associated with uncertainty, fear, pain, and loss of control. Children's perceptions of hospitalization are shaped by multiple factors, including developmental characteristics, previous healthcare experiences, family attitudes, interactions with healthcare professionals, and the physical environment. In recent years, the growing emphasis on child-centered care has led to the increasing use of technological approaches aimed at improving children's hospital experiences. The aim of this review is to evaluate the key components influencing children's perceptions of hospitalization and the effects of contemporary technological approaches on these perceptions from a pediatric nursing perspective. Current evidence indicates that virtual reality interventions, digital games, tablet-based hospital services, and telehealth applications effectively reduce pain and anxiety, enhance treatment adherence, and improve children's satisfaction with the hospital environment. However, the literature also highlights potential challenges related to screen time, data privacy, ethical considerations, and inequalities in access to digital technologies. Pediatric nurses play a critical role in assessing children's psychosocial needs and ensuring the safe, ethical, and purpose-driven integration of technological interventions into clinical care. In conclusion, the integration of technology with child-friendly hospital environments and child-centered nursing care holds significant potential for transforming children's perceptions of hospitalization into a more supportive, understandable, and manageable experience.
Keywords: Child; Hospital perception; Child-centered care; Digital health; Technology-based interventions

GİRİŞ

Hastane deneyimi, çocuklar için yalnızca fiziksel iyileşmeye yönelik bir süreç değil; aynı zamanda duygusal güven, kontrol algısı, sağlık profesyonellerine duyulan güven ve gelecekteki sağlık davranışlarını şekillendiren çok boyutlu bir yaşam deneyimidir. Çocuklar hastane ortamını sıklıkla belirsizlik, ağrı, ayrılık ve yabancılık duyguları ile ilişkilendirmekte; bu durum özellikle gelişimsel olarak kırılgan dönemlerde yoğun psikososyal tepkilere yol açabilmektedir (Coyne et al., 2014; Çamur & Sarıkaya Karabudak, 2021; Rennick et al., 2014). Çocuğun hastane deneyimine yüklediği anlam, yalnızca mevcut hastalık sürecini değil, ilerleyen yıllarda sağlık hizmetlerinden yararlanma davranışlarını da etkilemektedir.

Son yıllarda çocuk hakları temelli sağlık hizmetleri anlayışının güçlenmesiyle birlikte, çocukların sağlık bakımında pasif alıcılar olmaktan çıkarılarak aktif katılımcılar hâline gelmesi hedeflenmiştir. Bu yaklaşım, çocukların kendi deneyimlerini ifade etmelerinin ve hastane algılarının sistematik biçimde değerlendirilmesinin önemini artırmıştır (Davies et al., 2024). Aynı dönemde teknolojik gelişmeler, çocukların hastane deneyimini iyileştirmeye yönelik yeni olanaklar sunmuş; sanal gerçeklik, dijital oyunlar, tablet tabanlı uygulamalar ve tele-sağlık hizmetleri pediatrik bakımın ayrılmaz bir parçası hâline gelmeye başlamıştır (Checa-Peñalver et al., 2024; Davies et al., 2024; Gates et al., 2020).

Bu derlemenin amacı, çocuklarda hastane algısını etkileyen bireysel, çevresel ve bakım ile ilişkili faktörleri güncel literatür ışığında ele almak ve son yıllarda geliştirilen teknolojik yaklaşımların çocukların hastane algısı üzerindeki etkilerini çocuk sağlığı ve hastalıkları hemşireliği perspektifinden değerlendirmektir.

Çocuklarda Hastane Algısı: Kavramsal Çerçeve ve Gelişimsel Yaklaşım

Çocuklarda hastane algısı, çocuğun hastaneyi nasıl tanımladığı, bu ortamda kendisini ne kadar güvende hissettiği ve sağlık profesyonelleriyle kurduğu ilişkinin niteliği ile şekillenen dinamik bir yapıdır. Bu algı; bilişsel değerlendirmeleri, duygusal tepkileri ve davranışsal yanıtları kapsamakta olup yaş, gelişim düzeyi, önceki deneyimler ve aile tutumları gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Akkavak & Karabudak, 2019; Beytut et al., 2009; Boztepe et al., 2017).

Gelişimsel açıdan değerlendirildiğinde, okul öncesi dönemdeki çocuklar hastaneyi çoğu zaman cezalandırıcı ve tehdit edici bir ortam olarak algılamakta; tıbbi işlemleri anlamlandırmakta zorlanmaktadır (Kuloglu et al., 2025; Pantell et al., 2025). Okul çağı çocuklarında neden–sonuç ilişkilerinin gelişmesiyle birlikte hastalık ve tedaviye yönelik daha fazla soru ortaya çıkmakta; ancak hastane hâlâ ağrı ve kısıtlanma ile özdeşleştirilmektedir. Ergenlik döneminde ise hastane algısı, mahremiyetin korunması, bağımsızlık duygusu ve beden imajı gibi daha karmaşık psikososyal temalar etrafında şekillenmektedir (Davies et al., 2024; Kopsombut et al., 2024; Yıldırım, 2024).

Son yıllarda yapılan nitel çalışmalar, çocukların hastane deneyimlerini anlatırken en çok ağrı, iğne, tıbbi cihazlar, yabancı ses ve kokular gibi duyusal uyaranlara vurgu yaptığını; buna karşılık anlayışlı bir hemşire, oyun olanakları ve açıklayıcı bilgilendirme sunulduğunda bu algının olumlu yönde değişebildiğini göstermektedir (Caner et al., 2025; Lulgjuraj & Maneval, 2023). Bu bulgular, hastane algısının değiştirilebilir ve bakım süreçleriyle dönüştürülebilir bir yapı olduğunu ortaya koymaktadır.

Hospitalizasyonun Çocuk Üzerindeki Psikososyal Etkileri

Hospitalizasyon süreci, çocuklarda kısa ve uzun vadeli psikososyal etkilere yol açabilmektedir. Güncel çalışmalar, hastaneye yatış sırasında yaşanan stresin çocuklarda kaygı, uyku bozuklukları, regresyon, öfke ve davranış sorunları ile ilişkili olduğunu bildirmektedir (Checa-Peñalver et al., 2024; Ekici, 2023; Lulgjuraj & Maneval, 2023; Top et al., 2022; Yıldırım, 2024). Özellikle invaziv girişimlerin yoğun olduğu kliniklerde, çocukların hastane deneyimini daha olumsuz algıladığı ve bu durumun tedaviye uyumu zorlaştırdığı belirtilmektedir.

Kronik hastalığı olan ve tekrarlayan hospitalizasyon deneyimi yaşayan çocuklarda psikososyal yük daha da artmaktadır. Bu çocuklarda uzun süreli kaygı, depresif belirtiler, sosyal

geri çekilme ve sağlıkla ilişkili kaçınma davranışlarının daha sık görüldüğü rapor edilmektedir (Çamur & Sarıkaya Karabudak, 2021; Demirbağ & Ergin, 2022; Quaye et al., 2021). Ailelerin yaşadığı stres ve belirsizlik de çocuğun hastane algısını doğrudan etkilemekte; ebeveyn kaygısı arttıkça çocukların korku ve güvensizlik düzeyinin yükseldiği bildirilmektedir (Kabukçu Başay et al., 2020).

Bu nedenle hospitalizasyon sürecinin yalnızca tıbbi bir olay olarak değil, çocuk ve aile için psikososyal bir deneyim olarak ele alınması gerektiği vurgulanmaktadır. Çocuk sağlığı ve hastalıkları hemşireleri, çocukların duygusal tepkilerini erken dönemde fark ederek destekleyici girişimler planlama, aileyi sürece dâhil etme ve çocuğun güven duygusunu güçlendirme açısından kilit bir role sahiptir (Akkavak & Karabudak, 2019; Hedén et al., 2020; Kurt Sezer & Geçkil, 2020).

Hastane Algısını Etkileyen Fiziksel Çevre ve Hemşirelik Bakımı

Hastanenin fiziksel çevresi, çocukların hastane algısının şekillenmesinde temel bir belirleyicidir. Yetişkin odaklı, soğuk ve karmaşık mimari yapıların çocuklarda korku ve kaçınma davranışlarını artırdığı; buna karşılık renkli, oyun ve sanat unsurları içeren, doğa ile ilişkili ortamların güven duygusunu desteklediği gösterilmiştir (Babbu & Haque, 2021; Sherman et al., 2005). Çocuk dostu hastane yaklaşımı, yalnızca mimari düzenlemeleri değil; psikososyal destek, oyun, eğitim ve aile katılımını içeren bütüncül bir bakım anlayışını ifade etmektedir.

Hemşirelik bakımı, çocukların hastane deneyiminde merkezi bir konuma sahiptir. Literatürde, hemşirenin empatik yaklaşımı, yaşa uygun açıklamalar yapması ve çocuğu bakım sürecine aktif olarak dâhil etmesinin çocukların hastane algısını belirgin biçimde iyileştirdiği vurgulanmaktadır (Beytut et al., 2009; Chappuis et al., 2011; Çelebi et al., 2015; Justus et al., 2006; Rokach, 2016; SilavUtkan, 2012). Hemşirenin yalnızca teknik bakım sunan bir profesyonel değil, aynı zamanda güven veren, açıklayan ve destekleyen bir figür olarak algılanması, çocukların hastane deneyimini olumlu yönde dönüştürmektedir.

Teknolojik Yaklaşımlar ve Çocukların Hastane Algısı

Dijital Oyunlar ve Tablet Tabanlı Uygulamalar

Dijital oyunlar ve tablet tabanlı uygulamalar, hastane ortamında çocukların yaşadığı can sıkıntısı, yalnızlık ve kaygıyı azaltmada etkili araçlar olarak öne çıkmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalar, bu uygulamaların çocukların dikkatini hastalık ve tedaviden uzaklaştırarak duygusal rahatlama sağladığını ve hastane sürecine ilişkin bilgi edinmelerini kolaylaştırdığını göstermektedir (Gates et al., 2020; Karisalmi et al., 2025). Özellikle uzun süreli yatışlarda, dijital uygulamalar çocukların günlük yaşam rutinlerini kısmen sürdürebilmelerine olanak tanımaktadır.

Sanal Gerçeklik Uygulamaları

Sanal gerçeklik, çocuklarda ağrı ve anksiyeteyi azaltmaya yönelik en çok araştırılan teknolojik yaklaşımlardan biridir. Güncel sistematik derlemeler ve meta-analizler, sanal gerçekliğin invaziv girişimler sırasında algılanan ağrıyı ve korkuyu anlamlı düzeyde azalttığını ortaya koymuştur (Nordgård & Låg, 2021). Bununla birlikte literatürde, sanal gerçekliğin tek başına yeterli olmadığı; hemşirelik bakımı ile bütünleştirildiğinde daha kalıcı ve anlamlı etkiler sağladığı vurgulanmaktadır (Addab et al., 2022).

Tele-sağlık ve Dijital Sağlık Hizmetleri

Tele-sağlık uygulamaları, özellikle kronik hastalığı olan çocuklarda bakım sürekliliğini destekleyen önemli bir araçtır. Pandemi sonrası dönemde yapılan çalışmalar, tele-sağlığın hastaneye yatış sıklığını azalttığını ve çocukların hastaneyi sürekli bir tehdit olarak algılamasının önüne geçebildiğini göstermektedir (Bouabida et al., 2022). Ancak dijital okuryazarlık, teknik altyapı ve veri gizliliği gibi konular, bu uygulamaların etkinliğini sınırlayan faktörler olarak öne çıkmaktadır (Akbaş & Dursun, 2020).

TARTIŞMA

Bu çalışmada ele alınan güncel literatür, çocuklarda hastane algısının sabit ve tek boyutlu bir yapı olmadığını; aksine bakımın niteliği, çevresel koşullar, aile katılımı ve sağlık profesyonelleriyle kurulan ilişkinin özelliklerine bağlı olarak değişebilen ve dönüştürülebilen dinamik bir süreç olduğunu ortaya koymaktadır (Salmela et al., 2011; Sherman et al., 2005; SilavUtkan, 2012; Top et al., 2022; Wilson et al., 2010). Son beş yılda yayımlanan nitel ve nicel çalışmalar, çocukların hastane deneyimini yalnızca uygulanan tıbbi girişimler üzerinden değil; kendilerini ne ölçüde güvende hissettikleri, ne kadar bilgilendirildikleri ve bakım sürecine ne ölçüde dâhil edildikleri üzerinden değerlendirdiklerini göstermektedir (Addab et al., 2022; Bouabida et al., 2022; Demirbağ & Ergin, 2022; Quaye et al., 2021). Bu bulgular, hastane algısının yalnızca kısa süreli klinik sonuçlarla değil, çocukların psikososyal iyilik hâli ve uzun vadeli sağlık davranışlarıyla da yakından ilişkili olduğunu düşündürmektedir (Çamur & Sarıkaya Karabudak, 2021; Kurt Sezer & Geçkil, 2020).

Literatür karşılaştırmalı olarak incelendiğinde, çocukların hastane algısına yönelik araştırmaların önemli bir bölümünün akut hospitalizasyon deneyimlerine ve kısa vadeli stres tepkilerine odaklandığı görülmektedir (Rokach, 2016). Oysa kronik hastalığı olan, tekrarlayan hastane yatışları yaşayan veya uzun süreli tedavi gören çocuklarda hastane algısının çok daha karmaşık ve derin bir yapı sergilediği bildirilmektedir (Coyne et al., 2014; Duzkaya et al., 2014; Linder & Seitz, 2017; Noreña Peña & Cibanal Juan, 2011; Rennick et al., 2014; Salmela et al., 2011). Bu çocuklar için hastane, geçici bir mekândan ziyade yaşamın süreklilik gösteren bir parçası hâline gelmekte; bu durum hem uyum mekanizmalarının gelişmesine hem de uzun vadeli psikososyal risklerin ortaya çıkmasına zemin hazırlamaktadır. Ancak mevcut çalışmaların sınırlı bir kısmının bu uzun vadeli algısal dönüşümü ele aldığı, dolayısıyla literatürde önemli bir boşluk bulunduğu dikkat çekmektedir (Beytut et al., 2009; Gönener, 2009; Justus et al., 2006; Wilson et al., 2010).

Teknolojik yaklaşımlar bağlamında değerlendirildiğinde, sanal gerçeklik, dijital oyunlar ve tablet tabanlı uygulamaların çocuklarda ağrı ve anksiyeteyi azaltmada etkili olduğu yönünde güçlü kanıtlar bulunmaktadır (Addab et al., 2022; Nordgård & Låg, 2021; Noreña Peña & Cibanal Juan, 2011). Bununla birlikte, çalışmaların büyük çoğunluğunun bu müdahalelerin işlem sırasındaki ya da kısa vadeli etkilerine odaklandığı; teknolojinin çocukların hastaneye yönelik genel algısını, sağlık profesyonelleriyle kurduğu ilişkiyi ve gelecekteki sağlık davranışlarını nasıl etkilediğine ilişkin verilerin sınırlı kaldığı görülmektedir. Bu durum, teknolojik yaklaşımların çoğu zaman semptom yönetimine indirgenerek ele alındığını, daha bütüncül bir bakım bileşeni olarak yeterince konumlandırılmadığını düşündürmektedir (Akkavak & Karabudak, 2019; Beytut et al., 2009; Boztepe et al., 2017; Caner et al., 2025; Checa-Peñalver et al., 2024; Chin et al., 1998; Coyne et al., 2014; Davies et al., 2024; Karisalmi et al., 2025; Kurt Sezer & Geçkil, 2020; Lulgjuraj & Maneval, 2023; Noreña Peña & Cibanal Juan, 2011).

Eleştirel bir perspektiften bakıldığında, bazı çalışmalarda teknolojik uygulamaların yüz yüze etkileşimin yerini alabilecek bir "geçici çözüm" gibi sunulduğu dikkat çekmektedir (Gates et al., 2020). Oysa literatür, çocukların hastane deneyiminde güven duygusunun temel kaynağının teknoloji değil; destekleyici ve süreklilik gösteren bir insan ilişkisi olduğunu vurgulamaktadır (Demirbağ & Ergin, 2022; Duzkaya et al., 2014; Ekici, 2023; Gates et al., 2020; Gönener, 2009). Sanal gerçeklik ve dijital uygulamaların hemşirelik bakımı ile bütünleştirildiği çalışmalarda, çocukların hastane deneyimini daha anlamlı ve kabul edilebilir olarak algıladıkları; hemşirenin aktif rol almadığı uygulamalarda ise teknolojinin etkisinin sınırlı kaldığı bildirilmektedir (Demirbağ & Ergin, 2022; Duzkaya et al., 2014; Ekici, 2023; Gönener, 2009; Hedén et al., 2020; Kabukçu Başay et al., 2020; Karisalmi et al., 2025). Bu bulgular, teknolojinin tek başına yeterli olmadığını; bakımın insani boyutunu destekleyen bir araç olarak ele alınması gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır.

Tele-sağlık ve dijital sağlık uygulamaları açısından değerlendirildiğinde, bu yaklaşımların özellikle kronik hastalığı olan çocuklarda hastane algısını dönüştürme potansiyeline sahip olduğu görülmektedir. Güncel çalışmalar, tele-sağlık uygulamalarının hastaneye yatış sıklığını azalttığını ve çocukların hastaneyi sürekli bir tehdit olarak algılamasının önüne geçebildiğini göstermektedir (Bouabida et al., 2022). Ancak literatür, bu uygulamalara yönelik memnuniyetin dijital okuryazarlık, sosyoekonomik düzey ve teknik altyapıya bağlı olarak değiştiğini; bu nedenle herkes için eşit bir deneyim sunmadığını da vurgulamaktadır (Babbu & Haque, 2021; Beytut et al., 2009; Boztepe et al., 2017; Caner et al., 2025; Çelebi et al., 2015). Bu durum, teknolojik yaklaşımların yeni bakım eşitsizlikleri yaratma riskini gündeme getirmektedir.

Etik açıdan bakıldığında, çocuklarda teknolojik uygulamaların kullanımına ilişkin tartışmalar son yıllarda belirgin biçimde artmıştır. Ekran süresi, veri gizliliği, mahremiyet, bilgilendirilmiş onam ve çocuğun karar süreçlerine katılımı, teknolojinin sorgulanmadan yaygınlaştırılmasının sakıncalarına işaret etmektedir (Huang et al., 2025; TÜİK, 2025; Wilson et al., 2010). Literatürde, çocukların dijital müdahalelere ilişkin görüşlerinin çoğu zaman sistematik biçimde değerlendirilmediği ve kararların ağırlıklı olarak yetişkinler tarafından alındığı görülmektedir (Davies et al., 2024). Bu durum, çocuk merkezli bakım ve çocuk hakları temelli yaklaşımlar ile çelişmektedir.

Çocuk sağlığı ve hastalıkları hemşireliği perspektifinden değerlendirildiğinde, hemşirelerin bu süreçteki rolü yalnızca uygulayıcı değil; aynı zamanda değerlendirici, yönlendirici ve savunucu bir rol olarak öne çıkmaktadır. Hemşireler, teknolojik yaklaşımların hangi çocuk için, hangi amaçla ve ne süreyle kullanılacağına karar verirken çocuğun bireysel özelliklerini, duygusal gereksinimlerini ve aile dinamiklerini dikkate almakla sorumludur. Güncel çalışmalar, hemşirelerin aktif rol aldığı, çocuğun görüşlerinin alındığı ve aile ile iş birliği içinde yürütülen bakım modellerinde çocukların hastane algısının daha olumlu yönde şekillendiğini göstermektedir (Addab et al., 2022; Akbaş & Dursun, 2020; Babbu & Haque, 2021; Caner et al., 2025; Chappuis et al., 2011; Checa-Peñalver et al., 2024; Chin et al., 1998; Çelebi et al., 2015; Duzkaya et al., 2014; Gönener, 2009; Huang et al., 2025; İşler et al., 2006; Kabukçu Başay et al., 2020; Karisalmi et al., 2025).

Genel olarak değerlendirildiğinde, bu derlemede ele alınan çalışmalar çocuklarda hastane algısının, teknolojik yeniliklerden bağımsız olarak, güçlü bir hemşirelik ilişkisi ve çocuk merkezli bakım yaklaşımı ile şekillendiğini ortaya koymaktadır. Teknolojik yaklaşımlar bu süreci destekleyici ve güçlendirici araçlar olarak önemli bir potansiyel sunmakla birlikte, bu potansiyelin hayata geçirilebilmesi teknolojinin insani bakımın önüne geçmediği, aksine onu tamamladığı bir çerçevede mümkün görünmektedir (Addab et al., 2022; Akbaş & Dursun, 2020; Babbu & Haque, 2021; Boztepe et al., 2017; Caner et al., 2025; Chappuis et al., 2011; Checa-Peñalver et al., 2024; Chin et al., 1998; Coyne et al., 2014; Çamur & Sarıkaya Karabudak, 2021; Çelebi et al., 2015; Davies et al., 2024; Demirbağ & Ergin, 2022; Duzkaya et al., 2014; Gönener, 2009; Huang et al., 2025; İşler et al., 2006; Kabukçu Başay et al., 2020; Karisalmi et al., 2025). Bu nedenle gelecekte yapılacak çalışmaların, teknolojik müdahaleleri yalnızca klinik çıktılar üzerinden değil; çocukların öznel algıları, duygusal deneyimleri ve uzun vadeli sağlık davranışları üzerinden değerlendirmesi büyük önem taşımaktadır.

SONUÇ

Bu derlemenin bulguları, çocukların hastane algısının değiştirilebilir ve geliştirilebilir bir yapı olduğunu; teknolojik yaklaşımların ise bu dönüşümde güçlü ancak tek başına yeterli olmayan araçlar sunduğunu göstermektedir. Literatür karşılaştırmalı olarak değerlendirildiğinde, teknolojinin en etkili olduğu noktaların, çocuk merkezli bakım, güçlü hemşirelik ilişkisi ve aile katılımı ile bütünleştirildiği durumlar olduğu açıkça görülmektedir. Bu bağlamda, gelecekte yapılacak çalışmaların teknolojik müdahaleleri yalnızca sonuç ölçütleri üzerinden değil; çocukların uzun vadeli algıları, sağlık davranışları ve hemşirelik bakım deneyimleri üzerinden de değerlendirmesi önem taşımaktadır.

ÖNERİLER

Çocuklarda hastane algısı, bakım kalitesi, tedaviye uyum ve uzun vadeli sağlık davranışları ile yakından ilişkili bir kavramdır. Son beş yılın literatürü, teknolojik yaklaşımların uygun şekilde kullanıldığında çocukların hastane deneyimini olumlu yönde dönüştürebileceğini göstermektedir. Ancak bu yaklaşımların çocuk merkezli bakım ilkeleri, etik çerçeve ve hemşirelik bakımının insani boyutu ile bütünleştirilmesi zorunludur.

Gelecekte yapılacak çalışmaların, teknolojik müdahalelerin uzun vadeli etkilerini, çocukların öznel algılarını ve hemşirelik bakımının bu süreçteki rolünü daha kapsamlı biçimde ele alması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Addab, S., Hamdy, R., Thorstad, K., Le May, S., & Tsimicalis, A. (2022). Use of virtual reality in managing paediatric procedural pain and anxiety: An integrative literature review. *Journal of Clinical Nursing*, *31*(21-22), 3032-3059.

Akbaş, Ö. Z., & Dursun, C. (2020). Teknolojinin Aileye Etkisi: Değişen Ailenin Dijital Ebeveyn ve Çocukları. *Turkish Studies-Social Sciences*, *15*(4).

Akkavak, D. T., & Karabudak, S. S. (2019). Hastanede Yatan okul çağı çocukların hemşireyi ve hastaneyi algılama durumlarının incelenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi*, *12*(1), 46-56.

Babbu, A. H., & Haque, M. (2021). Effects of the physical environment of pediatric healthcare settings on health outcomes of patient & family and staff. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*, *12*(12), 1-12.

Beytut, D. Ş., Bolışık, B., Solak, U., & Seyfioğlu, U. (2009). Çocuklarda hastaneye yatma etkilerinin projektif yöntem olan resim çizme yoluyla incelenmesi. *Maltepe Üniversitesi Hemşirelik Bilim ve Sanatı Dergisi*, *2*(3), 35-44.

Bouabida, K., Lebouché, B., & Pomey, M.-P. (2022). Telehealth and COVID-19 pandemic: an overview of the telehealth use, advantages, challenges, and opportunities during COVID-19 pandemic. Healthcare,

Boztepe, H., Çınar, S., & Ay, A. (2017). School-age children's perception of the hospital experience. *Journal of Child Health Care*, *21*(2), 162-170.

Caner, N., Ozbey, H., Efe, Y. S., Dudukcu, F. T., Bayat, M., Erdemir, F., & Platin, N. (2025). Perceptions of pediatric nurses by mothers of children with hospitalization experience: A qualitative study. *Journal of Pediatric Nursing*.

Chappuis, M., Vannay-Bouchiche, C., Flückiger, M., Monnier, M., Cathieni, F., Terra, R., & Piot-Ziegler, C. (2011). Children's experience regarding the quality of their hospital stay: the development of an assessment questionnaire for children. *Journal of nursing care quality*, *26*(1), 78-87.

Checa-Peñalver, A., Lírio-Romero, C., Luiz Ferreira, E. A., Hernandes-Iglesias, S., García-Valdivieso, I., Pérez-Pozuelo, J. M., & Gómez-Cantarino, S. (2024). Effectiveness of non-pharmacological interventions in the management of pediatric chronic pain: a systematic review. *Children*, *11*(12), 1420.

Chin, D. G., Schonfeld, D. J., O'HARE, L. L., Mayne, S. T., Salovey, P., Showalter, D. R., & Cicchetti, D. V. (1998). Elementary school-age children's developmental understanding of the causes of cancer. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, *19*(6), 397-403.

Coyne, I., Amory, A., Kiernan, G., & Gibson, F. (2014). Children's participation in shared decision-making: children, adolescents, parents and healthcare professionals' perspectives and experiences. *European Journal of Oncology Nursing*, *18*(3), 273-280.

Çamur, Z., & Sarıkaya Karabudak, S. (2021). The effect of parental participation in the care of hospitalized children on parent satisfaction and parent and child anxiety: Randomized controlled trial. *International journal of nursing practice*, *27*(5), e12910.

Çelebi, A., Aytekin, A., Küçükoğlu, S., & Çelebioğlu, A. (2015). Hastanede yatan çocuk ve oyun. *Journal of Dr. Behcet Uz Children's Hospital*, *5*(3).
Davies, C., Waters, D., & Fraser, J. (2024). Children's and young people's experiences of expressing their views and having them heard in health care: A deductive qualitative content analysis. *Journal of Clinical Nursing*, *33*(4), 1506-1519.
Demirbağ, S., & Ergin, D. (2022). Türkiye'de hastanede yatan çocukların yaşam kalitesini ne etkiler? *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, *6*(2), 130-143.
Duzkaya, D. S., Uysal, G., & Akay, H. (2014). Nursing perception of the children hospitalized in a university hospital. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *152*, 362-367.
Ekici, B. (2023). Development of hospital perception scale for healthy children (HPSHC) and investigation of its psychometric properties. *Children*, *10*(10), 1706.
Gates, M., Hartling, L., Shulhan-Kilroy, J., MacGregor, T., Guitard, S., Wingert, A., Featherstone, R., Vandermeer, B., Poonai, N., & Kircher, J. (2020). Digital technology distraction for acute pain in children: a meta-analysis. *Pediatrics*, *145*(2).
Gönener, D. (2009). Okul yaş grubu çocukların hastane ve hastalığı ile ilgili bilgilendirme durumlarının endişe kaynakları ile etkileşimi. *Gaziantep Medical Journal*, *15*(1), 41-48.
Hedén, L., von Essen, L., & Ljungman, G. (2020). Children's self-reports of fear and pain levels during needle procedures. *Nursing open*, *7*(1), 376-382.
Huang, W. X., Chong, M. C., Tang, L. Y., & Liu, X. X. (2025). Child-friendly healthcare: A concept analysis. *Journal of Pediatric Nursing*, *80*, e7-e15.
İşler, A., Esenay, F. İ., & Başbakkal, Z. (2006). Çocukların gelişimsel yaş dönemlerine göre tıbbi terimleri algılayışları Orijinal Araştırma. *Türk Pediatri Arşivi*, *41*(2).
Justus, R., Wyles, D., Wilson, J., Rode, D., Walther, V., & Lim-Sulit, N. (2006). Preparing children and families for surgery: Mount Sinai's multidisciplinary perspective. *Pediatric nursing*, *32*(1).
Kabukçu Başay, B., Basay, Ö., Ürüt, A., Hasmercan, B., Uysal, M., & Usul, B. E. (2020). Hospitalized children: A study on the factors affecting psychosocial adjustment (tur). *TURKISH JOURNAL CLINICAL PSYCHIATRY*, *23*(4), 402-413.
Karisalmi, N., Viitanen, J., Erola, E., & Lahdenne, P. (2025). Digital services to support hospitalized pediatric patients and their parents: user experience survey on a service tablet in a children's hospital. *Quality and User Experience*, *10*(1), 5.
Kopsombut, G., Rooney-Otero, K., Craver, E., Keyes, J., McCann, A., Quach, H., Shiwmangal, V., Bradley, M., Ajjegowda, A., & Koster, A. (2024). Characteristics associated with positive social determinants of health screening in patients admitted to pediatric hospital medicine. *Hospital pediatrics*, *14*(11), 869-880.
Kuloglu, Ç., Dereli, F., & Macuncu, N. (2025). Kronik hastalığı olan çocuğun ebeveynlerinin kabul/red durumlarının çocuğun umut düzeyine etkisi. *Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *12*(1), 149-159.
Kurt Sezer, H., & Geçkil, E. (2020). Pediatri hemşirelerinin duygu gereksinimleri ile maneviyat ve manevi bakım hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Journal of Hacettepe University Faculty of Nursing*, *7*(2).
Linder, L. A., & Seitz, M. (2017). Through their words: Sources of bother for hospitalized children and adolescents with cancer. *Journal of Pediatric Oncology Nursing*, *34*(1), 51-64.
Lulgjuraj, D., & Maneval, R. E. (2023). A phenomenological study exploring pediatric hospitalization: The voices of accompanied and unaccompanied hospitalized children. *Journal of Pediatric Nursing*, *70*, 68-78.
Nordgård, R., & Låg, T. (2021). The effects of virtual reality on procedural pain and anxiety in pediatrics: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Virtual Reality*, *2*, 699383.

Noreña Peña, A. L., & Cibanal Juan, L. (2011). The experience of hospitalized children regarding their interactions with nursing professionals. *Revista latino-americana de enfermagem*, *19*, 1429-1436.
Pantell, M. S., Mosen, D. M., Tran, N., Gottlieb, L. M., & Banegas, M. P. (2025). Differences between Individual Social Risks, Social Needs, and Community-level Social Risk among Pediatric Patients. *Academic Pediatrics*, 102851.
Quaye, A. A., Castor, C., Coyne, I., Söderbäck, M., & Hallström, I. K. (2021). How are children's best interests expressed during their hospital visit?—an observational study. *Journal of Clinical Nursing*, *30*(23-24), 3644-3656.
Rennick, J. E., Dougherty, G., Chambers, C., Stremler, R., Childerhose, J. E., Stack, D. M., Harrison, D., Campbell-Yeo, M., Dryden-Palmer, K., & Zhang, X. (2014). Children's psychological and behavioral responses following pediatric intensive care unit hospitalization: the caring intensively study. *BMC pediatrics*, *14*(1), 276.
Rokach, A. (2016). Psychological, emotional and physical experiences of hospitalized children. *Clin Case Rep Rev*, *2*(4), 399-401.
Salmela, M., Aronen, E., & Salanterä, S. (2011). The experience of hospital-related fears of 4- to 6-year-old children. *Child: care, health and development*, *37*(5), 719-726.
Sherman, S. A., Shepley, M. M., & Varni, J. W. (2005). Children's environments and health-related quality of life: Evidence informing pediatric healthcare environmental design. *Children, youth and environments*, *15*(1), 186-223.
SilavUtkan, M. (2012). Children hospital design in children picture. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *51*, 110-114.
Top, F. Ü., Çam, H. H., & İlyas, N. (2022). Hastanede yatan çocuklarda görülen psikososyal semptomlar, ebeveynlerin sağlık hizmet sunumu memnuniyet durumları ve ilişkili faktörler. *Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi*, *11*(1), 34-41.
TÜİK. (2025). *İstatistiklerle çocuk, 2024*.
https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Istatistiklerle-Cocuk-2024-54197
Wilson, M. E., Megel, M. E., Enenbach, L., & Carlson, K. L. (2010). The voices of children: stories about hospitalization. *Journal of pediatric health care*, *24*(2), 95-102.
Yıldırım, A. (2024). Duygusal özgürleşme tekniği (FFT)'nin hastanede yatan çocuklarda görülen psikososyal semptomlar üzerine etkisinin incelenmesi.

ÇOCUKLARDA AKRAN ZORBALIĞI VE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR: PEDİATRİ HEMŞİRELİĞİ PERSPEKTİFİNDEN BİR DERLEME

Fatma Dilek TURAN
Akdeniz University, Kumluca Health Science Faculty, Department of Pediatric Nursing, Kumluca, Antalya
ORCID: 0000-0001-6130-6896

ÖZET
Akran zorbalığı, çocukluk ve ergenlik döneminde yaygın olarak görülen ve fiziksel, psikolojik, sosyal ve akademik gelişimi olumsuz etkileyen önemli bir halk sağlığı sorunudur. Son yıllarda zorbalığın türleri çeşitlenmiş; fiziksel ve sözel zorbalığa ek olarak ilişkisel ve özellikle siber zorbalık giderek daha fazla önem kazanmıştır. Güncel çalışmalar, akran zorbalığına maruz kalan çocuklarda depresyon, anksiyete, travma belirtileri, özkıyım düşünceleri, somatik yakınmalar, okul başarısında düşüş ve sosyal işlevsellikte bozulma riskinin anlamlı düzeyde arttığını göstermektedir. Dijital teknolojilerin yaygınlaşmasıyla birlikte zorbalık, zamandan ve mekândan bağımsız bir olgu hâline gelmiş ve çocukların ruh sağlığı üzerindeki etkileri daha karmaşık bir boyut kazanmıştır. Bu derleme, çocuklarda akran zorbalığının kavramsal çerçevesini, türlerini, yaygınlığını, risk ve koruyucu etmenlerini, sağlık üzerindeki etkilerini ve son beş yılın literatürü ışığında geliştirilen güncel önleme ve müdahale yaklaşımlarını ele almaktadır. Özellikle okul temelli programlar, aile odaklı müdahaleler, dijital vatandaşlık ve medya okuryazarlığı eğitimleri ile travma duyarlı yaklaşımların etkisi vurgulanmaktadır. Çocuk sağlığı ve hastalıkları hemşirelerinin tarama, erken tanılama, danışmanlık, savunuculuk ve çok disiplinli iş birliği rolleri, akran zorbalığıyla mücadelede merkezi bir yere sahiptir. Kanıta dayalı hemşirelik girişimlerinin yaygınlaştırılması, güvenli ve kapsayıcı okul ortamlarının oluşturulmasında temel bir strateji olarak öne çıkmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Akran zorbalığı; Çocuk; Ergen; Siber zorbalık; Ruh sağlığı; Okul sağlığı hemşireliği

PEER BULLYING IN CHILDHOOD AND CURRENT APPROACHES: A PEDIATRIC NURSING PERSPECTIVE

ABSTRACT
Peer bullying is a prevalent public health problem in childhood and adolescence, adversely affecting physical, psychological, social, and academic development. In recent years, the forms of bullying have diversified; in addition to physical and verbal bullying, relational bullying and particularly cyberbullying have gained increasing importance. Current evidence indicates that children exposed to peer bullying are at significantly higher risk for depression, anxiety, trauma-related symptoms, suicidal ideation, psychosomatic complaints, decreased academic achievement, and impaired social functioning. With the widespread use of digital technologies, bullying has become independent of time and place, resulting in more complex and persistent effects on children's mental health. This review addresses the conceptual framework, types, prevalence, risk and protective factors, and health-related outcomes of peer bullying in children, as well as contemporary prevention and intervention approaches based on literature from the past five years. Particular emphasis is placed on school-based programs, family-centered interventions, digital citizenship and media literacy education, and trauma-informed care approaches. Within this context, pediatric nursing plays a central role in the prevention and management of peer bullying. Pediatric nurses are critically involved in screening, early identification, counseling, advocacy, and multidisciplinary collaboration. Expanding evidence-

based nursing interventions is essential for promoting psychological well-being and fostering safe, inclusive, and supportive school environments for children.
Keywords: Peer bullying; Child; Adolescent; Cyberbullying; Mental health; School nursing

1. GİRİŞ

Akran zorbalığı, çocukluk ve ergenlik döneminde sık görülen, kasıtlı zarar verme niyeti içeren, tekrarlayıcı nitelikte olan ve zorba ile mağdur arasında güç dengesizliği bulunan saldırgan davranışlar bütünü olarak tanımlanmaktadır (Olweus, 2021). Son yıllarda yapılan çalışmalar, akran zorbalığının yalnızca okul ortamıyla sınırlı bir disiplin sorunu olmadığını; çocukların ruhsal, bilişsel ve sosyal gelişimini etkileyen önemli bir halk sağlığı sorunu olduğunu ortaya koymaktadır (Ye et al., 2023; Giuliani et al., 2025).

Dijital teknolojilerin yaygınlaşmasıyla birlikte zorbalık davranışları geleneksel biçimlerin ötesine geçmiş; çevrim içi platformlar aracılığıyla siber zorbalık giderek daha görünür hâle gelmiştir. Bu durum, mağduriyetin sürekliliğini artırmış ve çocukların güvenli alan algısını zedelemiştir (Lee et al., 2025). UNESCO'nun son raporları, zorbalığın okul başarısı, psikolojik iyi oluş ve eğitimden erken ayrılma üzerinde küresel düzeyde önemli etkiler yarattığını vurgulamaktadır (UNESCO, 2024).

Çocuk sağlığı ve hastalıkları hemşireleri klinik ve okul temelli uygulamalarda çocuklarla en sık iletişime geçen sağlık profesyonellerinden biri olarak, akran zorbalığının erken tanılanması, önlenmesi ve etkilerinin azaltılmasında kritik bir rol üstlenmektedir (Yosep ve ark., 2023). Bu derlemenin amacı, çocuklarda akran zorbalığının kavramsal çerçevesini, yaygınlığını, risk ve koruyucu etmenlerini, sağlık üzerindeki etkilerini ve güncel önleme–müdahale yaklaşımlarını, çocuk sağlığı ve hastalıkları hemşireliği perspektifinden ele almaktır.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE AKRAN ZORBALIĞI TÜRLERİ

Akran zorbalığı; kasıtlı zarar verme, tekrarlayıcılık ve güç dengesizliği olmak üzere üç temel bileşen üzerinden tanımlanmaktadır (Olweus, 2021). Bu tanım, zorbalığı akran çatışmalarından ayıran temel ölçütleri ortaya koymaktadır. Güncel literatürde zorbalık, farklı biçimlerde sınıflandırılmaktadır.

Fiziksel zorbalık; vurma, itme, tekmeleme ve eşyaya zarar verme gibi doğrudan fiziksel saldırıları içerirken, sözel zorbalık hakaret, tehdit, alay etme ve aşağılayıcı lakap takma gibi davranışları kapsamaktadır. İlişkisel (sosyal) zorbalık ise dışlama, dedikodu yayma ve sosyal statüyü zedeleme gibi daha örtük ancak uzun vadede derin etkiler bırakan davranışları içermektedir (Menken et al., 2022).

Son yıllarda literatürde giderek daha fazla yer bulan siber zorbalık, dijital platformlar aracılığıyla gerçekleştirilen, anonimlik ve süreklilik özellikleri nedeniyle mağdurlar üzerinde daha yoğun psikolojik baskı yaratan bir zorbalık biçimi olarak tanımlanmaktadır (Lee ve ark., 2025). Siber zorbalıkta içeriklerin kalıcı olması ve geniş kitlelere hızla yayılması, mağduriyetin etkilerini artırmaktadır (UNESCO, 2024).

3. AKRAN ZORBALIĞININ YAYGINLIĞI VE EPİDEMİYOLOJİSİ

Son beş yılda yayımlanan geniş ölçekli çalışmalar, akran zorbalığının dünya genelinde yaygın bir sorun olduğunu göstermektedir. Meta-analitik veriler, çocuk ve ergenlerin yaklaşık dörtte birinin yaşamlarının bir döneminde zorbalığa maruz kaldığını ortaya koymaktadır (Ye et al., 2023). Siber zorbalık yaygınlığı ise yaş grubu ve kullanılan ölçüm araçlarına bağlı olarak değişmekle birlikte, özellikle ergenlik döneminde belirgin bir artış göstermektedir (Lee et al., 2025).

Türkiye'de yapılan çalışmalar da benzer biçimde, sözel ve ilişkisel zorbalığın en sık görülen türler olduğunu; siber zorbalığın ise ortaokul ve lise döneminde hızla arttığını bildirmektedir (Peker et al., 2024). Yaygınlık verilerindeki bu değişkenlik, zorbalığın kültürel, sosyoekonomik ve okul iklimine bağlı olarak farklı şekillerde ortaya çıkabildiğini göstermektedir.

4. RİSK VE KORUYUCU ETMENLER

4.1. Bireysel Etmenler

Çocuğun duygu düzenleme güçlükleri, düşük özsaygı, sosyal beceri eksiklikleri ve içselleştirme/dışsallaştırma sorunları zorbalığa maruz kalma ya da zorbalık yapma riskini artırabilmektedir (Menken et al., 2022). Zorba-mağdur grubundaki çocukların hem psikolojik sorunlar hem saldırgan davranışlar açısından en yüksek risk profiline sahip olduğu bildirilmektedir (Ye et al., 2023).

4.2. Aile ve Okul Etmenleri

Aile içi iletişim, ebeveyn izleme düzeyi ve ebeveyn-çocuk ilişkisi zorbalık açısından önemli belirleyicilerdir. Ebeveyn-okul iş birliğini güçlendiren müdahalelerin, zorbalık davranışlarını azaltabildiği gösterilmiştir (van Niejenhuis et al., 2020). Okul iklimi, öğretmen tutumları ve akran normları da zorbalığın sürdürülmesinde ya da önlenmesinde kritik rol oynamaktadır (Gaffney et al., 2021).

5. AKRAN ZORBALIĞININ ÇOCUK SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ

Akran zorbalığına maruz kalan çocuklarda depresyon, anksiyete, travma belirtileri ve suisid (özkıyım) düşüncesi riskinin anlamlı düzeyde arttığı gösterilmiştir (Bezie et al., 2025; Lee et al., 2025). Bunun yanı sıra baş ağrısı, karın ağrısı ve uyku sorunları gibi psikosomatik yakınmalar sık bildirilmektedir (Menken et al., 2022).

Bilişsel ve akademik açıdan bakıldığında, zorbalık mağduriyetinin dikkat, yürütücü işlevler ve akademik performans üzerinde olumsuz etkiler yarattığı bildirilmektedir (Menken et al., 2022). Son dönem çalışmalar, bu etkilerin stres yanıt sistemleri ve inflamatuvar süreçlerle ilişkili olabileceğini düşündürmektedir (Roberts et al., 2025).

6. GÜNCEL ÖNLEME VE MÜDAHALE YAKLAŞIMLARI

Güncel kanıtlar, zorbalıkla mücadelede tek bileşenli müdahalelerin sınırlı etkiye sahip olduğunu; okul temelli, çok bileşenli programların daha etkili sonuçlar verdiğini göstermektedir (Gaffney et al., 2021). Sosyal-duygusal öğrenme, empati eğitimi, tanık müdahalesi ve aile katılımını içeren programların zorbalık davranışlarını azaltmada öne çıktığı bildirilmektedir (Yosep et al., 2023).

Siber zorbalığa yönelik müdahalelerde dijital okuryazarlık, güvenli internet kullanımı ve çevrim içi etik konularına odaklanan eğitimlerin önem kazandığı görülmektedir (Peker et al., 2024). Bu yaklaşımlar, çocukların dijital ortamlarda karşılaşabilecekleri riskleri tanıma ve baş etme becerilerini güçlendirmeyi hedeflemektedir.

7. ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI HEMŞİRELİĞİNİN ROLÜ

Çocuk sağlığı ve hastalıkları hemşireleri, akran zorbalığının erken tanılanması, riskli çocukların belirlenmesi ve uygun yönlendirmelerin yapılmasında merkezi bir role sahiptir. Okul hemşireliği temelli müdahalelerin, zorbalık mağdurlarında psikolojik iyi oluşu desteklediği ve okul iklimini olumlu yönde etkilediği bildirilmektedir (Yosep et al., 2023). Ayrıca hemşirelerin savunuculuk ve politika geliştirme rolleri, güvenli okul ortamlarının oluşturulmasında önem taşımaktadır (Brandão Neto ve ark., 2024; NASN, 2025).

8. TARTIŞMA

Derlemede ele alınan bulgular, akran zorbalığının çocukluk ve ergenlik döneminde yalnızca bireysel davranış sorunları ya da okul disiplini bağlamında ele alınabilecek bir olgu olmadığını; ruh sağlığı, bilişsel gelişim, akademik işlevsellik ve sosyal uyum üzerinde kısa ve uzun vadeli etkileri olan çok boyutlu bir halk sağlığı sorunu olduğunu göstermektedir. Son beş yıl içinde yayımlanan sistematik derlemeler ve meta-analizler, zorbalığa maruz kalan çocuk ve adölesanlarda depresyon, anksiyete, travma belirtileri ve suisid (özkıyım düşüncesi) riskinin anlamlı düzeyde arttığını ortaya koymaktadır (Ye et al., 2023; Bezie et al., 2025; Lee et al., 2025). Bu bulgular, önceki literatürde zorbalığın çoğunlukla geçici psikososyal stresör olarak ele alındığı yaklaşımlardan belirgin bir ayrışmaya işaret etmektedir.

Güncel çalışmalar, akran zorbalığını giderek daha fazla olumsuz çocukluk deneyimleri (Adverse Childhood Experiences – ACEs) çerçevesinde konumlandırmaktadır. Bu yaklaşım, zorbalığın tekrarlayıcı ve güç dengesizliği içeren doğası nedeniyle, çocukların stres yanıt sistemleri üzerinde kalıcı etkiler yaratabileceğini vurgulamaktadır (Giuliani et al., 2025). Özellikle erken yaşlarda yaşanan zorbalık deneyimlerinin, ilerleyen dönemlerde ruhsal sorunlara zemin hazırladığına dair boylamsal kanıtların artması, erken tanılama ve önleyici girişimlerin önemini daha da güçlendirmektedir (Menken et al., 2022).

Geleneksel Zorbalık ve Siber Zorbalık İlişkisi

Geleneksel akran zorbalığı ile siber zorbalığın etkilerinin büyük ölçüde örtüştüğü ancak bazı özgün riskler barındırdığı ifade edilmektedir. Geleneksel zorbalık, genellikle okul ortamı ile sınırlı olup belirli zaman ve mekânlarda gerçekleşirken; siber zorbalık, zamansal ve mekânsal sınırların ortadan kalkması nedeniyle mağduriyetin sürekliliğini artırmaktadır (UNESCO, 2024). Siber ortamda yapılan zorbalık, anonimlik, içeriğin kalıcılığı ve geniş kitlelere hızla yayılabilme özellikleri nedeniyle mağdurlar üzerinde daha yoğun bir çaresizlik ve kontrol kaybı duygusu yaratabilmektedir.

Meta-analiz çalışmaları, siber zorbalık mağduriyetinin depresyon ve anksiyete belirtileriyle güçlü ilişkisini ortaya koyarken, bazı araştırmalar siber zorbalığın suisid girişimiyle geleneksel zorbalığa kıyasla daha güçlü bir ilişki gösterebildiğini bildirmektedir (Grimland et al., 2025; Lee et al., 2025). Bununla birlikte, literatürde giderek daha fazla vurgulanan bir diğer önemli bulgu, çocuk ve adölesanların önemli bir bölümünün hem geleneksel hem de siber zorbalığa eş zamanlı olarak maruz kaldığıdır. Bu "çifte mağduriyet" durumunda ruhsal risklerin belirgin biçimde arttığı ve özellikle zorba-mağdur grubunun en kırılgan alt grubu oluşturduğu belirtilmektedir (Ye et al., 2023).

Bu karşılaştırmalı bulgular, siber zorbalığın geleneksel zorbalıktan bağımsız bir olgu olarak değil, onun dijital uzantısı ve güçlendirici bir bileşeni olarak ele alınması gerektiğini düşündürmektedir. Çocuk sağlığı ve hastalıkları hemşireliği açısından bu durum, değerlendirme süreçlerinde hem yüz yüze hem çevrim içi akran ilişkilerinin birlikte ele alınmasını zorunlu kılmaktadır.

Risk Grupları ve Sağlık Eşitsizlikleri

Son yıllarda yapılan çalışmalar, zorbalığa maruz kalma riskinin çocuklar arasında homojen dağılmadığını ve belirli gruplarda yoğunlaştığını açıkça ortaya koymaktadır. Kronik hastalığı olan çocuklar, nörogelişimsel farklılıklar gösteren bireyler, ruhsal sorunları bulunan ergenler ve sosyoekonomik açıdan dezavantajlı ailelerden gelen çocuklar zorbalık açısından daha yüksek risk altındadır (Menken et al., 2022; Giuliani et al., 2025). Bu bulgular, zorbalığın yalnızca bireysel özelliklerle açıklanamayacağını; yapısal eşitsizlikler, okul iklimi ve toplumsal ayrımcılık mekanizmaları ile yakından ilişkili olduğunu göstermektedir.

Daha önceki yıllarda bireysel kırılganlıkları merkeze alan açıklamalar ağırlıkta iken, güncel çalışmalar zorbalığı ekolojik ve sistem temelli modeller üzerinden ele almaktadır (Menken et al., 2022; Ye et al., 2023; Giuliani et al., 2025). Bu yaklaşım, çocuğun ailesi, akran grubu, okul ortamı ve dijital ekosistem ile birlikte değerlendirilmesini önermektedir. Hemşirelik perspektifinden bakıldığında, bu değişim çocukların yalnızca "riskli bireyler" olarak değil, riskli bağlamlar/durumlar/koşullar içinde yaşayan bireyler olarak ele alınmasını gerektirmektedir.

Ruh Sağlığı, Bilişsel Gelişim ve Biyolojik Etmenler

Akran zorbalığının ruh sağlığı üzerindeki etkilerinin yanı sıra bilişsel gelişim ve biyolojik süreçlerle de ilişkili olabilmektedir. Kohort çalışmaları, zorbalık mağduriyetinin çocuklarda yürütücü işlevler, dikkat süreçleri ve akademik performans üzerinde olumsuz etkilerle ilişkili olduğunu ortaya koymuştur (Grimland et al., 2025; Menken et al., 2022; Gaffney et al., 2021). Bu bulgular, zorbalığın öğrenme süreçlerini dolaylı yollarla da etkileyebileceğini düşündürmektedir.

Daha yeni çalışmalarda ise bu ilişkilerin altında yatan olası biyolojik mekanizmalar tartışılmaktadır. Roberts ve arkadaşları (2025), akran mağduriyetinin bazı bilişsel çıktılar üzerindeki etkisinde düşük düzeyli inflamatuvar süreçlerin kısmi aracılık rolü oynayabileceğini ileri sürmüştür (Robert et al. 2025). Bu yaklaşım, zorbalığın yalnızca psikososyal bir deneyim değil, stres yanıt sistemleri üzerinden fizyolojik sonuçları olabilen bir süreç olduğunu düşündürmektedir. Çocuk sağlığı ve hastalıkları hemşireliği açısından bu bulgular, zorbalık öyküsünün genel sağlık izlemleri ve gelişimsel değerlendirmelerde sistematik olarak ele alınmasının önemini artırmaktadır.

Okul Temelli Programların Etkililiği

Okul temelli zorbalık önleme programları, son yıllarda yoğun biçimde incelenen müdahale alanları arasındadır. Güncel derlemeler ve meta-analizler, bu programların zorbalık yapma ve zorbalığa maruziyet oranlarını azaltabildiğini, ancak etki büyüklüklerinin değişken olduğunu göstermektedir (Grimland et al., 2025; Robert et al. 2025; Menken et al., 2022; Gaffney et al., 2021; Gaffney et al., 2021). Bu heterojenliğin; programın içeriği, süresi, uygulayıcıların niteliği ve okulun sosyoekonomik yapısı gibi çok sayıda faktöre bağlı olduğu belirtilmektedir. Önceki kuşak programlar ağırlıklı olarak disiplin ve davranış kontrolüne odaklanırken, güncel programlar sosyal-duygusal öğrenme, empati geliştirme, tanık müdahalesi ve psikolojik dayanıklılık gibi bileşenleri ön plana çıkarmaktadır. Bu

değişim, zorbalığın yalnızca yasaklanması gereken bir davranış değil, sosyal ilişkiler içinde öğrenilen ve dönüştürülebilen bir olgu olarak ele alındığını göstermektedir.

Hemşirelik Girişimlerinin Yeri ve Önemi

Son yıllarda yayımlanan hemşirelik odaklı derlemeler, okul temelli hemşirelik girişimlerinin zorbalıkla mücadelede önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Yosep ve arkadaşları (2023), hemşire liderliğinde yürütülen psiko-eğitim, danışmanlık, akran grup çalışmaları ve sosyal beceri geliştirme programlarının zorbalık davranışlarını azaltmada ve psikolojik iyi oluşu desteklemede olumlu sonuçlar verdiğini bildirmiştir (Yosep et al. 2023). Bununla birlikte, bu çalışmaların bir kısmında örneklem büyüklüklerinin sınırlı olması ve uzun dönem izlem verilerinin yetersizliği, sonuçların genellenebilirliği açısından dikkatli yorum gerektirmektedir.

Brandão Neto ve arkadaşları (2024) tarafından önerilen çekirdek yetkinlik çerçevesi, okul hemşirelerinin zorbalıkla mücadelede hangi bilgi ve becerilere sahip olması gerektiğini sistematik biçimde ele alması açısından önemlidir (Brandão Neto et al. 2024). Bu yaklaşım, hemşirelik girişimlerinin standardizasyonu ve kalite güvencesi açısından literatürdeki önemli bir boşluğu doldurmaktadır.

Zorbalık ile Mücadele Politikası ve Çok Paydaşlı Yaklaşımlar

Uluslararası politika belgeleri, zorbalıkla mücadelenin yalnızca okul temelli değil, çok paydaşlı bir yaklaşımla ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır. UNESCO'nun 2024 tarihli çağrısı, özellikle siber zorbalığın okul dışına taşan etkilerine dikkat çekerek eğitim, sağlık ve sosyal hizmet sistemlerinin eşgüdümünü önermektedir. Benzer biçimde, okul hemşireliği alanında yayımlanan güncel pozisyon bildirgeleri, hemşirelerin zorbalık ve siber zorbalıkla mücadelede savunuculuk ve politika geliştirme rollerini güçlendirmektedir (NASN, 2025).

Bu politika çerçeveleri, çocuk sağlığı ve hastalıkları hemşireliğinin yalnızca bireysel bakım değil, aynı zamanda toplum sağlığı ve çocuk hakları perspektifinden de aktif bir rol üstlenmesi gerektiğini göstermektedir.

9. SONUÇ

Bu derleme, akran zorbalığının çocuk sağlığı üzerinde çok boyutlu ve uzun süreli etkileri olan önemli bir sorun olduğunu ortaya koymaktadır. Güncel literatür, zorbalığın önlenmesi ve etkilerinin azaltılmasında okul temelli, çok bileşenli ve hemşirelik liderliğinde yürütülen yaklaşımların önemini vurgulamaktadır. Çocuk sağlığı ve hastalıkları hemşirelerinin erken tanılama, danışmanlık, eğitim ve savunuculuk rollerinin güçlendirilmesi, güvenli ve kapsayıcı okul ortamlarının oluşturulmasına önemli katkı sağlayacaktır.

10. ÖNERİLER

Her ne kadar son beş yılda zorbalık alanındaki yayın sayısında belirgin bir artış gözlense de hemşirelik odaklı randomize kontrollü çalışmaların hâlen sınırlı olduğu görülmektedir. Özellikle siber zorbalığa özgü, dijital sağlık uygulamalarını içeren ve uzun dönem izlem sağlayan çalışmalar literatürde önemli bir boşluk oluşturmaktadır. Gelecek araştırmaların, kültürel bağlamı dikkate alan, çocuk katılımını güçlendiren ve hemşirelik girişimlerinin etkililiğini nicel ve nitel yöntemlerle birlikte değerlendiren tasarımlara yönelmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Bezie, A. E., Abate, B. B., Taye, B. T., & Alemayehu, S. (2025). The association between bullying victimization and suicidal ideation among students in Africa: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Public Health, 13*, 1189452.

Brandão Neto, W., Pinheiro, H. V. S., Araújo, N. A. A. B., et al. (2024). Core competences of school nurses for the development of anti-bullying strategies: Protocol for a scoping review. *Nursing Reports, 14*(4), 3505–3514.

Gaffney, H., Ttofi, M. M., & Farrington, D. P. (2021). Effectiveness of school-based programs to reduce bullying perpetration and victimization: An updated systematic review and meta-analysis. *Campbell Systematic Reviews, 17*(2), e1143.

Giuliani, A., Menesini, E., Smith, P. K., & Cowie, H. (2025). Longitudinal evidence on peer victimisation and persistent mental health outcomes in youth: A systematic review. *Behavioral Sciences, 15*(12), 1734.

Grimland, M., Furlong, M. J., Sharkey, J. D., & Jimerson, S. R. (2025). Cyberbullying victimization and suicide attempt among adolescents: A cross-national comparison. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 22*(3), 385.

Lee, J., Choo, H., Zhang, Y., Zhang, Q., Cheung, H. S., & Ang, R. P. (2025). Cyberbullying victimization and mental health symptoms among children and adolescents: A meta-analysis of longitudinal studies. *Trauma, Violence, & Abuse, 26*(1), 45–63.
Menken, M. S., Smith, J. D., McLaughlin, K. A., & Sheridan, M. A. (2022). Peer victimization (bullying) on mental health, behavioral problems, cognition, and academic performance in preadolescent children: Evidence from the ABCD Study. *Frontiers in Psychology, 13*, 925727.
National Association of School Nurses (NASN). (2025). Prevention and intervention of bullying and cyberbullying in schools: Position statement. *Journal of School Nursing, 41*(3), 409–411.
Olweus, D. (2021). *Bullying at school: What we know and what we can do* (Updated ed.). Wiley-Blackwell.
Peker, A., Kars, M. P., & Taşgın, A. (2024). Siber zorbalığa seyirci müdahale ölçeğinin Türkçeye uyarlanması: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 10*(2), 199–220.
Roberts, E., Francesconi, M., & Flouri, E. (2025). The effect of peer victimisation on cognitive development in childhood: Evidence for mediation via inflammation. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology, 60*, 2553–2562.
UNESCO. (2024). *Violence and bullying in schools: UNESCO calls for better protection of students.* Paris: UNESCO Publishing.
van Niejenhuis, C., Huitsing, G., & Veenstra, R. (2020). Working with parents to counteract bullying: A randomized controlled trial of an intervention to improve parent–school cooperation. *Scandinavian Journal of Psychology, 61*(1), 117–131.
Ye, X., Chen, L., Harrison, S. E., Guo, H., Li, X., & Lin, D. (2023). Meta-analysis of the relationship between bullying and depressive symptoms in children and adolescents. *BMC Psychiatry, 23*, 215.
Yosep, I., Mediani, H. S., & Rahayu, U. (2023). School-based nursing interventions for preventing bullying and reducing its incidence on students: A scoping review. *International Journal of Environmental Research and Public Healt*

AMELİYAT SÜRECİNDE BASINÇ YARALARININ ÖNLENMESİNDE HEMŞİRELİK YAKLAŞIMLARI

İnci COŞKUN
Haliç Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Hemşirelik Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi, İstanbul, Türkiye
ORCID: 0009-0009-2489-2123
Dr. Öğr. Üyesi Yasemin ÖZER GÜÇLÜEL
Haliç Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü, İstanbul, Türkiye
ORCID: 0000-0003-3325-8502

ÖZET

Basınç yaraları, genellikle kemik çıkıntılarının bulunduğu bölgelerde, sürekli basınç ve mekanik kuvvetlerin (sürtünme ve kayma) etkisiyle gelişen, deri ve altındaki yumuşak dokuları etkileyen sınırlı doku hasarları olarak tanımlanmaktadır. Basınç yarası, dünyada sık görülen, hastanın yaşam kalitesini etkileyen ve sağlık bakımı açısından mali yüke sebep olan önemli bir sağlık sorunudur. Ameliyathaneler, hastaların çeşitli derecelerde ve sürede basınca maruz kaldıkları ve basınç yarası gelişimi açısından yüksek riskli alanlardır. Ameliyattan sonra 48-72 saat içerisinde gelişen lezyonlar, ameliyata bağlı basınç yarası olarak tanımlanmaktadır. Cerrahi operasyon esnasında hastalar hareketsiz ve duyu kaybı yaşadıklarından dolayı basınç yarası açısından risk altındadır. Ameliyat sırasında gelişen basınç yarası risk faktörleri; ameliyat öncesi, sırası ve sonrası olarak sınıflandırılmaktadır. İleri yaş, komorbidite, diyabet, düşük albümin, düşük hemoglobin, beden kitle indeksi (yüksek/düşük), ödem varlığı, cinsiyet ameliyat öncesi risk faktörleridir. Anestezi türü, ameliyat süresi, ameliyat pozisyonu, kullanılan destek yüzeyleri, kan kaybı, hastada gelişen hipotermi, nem ameliyat sırasında gelişen basınç yarası risk faktörleridir. Beslenme, mobilizasyon, kullanılan ilaçlar ameliyat sonrası basınç yarası risk faktörleridir. Hemşirelerin ameliyathane ortamındaki temel sorumluluklarından biri, basınç yaralarının gelişimini önlemektir. Perioperatif hemşireler, her hastayı basınç yarası riski açısından değerlendirmeli ve hastanın perioperatif seyrinin her aşamasında basınç yarası oluşumunu önlemek için müdahaleler yapmalıdır. Bu süreç ameliyat öncesi, sırası ve sonrasını dönemleri kapsayan bütüncül bir yaklaşımla yürütülmelidir. Perioperatif döneme özgü değerlendirme araçlarının kullanılması, yüksek risk altındaki hastaların erken tanımlanmasında etkili olmaktadır. Kanıta dayalı hemşirelik girişimlerinin uygulanması, hemşirelere yönelik eğitim programları ve protokol temelli bakım uygulamalarının, basınç yarası insidansını azalttığı ve bakım kalitesini artırdığı gösterilmiştir. Bu derleme, ameliyathane kaynaklı basınç yaralarının nedenlerini, risk faktörlerini ve önleyici hemşirelik stratejilerini kapsamlı biçimde ele almakta; multidisipliner ekip çalışması ve güncel kılavuzlara uyumun önemini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Basınç yarası, hemşirelik bakımı, intraoperatif komplikasyonlar, önleme ve kontrol.

NURSING APPROACHES TO THE PREVENTION OF PRESSURE INJURIES DURING THE SURGICAL PROCESS

ABSTRACT

Pressure ulcers are defined as limited tissue damage affecting the skin and underlying soft tissues, typically developing in areas near bony prominences due to constant pressure and mechanical forces (friction and shear). Pressure ulcers are a significant health problem that is common worldwide, affecting patients' quality of life and causing financial burdens for healthcare providers.

Operating rooms are high-risk areas where patients are exposed to varying degrees and duration of pressure and are considered high-risk for pressure ulcer development. Lesions that develop within 48-72 hours after surgery are defined as surgical pressure ulcers. Patients are at risk for

pressure ulcers because they are immobile and experience loss of sensation during surgery. Risk factors for intraoperative pressure ulcers are categorized as preoperative, intraoperative, and postoperative. Advanced age, comorbidities, diabetes, albumin, hemoglobin, body mass index, presence of edema, and gender are preoperative risk factors. Type of anesthesia, duration of surgery, surgical position, support surfaces used, blood loss, patient hypothermia, and humidity are also risk factors for intraoperative pressure ulcers. Nutrition, mobilization, and medications used are risk factors for postoperative pressure ulcers.
One of the primary responsibilities of nurses in the operating room environment is to prevent the development of pressure ulcers. Perioperative nurses should assess each patient for pressure ulcer risk and implement preventive interventions throughout the preoperative, intraoperative, and postoperative periods using a holistic approach. The use of perioperative assessment tools enables early identification of high-risk patients, and evidence-based nursing interventions, education programs, and protocol-based care practices have been shown to reduce pressure ulcer incidence and improve care quality.
This review comprehensively examines the causes, risk factors, and preventive nursing strategies related to operating room–acquired pressure injuries, highlighting the importance of multidisciplinary teamwork and adherence to current clinical guidelines.
Keywords: Pressure ulcer, nursing care, intraoperative complications, prevention and control.

1. GİRİŞ

Basınç yarası; genellikle kemik çıkıntılarının bulunduğu bölgelerde, sürekli basınç ve mekanik kuvvetlerin (sürtünme ve kayma) etkisiyle gelişen, deri ve altındaki yumuşak dokuları etkileyen sınırlı doku hasarları olarak tanımlanmaktadır. Bu hasar, hücresel düzeyde meydana gelen bozulmalara bağlı olarak doku bütünlüğünün bozulması ya da tamamen kaybolması şeklinde ortaya çıkabilmektedir (Yara Ostomi İnkontinans Hemşireler Derneği, 2017; European Pressure Ulcer Advisory Panel, National Pressure Injury Advisory Panel ve Pan Pacific Pressure Injury Alliance, 2019). Basınç yaraları, dünya genelinde sık görülen, hastaların yaşam kalitesini olumsuz etkileyen ve sağlık bakım sistemleri açısından önemli bir ekonomik yük oluşturan ciddi bir sağlık sorunudur (Efteli, 2020; Hill et al., 2022). Basınç yaralarının gelişimi, hastalarda ağrıya, fonksiyonel bağımsızlık kaybına ve buna eşlik eden sosyal ve psikolojik sorunlara yol açmakta (Feng et al., 2022), aynı zamanda hastanede kalış süresinin uzamasına neden olarak enfeksiyon ve mortalite riskini artırmaktadır (Nasiri et al., 2021; Sving et al., 2023).

Ameliyat sırasında gelişen basınç yarası, AORN (Association of Perioperative Registered Nurses) tarafından cerrahi girişimi takiben ilk 48–72 saat içinde ortaya çıkan ve ameliyat sürecinde maruz kalınan basınç etkileriyle ilişkili olarak gelişen yaralar şeklinde tanımlanmaktadır (AORN, 2019; **AORN**,2022; Savcı et al., 2024). Ameliyathane ortamı, hastaların uzun süre immobil kalması, anesteziye bağlı olarak ağrı ve basınç algısının ortadan kalkması, cerrahi pozisyonların doku üzerine uyguladığı sürekli mekanik yük ve intraoperatif hemodinamik değişiklikler nedeniyle basınç yarası gelişimi açısından yüksek riskli bir klinik alan olarak değerlendirilmektedir (Celik et al., 2019; Bentsen et al., 2024). Ameliyathane ortamına özgü bu faktörler, basınç yaralarının intraoperatif dönemde tanınmasını güçleştirmekte ve lezyonların cerrahi girişim sonrasında ortaya çıkmasına yol açabilmektedir (AORN, 2019; Creehan & Black, 2022).

Literatürde, ameliyat sırasında gelişen basınç yarası insidansının hasta grubu, cerrahi girişim türü ve klinik ortama göre değişkenlik gösterdiği bildirilmektedir. Eberhardt ve ark. tarafından ameliyathanede yürütülen çalışmada topuk basınç yarası insidansının %36,7 olduğu, Jiao ve ark. tarafından yapılan çalışmada kırık hastalarında bu oranın %20,4'e ulaştığı, Fang ve ark. tarafından açık kalp cerrahisi uygulanan hastalarda basınç yarası gelişme oranının %25 olduğu ayrıca İlkhan ve Sucu Dağ (2023) tarafından cerrahi hastalarda %16,37 olarak bildirildiği

görülmektedir. Bu bulgular, ameliyat sırasında basınç yarası gelişiminin cerrahi hasta popülasyonlarında önemli bir klinik sorun olduğunu göstermektedir (Eberhardt et al., 2020; İlkhan & Sucu Dağ, 2023).

Ameliyat sırasında basınç yaralarının önlenmesinde, intraoperatif bakım sürecinde uygulanan hemşirelik girişimleri temel bir rol oynamaktadır. Hemşireler, risk değerlendirmesinin yapılması, uygun cerrahi pozisyonlamanın sağlanması, basınç azaltıcı destek yüzeylerinin kullanımı, cilt bütünlüğünün izlenmesi ve ekip içi iletişimin sürdürülmesi gibi önleyici uygulamaların planlanması ve uygulanmasında aktif sorumluluk üstlenmektedir (Aydın ve ark., 2021; Cebeci & Şenol Çelik, 2021). Ameliyathane ortamında hastayla sürekli temas halinde olan sağlık profesyoneli olarak hemşireler, basınç yarası riskini erken dönemde belirleyebilme ve gerekli önleyici girişimleri zamanında uygulayabilme açısından merkezi bir konuma sahiptir (Creehan & Black, 2022; AORN, 2024).

Bu derleme, ameliyat sırasında basınç yarası gelişimine yol açan risk faktörlerini güncel literatür doğrultusunda incelemek ve intraoperatif dönemde uygulanan hemşirelik girişimlerinin basınç yaralarının önlenmesindeki rolünü kapsamlı biçimde incelemektir.

2. AMELİYAT SIRASINDA BASINÇ YARASI RİSK FAKTÖRLERİ

Ameliyat sırasında basınç yarası gelişimi, hastaya ait bireysel özellikler, cerrahi sürece ilişkin faktörler ve intraoperatif bakım uygulamalarıyla ilişkili çok sayıda etmenin bir araya gelmesiyle ortaya çıkmaktadır. Ameliyathane ortamının kendine özgü koşulları, bu risk faktörlerinin perioperatif süreç boyunca sistematik ve bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır (AORN, 2019; Konateke, 2021). Güncel sistematik derlemeler ve meta-analizler, özellikle ameliyat süresi, cerrahi pozisyon ve hasta özelliklerinin ameliyat sırasında gelişen basınç yaraları ile en sık ilişkilendirilen faktörler arasında yer aldığını göstermektedir (Fang et al., 2025; Kurian et al., 2025; Karadede et al., 2025).

2.1. Hasta Kaynaklı Risk Faktörleri

Literatürde cerrahi hastalarda basınç yarası gelişimi ile ilişkili hasta kaynaklı risk faktörleri arasında ileri yaş, beden kitle indeksinin düşük ya da yüksek olması, beslenme durumu ve komorbid hastalıkların varlığı öne çıkmaktadır. Sistematik derlemelerde, ileri yaş ve beden kitle indeksi uç değerlerinin perioperatif basınç yarası gelişimi ile ilişkili olduğu bildirilmektedir (Karadede et al., 2025; Kurian et al., 2025). Bunun yanı sıra beslenme yetersizliği, düşük albümin düzeyi ile diyabet ve vasküler hastalıklar gibi kronik hastalıkların varlığının da cerrahi hastalarda basınç yarası riskini artırdığı rapor edilmektedir (Kandemir ve ark., 2022; Kim & Lee, 2022; İlkhan & Sucu Dağ, 2023; İnan et al., 2024).

2.2. Ameliyathaneye Bağlı Risk Faktörleri

Cerrahi sürece ilişkin risk faktörleri arasında ameliyat süresi, cerrahi pozisyon ve intraoperatif immobilizasyon önemli bir yer tutmaktadır. Uzamış cerrahi girişimlerde dokuların uzun süre basınca maruz kalmasının intraoperatif basınç yarası gelişimi ile ilişkili olduğu; özellikle dört saat ve üzeri süren cerrahilerde bu riskin belirgin şekilde arttığı bildirilmektedir (Eberhardt et al., 2020; İnan et al., 2024; Gümüş & Çeliktaş, 2025). Uzun ve kompleks cerrahileri içeren meta-analizlerde de ameliyat süresi ve immobilizasyon, öne çıkan risk faktörleri arasında yer almaktadır (Fang et al., 2025).

Cerrahi pozisyonun türü, basınç yarası gelişimi açısından belirleyici bir diğer faktördür. Supin, prone ve lateral pozisyonlarda belirli anatomik bölgelerin sürekli basınca maruz kalması, riskli alanların oluşmasına zemin hazırlamaktadır (AORN, 2024; Bentsen et al., 2024). Ayrıca pozisyon destek araçlarının kullanılmaması ya da yetersiz kullanımı, basıncın doku üzerine dengeli şekilde dağılmasını engelleyerek basınç yarası gelişimi ile ilişkilendirilmektedir (Konateke, 2021; AORN, 2024).

Ameliyata hazırlık sürecinde cilt hazırlığı amacıyla kullanılan solüsyonlar ve anestezi türü de intraoperatif basınç yarası gelişimi ile ilişkili faktörler arasında yer almaktadır. Özellikle genel

anestezi altında hastaların uzun süre hareketsiz kalmasının basınç yarası riskiyle ilişkili olduğu bildirilmektedir (Kim & Lee, 2022; Gümüş & Çeliktaş, 2025).
İntraoperatif dönemde gelişen hipotermi veya hipertermi ile hipotansiyonun doku perfüzyonunu etkileyerek basınç yarası gelişimi ile ilişkili olduğu rapor edilmiştir. Buna ek olarak, cildin nemlilik durumunun bozulmasının sürtünme ve makaslama kuvvetlerini artırarak basınç yarası riskini yükselttiği belirtilmektedir (Konateke, 2021; Creehan & Black, 2022; Kandemir ve ark., 2022; İnan et al., 2024).

2.3. Hemşirelik Uygulamalarıyla İlişkili Risk Faktörleri

İntraoperatif bakım sürecinde risk değerlendirmesinin yapılmaması, uygun cerrahi pozisyonlamanın sağlanmaması, destek yüzeylerinin kullanılmaması ve cilt bütünlüğünün yeterli düzeyde izlenmemesi, basınç yarası gelişimi ile ilişkili hemşirelik uygulamalarına bağlı risk faktörleri arasında yer almaktadır (Aydın ve ark., 2021; Creehan & Black, 2022). Ayrıca ameliyathane hemşirelerinin basınç yarası önlemeye yönelik bilgi ve uygulama düzeylerinin yetersizliğinin de basınç yarası gelişimi ile ilişkili olduğu bildirilmektedir (Cebeci & Şenol Çelik, 2021; Konateke, 2021).
Türkiye'de ameliyata bağlı basınç yaralarını inceleyen çalışmalar ve sistematik derlemelerde de benzer şekilde hasta özellikleri, cerrahi sürenin uzunluğu ve intraoperatif bakım uygulamalarındaki eksikliklerin öne çıkan risk faktörleri arasında yer aldığı rapor edilmektedir (İnan et al., 2024; Konateke & Güner, 2025b).

3. PERİOPERATİF BASINÇ YARASI RİSK DEĞERLENDİRME ÖLÇEKLERİ

Perioperatif dönemde basınç yarası gelişiminin önlenmesinde, hastaya ait risklerin erken ve sistematik biçimde değerlendirilmesi temel bir basamak olarak kabul edilmektedir. Cerrahi hastaların ameliyat öncesi, sırası ve sonrasında değişken risk faktörlerine maruz kalması nedeniyle, ameliyathane ortamına özgü risk değerlendirme araçlarının kullanılması önerilmektedir (AORN, 2019; EPUAP/NPIAP/PPPIA, 2019).

- **Munro Perioperatif Basınç Ülseri Risk Tanılama Ölçeği**, cerrahi hastalarda intraoperatif basınç yarası riskini belirlemek amacıyla geliştirilen ilk ölçeklerdendir. Ölçek, hasta özellikleri ile anestezi ve cerrahi sürece ilişkin değişkenleri birlikte değerlendirerek risk düzeyini tanımlar; klinik uygulamalarda daha geniş örneklemli çalışmalarla desteklenmesi gerektiği belirtilmektedir (Caz, 2022; Lei et al., 2022).
- **Cerrahi Pozisyona Bağlı Yaraları İçin Risk Tanılama Ölçeği (ELPO)**, cerrahi pozisyonlama ile ilişkili basınç yarası riskini değerlendirmeye yöneliktir ve ameliyat süresi, anestezi türü, cerrahi pozisyon, destek yüzeyleri ve hasta özelliklerini içermektedir. Ölçeğin Türkçe formunun geçerli ve güvenilir olduğu gösterilmiştir (Lopes et al., 2016; Sengul et al., 2022).
- **Scott Triggers Ölçeği**, perioperatif dönemde basınç yarası gelişme riski bulunan hastaların erken dönemde tanımlanmasını amaçlayan bir risk sınıflama aracıdır ve yaş, tahmini ameliyat süresi, düşük albümin düzeyi, ASA skoru ile beden kitle indeksini değerlendirmektedir (İlkhan, 2020; Dai et al., 2021; Köksel, 2023).
- **3S Ameliyathane Basınç Yarası Risk Değerlendirme Ölçeği**, perioperatif süreci bütüncül biçimde ele alarak preoperatif cilt özellikleri ile intraoperatif döneme özgü kanama miktarı, cerrahi stres, ameliyat süresi, pozisyon ve vücut ısısını kapsamaktadır (Soyer & Özbayır, 2018).
- **Ameliyat İlişkili Basınç Yarası Risk Değerlendirme Ölçeği (SURPIRAS)**, perioperatif döneme özgü faktörler temel alınarak geliştirilmiş olup, ameliyat süresi, cerrahi pozisyon, anestezi türü, hemodinamik durum, cilt özellikleri ve destek yüzeylerini değerlendirmektedir. Ölçeğin geçerli ve güvenilir olduğu, ameliyat ilişkili basınç yarası riskini yüksek doğrulukla öngördüğü bildirilmektedir (Konateke & Güner, 2025a).

4. PERİOPERATİF DÖNEMDE HEMŞİRENİN ROLÜ VE SORUMLULUKLARI

Ameliyathaneler; hastaların uzun süre aynı pozisyonda kaldığı, anestezi nedeniyle hareket edemediği ve cilt bütünlüğünü bozabilecek birçok faktöre maruz kaldığı yüksek riskli alanlardır (Arslanoğlu & Arslan Kabadayı, 2022). Bu risk faktörlerinden biri olan basınç yaraları, cerrahi hastalarda sık görülen ancak uygun hemşirelik girişimleriyle büyük ölçüde önlenebilen komplikasyonlar arasında yer almaktadır (Vermişli Çiftçi & Demir Korkmaz, 2021; Köksel, 2023).

Ameliyathane kaynaklı basınç yaralarının önlenmesinde perioperatif hemşireler, bakımın planlanması, uygulanması ve değerlendirilmesinden sorumlu temel sağlık profesyonelleri arasında yer almaktadır. Basınç yaralarının önlenebilir bir komplikasyon olması, hemşirelik bakımının bu süreçteki belirleyici rolünü ön plana çıkarmaktadır (Powers & Ames, 2018; Köksel, 2023). Basınç yarası insidansı, sağlık kurumlarında bakım kalitesi ve hasta güvenliğini yansıtan önemli bir klinik gösterge olarak kabul edilmektedir (Registered Nurses' Association of Ontario [RNAO], 2016/2021). Güncel kılavuzlar, basınç yarası önleme sürecinin ameliyat öncesi, sırası ve sonrasını kapsayan bütüncül bir yaklaşımla ele alınması gerektiğini vurgulamakta ve bu süreçte hemşirelerin aktif rol üstlendiğini belirtmektedir (AORN, 2023). Bu kılavuzlarda, basınç yarası risk değerlendirmesinin ameliyat öncesi dönemde başlatılması ve ameliyat sonrası ilk 72 saat boyunca sürdürülmesi önerilmektedir. Ayrıca perioperatif bakım sürecinde risk değerlendirmenin temel bir bakım adımı olduğu, ameliyathane ortamında kullanılan değerlendirme araçlarının geçerli ve güvenilir nitelikte olmasının klinik bakım kalitesini doğrudan etkilediği ifade edilmektedir (AORN, 2019; EPUAP/NPIAP/PPPIA, 2019). Perioperatif hemşirelerin sorumlulukları, hastaların basınç yarası riski açısından sistematik biçimde değerlendirilmesi, risk düzeyine uygun bakım planlarının oluşturulması ve önleyici girişimlerin sürekliliğinin sağlanmasını kapsamaktadır. Kanıta dayalı rehberler, bu uygulamaların disiplinler arası ekip iş birliği içinde yürütülmesini ve bakım süreçlerinin standartlaştırılmasını önermektedir (RNAO, 2016/2021; Bezerra et al., 2020). Ayrıca hemşirelere yönelik eğitim programları ve protokol temelli uygulamaların, basınç yarası önleme girişimlerinin etkinliğini artırdığı bildirilmektedir (Asiri et al., 2025; Kandula et al., 2025).

4.1. Ameliyat Öncesi Hemşirelik Girişimleri

Basınç yaralarının önlenmesi, ameliyat öncesi dönemde başlayan ve perioperatif sürecin tüm aşamalarını kapsayan sistematik bir yaklaşımı gerektirmektedir. Ameliyat öncesi dönemde yapılan risk değerlendirmesinin, ameliyat sırasında gelişebilecek basınç yaralarının öngörülmesinde önemli olduğu bildirilmektedir (Gao et al., 2018).

Bu dönemde hemşirelik girişimlerinin temelini; hastanın yaş, beden kitle indeksi, beslenme durumu, komorbid hastalıkları, laboratuvar değerleri (albümin, hemoglobin, hematokrit) ve ASA fiziksel durum sınıflandırması gibi faktörler açısından değerlendirilmesi oluşturmaktadır (RNAO, 2016/ 2021; Bezerra et al., 2020). Cerrahi sürenin uzaması ve hasta kaynaklı risk faktörlerinin varlığının, basınç yarası gelişimi ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (Grap et al., 2019).

Ameliyat öncesi dönemde cilt bütünlüğünün değerlendirilmesi, riskli bölgelerin belirlenmesi ve ameliyat sırasında uygulanacak pozisyonlama ile destek yüzeylerinin önceden planlanması, basınç yarası riskini azaltmada önemli hemşirelik girişimleri arasında yer almaktadır (AORN, 2021).

4.2. Ameliyat Sırasında Hemşirelik Girişimleri

Ameliyat sırasında hastaların uzun süre hareketsiz kalması ve cerrahi pozisyona bağlı olarak belirli anatomik bölgelerin sürekli basınca maruz kalması, basınç yarası riskini artırmaktadır. Güncel rehberlerde, intraoperatif dönemde yürütülen hemşirelik bakımının basınç yarası önlenmesinde belirleyici olduğu vurgulanmaktadır (AORN, 2021).

Uygun cerrahi pozisyonlamanın sağlanması, ameliyat sırasında basınç yarası önlemede temel hemşirelik girişimlerinden biridir. Hastanın anatomik özellikleri ve cerrahi gereksinimler doğrultusunda pozisyon verilmesi, kemik çıkıntılarının korunması ve basınç dağılımının dengelenmesi önerilmektedir. Cerrahi pozisyonun uygun planlanmaması ve uzun süre korunması, basınç yarası gelişimi ile ilişkili bulunmuştur (AORN, 2021; Bentsen et al., 2024).
Destek yüzeylerinin kullanımı, intraoperatif basınç yarası riskinin azaltılmasında önemli bir diğer girişimdir. Jel pedler, köpük destekler ve basınç dağıtıcı yüzeylerin, özellikle sakrum ve topuk gibi yüksek riskli bölgelerde basıncı azaltarak doku toleransını artırdığı bildirilmektedir (AORN, 2017; Speth, 2023).
Ameliyat sırasında cilt bütünlüğünün izlenmesi, basınç yarası önleme bakımının önemli bir bileşenidir. Sirküle hemşirenin, cerrahi süreç boyunca hastanın cildini mümkün olan ölçüde gözlemlemesi ve değerlendirme bulgularını ameliyat sonrası bakım ekibine aktarması önerilmektedir (Bezerra et al., 2020). Ayrıca intraoperatif dönemde vücut ısısı ve hemodinamik parametrelerin izlenmesi, doku perfüzyonunun korunmasına katkı sağlayarak basınç yarası riskini azaltmaktadır (Grap et al., 2019; Savcı et al., 2024).

4.3. Ameliyat Sonrası Hemşirelik Girişimleri

Ameliyat sonrası dönem, ameliyathanede uygulanan koruyucu girişimlerin etkinliğinin değerlendirilmesi ve basınç yaralarının erken tanılanması açısından kritik bir süreçtir. Bu dönemde yapılacak sistematik cilt değerlendirmeleri, basınç yaralarının erken saptanmasına katkı sağlamaktadır (Bezerra et al., 2020).
Ameliyat sonrası hemşirelik bakımında; cilt bütünlüğünün yeniden değerlendirilmesi, riskli bölgelerin izlenmesi ve uygun destek yüzeylerinin kullanılmaya devam edilmesi önerilmektedir. Klinik durumu uygun olan hastalarda mobilizasyonun desteklenmesi de basınç yarası riskinin azaltılmasında önemli bir girişimdir (Bezerra et al., 2020; AORN, 2021).
Derlenme ünitesi ile klinik arasında bakımın sürekliliğinin sağlanması ve intraoperatif değerlendirme bulgularının etkili biçimde devredilmesi, bakım kalitesini artırmaktadır. Ameliyat sonrası dönemde basınç yarası gelişen hastalarda, yaranın evresine uygun bakımın planlanması ve risk faktörlerinin yeniden değerlendirilmesi, ameliyat ilişkili basınç yaralarının yönetiminde temel yaklaşımlar arasında yer almaktadır (RNAO, 2016/ 2021; Köksel, 2023; Perrenoud et al., 2023).

5. SONUÇ

Ameliyat sırasında gelişen basınç yaraları, uygun perioperatif hemşirelik bakım yaklaşımları ile büyük ölçüde önlenebilen komplikasyonlardandır. Güncel literatür ve klinik kılavuzlar, basınç yarası riskinin sistematik biçimde değerlendirilmesi ve kanıta dayalı hemşirelik girişimlerinin uygulanmasının önleme sürecinde temel belirleyici olduğunu göstermektedir. Doğrulanmış risk değerlendirme araçlarının kullanılması, uygun cerrahi pozisyonlama, etkili destek yüzeylerinin seçimi ve cilt bütünlüğünün sürekli izlenmesi, ameliyat ilişkili basınç yarası riskini anlamlı düzeyde azaltmaktadır. Bu süreçte perioperatif hemşirelerin aktif rol üstlenmesi, yalnızca basınç yaralarının önlenmesini değil, aynı zamanda bakım kalitesinin ve hasta güvenliğinin artırılmasını da desteklemektedir.
Sonuç olarak, ameliyat sürecinde basınç yaralarının önlenmesi, hemşirelik bakımının niteliğini gösteren önemli bir göstergedir. Bu nedenle, hemşirelerin güncel bilgiye dayalı uygulamaları benimsemeleri ve multidisipliner ekip iş birliği içinde çalışmaları, etkili bir önleme stratejisinin temelini oluşturur.

KAYNAKLAR

Arslanoğlu, A., & Arslan Kabadayı, M. (2022). *Ameliyathane çalışanlarının hasta güvenliği tutumuna ilişkin Türkiye'de yayımlanan lisansüstü tezler üzerine bir değerlendirme*. **USCEH Dergisi, 2**(1), 1–16.

Asiri, M. Y., Baker, O. G., Alanazi, H. I., Alenazy, B. A., Alghareeb, S. A., & Alghamdi, S. M. (2025). *Nurses' knowledge, attitudes, and practices in pressure injury prevention: A systematic review and meta-analysis*. **Healthcare, 13**(11), 1220.

Association of periOperative Registered Nurses**.** (2017). *Guidelines for perioperative practice*. AORN.

Association of Perioperative Registered Nurses**.** (2019). *Position statement on perioperative registered nurse (circulator) scope of practice*. https://www.aorn.org

Association of periOperative Registered Nurses**.** (2021). *Guidelines for perioperative practice*. AORN

Association of periOperative Registered Nurses**.** (2022). *Position statement on prevention of perioperative pressure injury*. **AORN Journal, 115**(5), 458–461. https://doi.org/10.1002/aorn.13672

Association of periOperative Registered Nurses**.** (2023). *Guidelines in practice: Prevention of perioperative pressure injury*. **AORN Journal, 118**(1), 37–44.

Association of periOperative Registered Nurses**.** (2024). *Guideline for positioning the patient*. AORN.

Aydın, E., Savcı, A. ve Karacabay, K. (2021). Ameliyathane Kaynaklı Basınç Yaraları Önlenebilir mi? Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi. DEUHFED 2021, 14(4), 442- 452

Bentsen, S. B., Eide, G. E., Wiig, S., Rustøen, T., Heen, C., & Bjøro, B. (2024). *Patient positioning on the operating table and patient safety: A systematic review and meta-analysis*. **Journal of Advanced Nursing, 81**(9), 5585–5602.

Bezerra, S. M. G., Brito, J. F. P., Lira, J. A. C., Barbosa, N., Carvalho, K. G., & Sousa, L. S. (2020). *Nursing strategies for pressure injury prevention in surgical patients*. **ESTIMA, Brazilian Journal of Enterostomal Therapy, 18**, 1–9.

Caz, E. (2022). *Munro Basınç Yarası Risk Tanılama Ölçeği'nin Türkçe'ye uyarlanması: Geçerlik ve güvenirlik çalışması*(Yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

Cebeci, F., & Şenol Çelik, S. (2021). Knowledge and practices of operating room nurses in the prevention of pressure injuries. *Journal of Tissue Viability, 30*(4), 645–652.

Celik, B., Karayurt, Ö., & Ogce, F. (2019). The effect of selected risk factors on perioperative pressure injury development. AORN Journal, 110(1), 29–38.

Creehan, S., & Black, J. (2022). *Defining practices to avoid hospital-acquired pressure injuries in the operating room*. **Journal of Wound, Ostomy and Continence Nursing, 49**(1), 89–96.

Dai, J., Yang, Z., & Wu, C. (2021). *The reliability and validity of the Scott Triggers for patients in China undergoing gastrointestinal surgery*. **Asian Journal of Surgery, 44**(10), 1343–1344.

Eberhardt, T. D., de Lima, S. B. S., de Avila Soares, R. S., Silveira, L. B. T. D., Rossarola Pozzebon, B., Reis, C. R., Dos Santos, K. P. P., & Alves, P. J. P. (2020). Prevention of pressure injury in the operating room: Heels operating room pressure injury trial. *International Wound Journal, 18*(3), 359–366.

Efteli, E. (2020). *An important problem in nursing care: Pressure sores*. **Current Perspectives on Health Sciences, 1**(1), 1–10.

European Pressure Ulcer Advisory Panel**,** National Pressure Injury Advisory Panel**, &** Pan Pacific Pressure Injury Alliance**.** (2019). *Prevention and treatment of pressure ulcers/injuries:*

Clinical practice guideline (The international guideline). EPUAP/NPIAP/PPPIA. https://epuap.org/pressure-ulcers-classification
Fang, Z., Chen, T., Zheng, W., Chen, Q., Chen, P., & Zhuo, Q. (2025). *Incidence and risk factors of intraoperatively acquired pressure injury in open heart surgical patients: A meta-analysis of prospective studies*. **European Journal of Medical Research, 30**(1), 814.
Feng, X., Wang, M., Zhang, Y., Liu, Q., Guo, M., & Liang, H. (2022). Development and validation of a nomogram for predicting the risk of pressure injury in adult patients undergoing abdominal surgery. International journal of nursing sciences, 9(4), 438–444.
Gao, L., Yang, L., Li, X., Chen, J., Du, J., & Bai, X. (2018). *The use of a logistic regression model to develop a risk assessment of intraoperatively acquired pressure ulcer*. **Journal of Clinical Nursing, 27**, 2984–2992.
Grap, M. J., Schubert, C. M., Munro, C. L., Wetzel, P. A., Burk, R. S., Lucas, V., & Pepperl, A. (2019). *OR time and sacral pressure injuries in critically ill surgical patients*. **AORN Journal, 109**(2), 229–239.
Gümüş, F., & Çeliktaş, H. (2025). Assessment of pressure injury risk and affecting factors in the operating room. Journal of PeriAnesthesia Nursing, 40(6), 1445-1450.
Hill, J. E., Edney, S., Hamer, O., Williams, A., & Harris, C. (2022). Interventions for the treatment and prevention of pressure ulcers. British Journal of Community Nursing, 27(Sup6), S28–S36.
İlkhan, E., & Sucu Dağ, G. (2023). *The incidence and risk factors of pressure injuries in surgical patients*. **Journal of Tissue Viability, 32**(3), 383–388.
İlkhan, E. (2020). Cerrahi Hastalarında Ameliyata Bağlı Basınç Yarası Risk Faktörlerinin Belirlenmesi. (Yayınlanmış yüksek lisans tezi). Doğu Akdeniz Üniversitesi. Gazimağusa, Kuzey Kıbrıs.
İnan, D., Aktaş, F. O., & Yavan, T. (2024). *Determination of incidence of surgery-related pressure injury and associated factors*. **Journal of Tissue Viability, 33**(4), 814–819.
Jiao, Y., Yuan, C., Wu, T., Zhang, H., Wei, Y., Ma, Y., Zhang, X., & Han, L. (2022). *Incidence of pressure injuries in fracture patients: A systematic review and meta-analysis*. **Journal of Tissue Viability, 31**(4), 726–734.
Kandemir, D., Temiz, Z., Aydın, A., Yayla, F., Özhanlı, Y., & Ayoğlu, T. (2022). *Determination of incidence and risk factors of perioperative pressure injury in surgical patients*. Türkiye Klinikleri Hemşirelik Bilimleri Dergisi, 14(2), 296–303.
Kandula, U. R. (2025). *Impact of multifaceted interventions on pressure injury prevention: A systematic review*. **BMC Nursing, 24**(1), 11.
Karadede, Ö., Toğluk Yiğitoğlu, E., Şeremet, H., & Özyılmaz Daştan, Ç. (2025). *Incidence and risk factors for perioperative pressure injuries: Prospective descriptive study*. **Journal of Perianesthesia Nursing, 40**(3), 596–603.
Kim, J. Y., & Lee, H. H. (2022). Risk factors associated with pressure injuries in surgical patients: A retrospective case-control study. *Journal of Wound, Ostomy and Continence Nursing*, 49(6), 511-517.
Konateke, S. (2021). Ameliyathanelerde önemli bir risk: Basınç yaralanması. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi, 24*(3), 365–372.
Konateke, S., & Güner, Ş. İ. (2025a). Development of a surgery-related pressure injury risk assessment scale (SURPIRAS): A methodological study. *Journal of Clinical Nursing*, 34(7–8), e17765.
Konateke, S., & Güner, Ş. İ. (2025b). *Türkiye'de ameliyata bağlı basınç yaralanması ile ilgili hemşirelik lisansüstü tezlerin incelenmesi: Sistematik derleme*. Bingöl Üniversitesi sağlık Dergisi, 6(1), 134–150.
Köksel, P. (2023). Operating Room-Origined Pressure Injury-A Preventable Risk in the Perioperative Period: Classic Review, Cumhuriyet Nursing Journal, 7(1) 25-31, 2023

Kurian, S., Moore, Z., Patton, D., & George, S. (2025). *The incidence of pressure ulcers in surgical patients: A systematic review*. **International Wound Journal, 22**(8), e70738.
Lei, L., Zhou, T., Xu, X., & Wang, L. (2022). Munro Pressure Ulcer Risk Assessment Scale in Adult Patients Undergoing General Anesthesia in the Operating Room. Journal of Healthcare Engineering Volume 2022, Issue 1.
Lopes, C. M., Haas, V. J., Dantas, R. A., Oliveira, C. G., & Galvão, C. M. (2016). *Assessment scale of risk for surgical positioning injuries*. **Revista Latino-Americana de Enfermagem, 24**, e2704.
Nasiri, E., Mollaei, A., Birami, M., Lotfi, M., & Rafiei, M.H. (2021). The Risk Of Surgery-Related Pressure Ulcer İn Diabetics: A Systematic Review And Meta-Analysis. Annals of Medicine & Surgery.
Perrenoud, B., Maravic, P., & Delpy, P. (2023). *Pressure injury prevention in the operating unit of a Swiss university hospital: A best practice implementation project*. **JBI Evidence Implementation, 21**(1), 46–57.
Powers, J., & Ames, C. (2018). *Take action to solve causes of pressure injuries: Acute care settings present challenges for pressure injury prevention, but solutions exist*. American Nurse Today. https://www.americannursetoday.com
Registered Nurses' Association of Ontario. (2016). *Assessment and management of pressure injuries for the interprofessional team* (Updated July 2021). Registered Nurses' Association of Ontario.
Savcı, A., Karacabay, K., & Aydın, E. (2024). Incidence and risk factors of operating room–acquired pressure injury: A cross-sectional study. *Wound Management & Prevention*, 70(2).
Sengul T, Gul A, Yilmaz D, Gokduman T. Translation and validation of the ELPO for Turkish population: Risk assessment scale for the development of pressure injuries due to surgical positioning. Journal of Tissue Viability. 2022;31(2):358-364.
Soyer, Ö., & Özbayır, T. (2018). *3S Ameliyathane Basınç Yarası Risk Tanılama Ölçeği'nin Türkçe'ye uyarlanması*. Uluslararası Hakemli Hemşirelik Araştırmaları Dergisi, 13, 46–64.
Speth, J. (2023). *Guidelines in practice: Prevention of perioperative pressure injury*. **AORN Journal, 118**(1), 37–44.
Sving, E. B. M., Gunningberg, L. A. C., Bååth, C. B., & Björn, C. U. S. (2023). Using pressure mapping intraoperatively to prevent pressure ulcers-A quasi-experimental study. Health science reports, 6(2), e1112.
Uslu, Y., & Adıgüzel Akbaba, M. (2024). *Evaluation of perioperative pressure injury in adults 65 years and older: A prospective cohort study*. **Journal of Tissue Viability, 33**(1), 43–49.
Vermişli Çiftçi, S., & Demir Korkmaz, F. (2021). *Güvenli cerrahi pozisyon vermeye yönelik stratejiler*. **Kocaeli Medical Journal, 10**(3), 421–433.
Yara Ostomi İnkontinans Hemşireleri Derneği**.** (2017, Kasım). *Basınç yaralanması ve aşamaları*. https://www.yoihd.org.tr/files/document/basinc-yaralanmasi-ve-asamalari-62e3dc3413f29.pdf

G7 VE BRICS-T EKONOMİLERİ İÇİN GELİR VE SERVET DAĞILIMI EŞİTSİZLİĞİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Prof. Dr. Önder BÜBERKÖKÜ
Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Business Administration, Department of Finance, 65080, Tuşba, Van.
ORCID: 0000-0002-7140-557X

Dr. Öğr. Üyesi İbrahim YILDIRIMÇAKAR
Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Business Administration, Department of Economics, 65080, Tuşba, Van
ORCID: 0000-0002-1933- 9798

ÖZET
Bu çalışmada hem gelişmiş hem de gelişen piyasa ekonomileri için gelir dağılımı eşitsizliği ile servet dağılımı eşitsizliği arasındaki ilişki birinci ve ikinci nesil panel veri ekonometrisine dayalı analizlerle incelenmiştir. Gelişmiş ülke ekonomilerini temsilen G7 ülke ekonomileri, gelişen piyasa ekonomileri temsilen ise BRICS-T ekonomileri esas alınmıştır. Çalışma bulguları hem G7 hem de BRICS-T ekonomileri için gelir dağılımı ile servet dağılımı arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu sonucuna işaret etmektedir. Çalışma bulguları ekonomik dengesizliklerin giderilmesi ve sürdürülebilir uzun dönemli ekonomik büyüme oranlarına erişilebilmesi açısından hem G7 hem de BRICS-T ülkelerindeki politika yapıcılara dönük önemli bilgiler sunmaktadır.
Anahtar kelimeler: Gelir dağılımı eşitsizliği, servet dağılımı eşitsizliği, G7, BRICS-T, panel veri ekonometrisi

EXAMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN INCOME INEQUALITY AND WEALTH INEQUALITY FOR G7 AND BRICS-T COUNTRIES

ABSTRACT
This study examines the long-run relationship between income inequality and wealth inequality in both developed and developing market economies through analyses based on first- and second-generation panel data econometrics. G7 and BRICS-T liberal market economies are considered as representative of developed and emerging market economies, respectively. The findings indicate that there is a long-term relationship between income inequality and wealth inequality in both G7 and BRICS-T economies. The outcomes provide significant implications for policy makers in both G7 and BRICS-T countries in terms of mitigating economic imbalances and achieving sustainable long-term economic growth rates.
Keywords: Income inequality, wealth inequality, G7 countries, BRICS-T countries, panel data analyses

1.GİRİŞ
Uzun dönemli sürdürülebilir makroekonomik büyüme oranlarına sahip olabilmek tüm piyasa ekonomilerinin temel hedefleri arasında yer almaktadır. Bu hedefe ulaşılabilinmesinde gelir ve servet dağılımı eşitsizliği gibi ekonomik eşitsizliklerin giderilebilmesi önemli bir rol oynayabilmektedir. Nitekim öneminden dolayı ilgili ekonomik dengesizliklerin makro ekonomik, finansal ve toplumsal etkileri hem literatürde hem de uygulamada sıklıkla tartışılmaktadır (Örneğin bakınız: Gülmez ve Altintas, 2015; Güder, 2019; Özdemir, 2019; Aradhyula vd., 2007; Darvas, 2020; Jha, 1996; Şerbetçi, 2014; Sallan Gül, 2005; Baş, 2009;

Schröder, 2011; Bilen, 2016; Atkinson, 2015; Barışık vd., 2019; Dayar ve Akıncı, 2020; Akarca, 2023; Daşdemir ve Tunalı, 2023; Çabaş ve Torun, 2022; Baloch vd.,2018).

Bu çalışmada da güncel veriler kullanılarak hem gelişmiş hem de gelişen piyasa ekonomileri için gelir dağılımı eşitsizliği ile servet dağılımı eşitsizliği arasındaki ilişki birinci ve ikinci nesil panel veri ekonometrisine dayalı analizlerle incelenmiştir.

Çalışmada gelişmiş ülke ekonomilerini temsilen G7 ülke ekonomileri, gelişen piyasa ekonomilerini temsilen ise BRICS-T ülke ekonomileri dikkate alınmıştır. Böylece gelişmiş ülke ekonomileri ile gelişen ülke ekonomileri arasında gelir ve servet dağılımı eşitsizliği arasındaki ilişki açısından belirgin farklar olup olmadığı da analiz edilebilmiştir.

2. VERİ VE METODOLOJİ

Çalışma 1980-2023 yılı arası dönemi kapsamakta ve yıllık verilerden oluşmaktadır. Çalışmanın başlangıç tarihi verilere ulaşabilirlik özelliğine göre belirlenmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında birinci nesil panel veri ekonometrisine ilişkin analizlere yer verilmiştir. Bu kapsamda öncelikle Maddala ve Wu (1999) Fisher-ADF panel birim kök testi ile gelir (INC) ve servet dağılımı eşitsizliğinin (WLTH) durağanlık özellikleri incelenmiştir. Ardından, Pedroni (1999, 2004) ve Kao (1999) panel koentegrasyon testleri kullanılarak ilgili değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olup olmadığı araştırılmıştır. Son olarak ise Pesaran vd. (1999) tarafından geliştirilen panel PMG-ARDL modeli kullanılarak uzun dönem parametreleri tahmin edilmiştir. Çalışmada ikinci olarak ikinci nesil panel veri ekonometrisine dayalı analizlere yer verilmiştir. Bu kapsamda öncelikle Breusch-Pagan LM, Pesaran scaled LM, Bias-corrected scaled LM ve Pesaran CD'den oluşan dört farklı yatay kesit bağımlılığı testi kullanılarak ilgili değişkenlerin yatay kesit bağımlılığı sorunu içerip içermediği incelenmiştir. Ardından yatay kesit bağımlılığı sorununu dikkate alan Breitung ve Das (2005) panel birim kök testi uygulanarak serilerin durağanlık özellikleri analiz edilmiştir. Ardından, Eberhardt ve Teal (2010) tarafından geliştirilen ve yine yatay kesit bağımlılığı sorunu dikkate alan AMG (Augmented Mean Group estimator) tahmincisiyle uzun dönem parametreleri tahmin edilmiştir. Gelir dağılımı eşitsizliğini temsilen en yüksek gelire sahip %1'lik kesimin toplam gelirden aldığı pay dikkate alınırken, servet dağılımı eşitsizliğini temsilen ise yine en yüksek servete sahip %1'lik kesimin toplam servetten aldığı pay dikkate alınmıştır. Bu değişkenlere ilişkin veriler World Inequality Database'ten temin edilmiştir (https://wid.world/data/). Seriler doğal olarak % cinsinden ifade edildiğinden logaritmaları alınmayıp doğal halleri kullanılmıştır.

BULGULAR

Daha önce de ifade edildiği gibi çalışmada öncelikle birinci nesil panel veri ekonometrisine ilişkin analizlere yer verilmiştir. Bu kapsamda uygulanan Fisher-ADF panel birim kök testi sonuçları Tablo 1'de sunulmuştur. Bulgular incelendiğinde hem G7 hem de BRICS-T ülke ekonomileri için inceleme kapsamındaki değişkenlerin I(1) oldukları anlaşılmaktadır. Bu da ilgili değişkenlerin koentegrasyon analizinde kullanılabileceği anlamına gelmektedir.

Tablo 1. Fisher ADF panel birim kök testi sonuçları

	Model: C	Model: C&T
Düzey	Choi Z-stat	Choi Z-stat
G7		
INC	-0.15305[0.4392]	-0.75349 [0.2256]
WLTH	-0.5582[0.2884]	-0.1516 [0.4397]
BRICS-T		
INC	0.45763[0.6764]	2.9503[0.9984]
WLTH	0.4637[0.6786]	-1.1299[0.1293]
Birinci fark		
G7		

INC	-9.9239*[0.0000]	-8.3634*[0.0000]
WLTH	-10.7446*[0.0000]	-9.5236*[0.0000]
BRICS-T		
INC	-9.6815*[0.0000]	-9.0346*[0.0000]
WLTH	-9.6739*[0.0000]	-8.9283*[0.0000]

*, **, *** sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir. Maksimum gecikme uzunluğu 2 olacak şekilde optimal gecikme uzunluğu SIC ile belirlenmiştir.

Kao (1999) panel koentegrasyon testine ait bulgular Tablo 2'de sunulmuştur. Bulgular incelendiğinde hem G7 hem de BRICS-T ülke ekonomileri için %5 veya daha iyi bir anlamlılık düzeyinde değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Tablo 2. Kao (1999) panel koentegrasyon testi sonuçları

	ADF Test istatistiği	Olasılık değeri
G7		
Model : INC / WLTH	-2.7434	0.0030*
Model : WLTH / INC	-2.4250	0.0077*
BRICS-T		
Model : INC / WLTH	-2.7762	0.0027*
Model : WLTH / INC	-2.0188	0.0218**

*, **, *** sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir. Maksimum gecikme uzunluğu 2 olacak şekilde optimal gecikme uzunluğu SIC ile belirlenmiştir.

Uzun dönem parametre tahmin sonuçlarına gelince, bu kapsamda ede edilen bulgular Tablo 3 ve 4'te sunulmuştur. Öncelikle G7 ülke ekonomileri için elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, gelir ve servet dağılımı eşitsizliğinin uzun dönemde birlikte hareket ettikleri ve birbirleri üzerinde pozitif ve istatistiki olarak anlamlı etkiler doğurdukları anlaşılmaktadır.

Tablo 3. G7 ekonomileri için panel PMG-ARDL modelinin parametre tahmin sonuçları

G7	**Panel PMG-ARDL (1,1)**
Model : INC/ WLTH	
Uzun dönem katsayıları	
WLTH	0.3853*[0.0000]
Kısa dönem katsayıları	
ECT	-0.0973*[0.0000]
ΔWLTH	0.6067*[0.0132]
C	0.0022*[0.0000]
Log-Likelihood	1178.861
G7	
Model : WLTH / INC	
Uzun dönem katsayıları	
INC	0.4267*[0.000]
Kısa dönem katsayıları	
ECT	-0.1500**[0.0270]
ΔINC	0.3707*[0.0000]
C	0.0273**[0.0157]
Log-Likelihood	1194.605

*,**,*** sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir. ECT, hata düzeltme terimini göstermektedir. Maksimum gecikme uzunluğu 12 olacak şekilde optimal gecikme uzunluğu SIC kriteri ile belirlenmiştir.

BRICS-T ülke ekonomileri için elde edilen bulgular değerlendirildiğinde ise gelir ve servet dağılımı eşitsizliğinin birbirleri üzerinde pozitif ve istatistiki olarak anlamlı etkileri olduğu ifade edilebilir. Fakat gelir dağılımı eşitsizliğinin bağımlı değişken olduğu model yapısında hata düzeltme teriminin %10 anlamlılık düzeyinde bile istatistiki olarak anlamlı olmadığı, ancak %12 anlamlılık düzeyinde negatif ve istatistiki olarak anlamlı sayılabileceği de unutulmamalıdır.

Tablo 4. BRICS-T ekonomileri için panel PMG-ARDL modelinin parametre tahmin sonuçları

BRICS-T	**Panel PMG-ARDL (1,0)**
Model : INC/ WLTH	
Uzun dönem katsayıları	
WLTH	0.8516*[0.0000]
Kısa dönem katsayıları	
ECT	-0.1613[0.1199]
C	-0.0088[0.1747]
Log-Likelihood	919.7930
BRICS-T	
Model : WLTH / INC	
Uzun dönem katsayıları	
INC	1.1077*[0.0000]
Kısa dönem katsayıları	
ECT	-0.1842*[0.0100]
C	0.0256*[0.0000]
Log-Likelihood	812.4995

*,**,*** sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir. Köşeli parantez içerisindeki değerler olasılık değerleridir. ECT, hata düzeltme terimini göstermektedir. Maksimum gecikme uzunluğu 12 olacak şekilde optimal gecikme uzunluğu SIC kriteri ile belirlenmiştir.

Fakat bu aşamaya kadar yapılan analizlerin en temel eksikliği, olası yatay kesit bağımlılığı sorununu dikkate almamalarıdır. Bu nedenle çalışmanın bu aşamasında ikinci nesil panel veri ekonometrisine dayalı analizlere geçilmiştir. Bu kapsamda çalışmada öncelikle ilgili dört adet yatay kesit bağımlılığı testi kullanılmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 5'te sunulmuştur. Bulgular incelendiğinde hem G7 hem BRICS-T ülke ekonomileri için ilgili her iki değişkenin de geleneksel anlamlılık düzeylerinde yatay kesit bağımlılığı sorunu olmadığı ifade eden Ho hipotezini reddettiği anlaşılmaktadır. Bu da inceleme kapsamındaki tüm değişkenlerin yatay kesit bağımlılığı sorunu içerdiği anlamına gelmektedir. Bu nedenle çalışmada serilerin durağanlık özelliği incelenirken bu hususu dikkate alan Breitung ve Das (2005) ikinci nesil panel birim kök testinden (Tablo 6) yararlanılmıştır.

Tablo 5. Yatay kesit bağımlılığı testi sonuçları

	Test istatistiği	**Olasılık**
G7 Ülkeleri		
	INC	
Breusch-Pagan LM	509.3543	0.0000*
Pesaran scaled LM	75.3547	0.0000*
Bias-corrected scaled LM	75.2733	0.0000*
Pesaran CD	22.0839	0.0000*
	WLTH	
Breusch-Pagan LM	471.4555	0.0000*
Pesaran scaled LM	69.5068	0.0000*
Bias-corrected scaled LM	69.4254	0.0000*
Pesaran CD	20.9859	0.0000*
BRICS-T Ülkeleri		
	INC	
Breusch-Pagan LM	369.1764	0.0000*
Pesaran scaled LM	64.6635	0.0000*
Bias-corrected scaled LM	64.5937	0.0000*
Pesaran CD	4.36698	0.0000*
	WLTH	
Breusch-Pagan LM	335.8640	0.0000*
Pesaran scaled LM	58.5815	0.0000*
Bias-corrected scaled LM	58.5117	0.0000*
Pesaran CD	5.5916	0.0000*

*, %1 anlamlılık düzeyini ifade etmektedirler.

Tablo 6'da sunulan bulgular incelendiğinde hem G7 hem BRICS-T ülke ekonomileri için ilgili değişkenlerin düzey değerlerinde durağan olmadıkları fakat birinci farkları alındığında durağan hale geldikleri gözlemlenmektedir. Bu durum serilerin I(1) oldukları yani birinci dereceden entegre oldukları anlamına gelmektedir. Bu kapsamda uzun dönem parametrelerini tahmin etmek için kullanılan AMG tahmincisine ait sonuçlar Tablo 7'de sunulmuştur. Bilindiği gibi AMG tahmincisi ile uzun dönem parametrelerinin tahmin edilmesi için öncesinde panel koentegrasyon testleri ile değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğunun gösterilmesi gerekmemektedir (Örneğin bakınız: Yapraklı vd., 2023).

Tablo 6. Breitung ve Das (2005) panel birim kök testi sonuçları

	Model C	**Model C& T**
G7 Ülkeleri		
Düzey		
INC	0.9664 [0.8331]	-1.2085[0.1134]
WLTH	0.1421 [0.5565]	-1.2566[0.1045]
Birinci Fark		
INC	-7.3222*[0.0000]	-5.4548*[0.000]
WLTH	-4.7157*[0.0000]	-4.1357*[0.0000]
BRICS-T Ülkeleri		
Düzey		
INC	0.9512 [0.8292]	1.1522 [0.8754]

WLTH	1.5114 [0.9347]	-0.6212 [0.2672]
Birinci Fark		
INC	-2.4079*[0.0080]	-1.4748***[0.0701]
WLTH	-5.0835*[0.0000]	-2.3934*[0.0083]

*,**,*** sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir. Köşeli parantez içerisindeki değerler olasılık değerleridir.

BRICS-T ülkeleri için bulgular incelendiğinde uzun dönemde servet dağılımı eşitsizliğindeki %1'lik artışın gelir dağılımı eşitsizliği üzerinde yaklaşık %0.39'luk bir artışa yol açtığı anlaşılmaktadır. Gelir dağılımındaki %1' lik artışın ise servet dağılımı eşitsizliği üzerinde uzun dönemde yaklaşık %0.60'lık bir artışa yol açtığı ifade edilebilir. G7 ülke ekonomilerine ait sonuçlar incelendiğindeyse uzun dönemde servet dağılımı eşitsizliğindeki %1'lik artışın gelir dağılımı eşitsizliği üzerinde yaklaşık %0.50 birimlik bir artışa yol açtığı, gelir dağılımı eşitsizliğindeki %1'lik artışın ise uzun dönemde servet dağılımı eşitsizliği üzerinde yaklaşık %0.38'lik bir artışa yol açtığı gözlemlenmektedir.

Tablo 7. AMG uzun dönem parametre tahmin sonuçları

	Sabit terim	Eğim katsayısı
G7 Ülke ekonomileri		
Model : INC-WLTH	-0.0264[0.668]	0.4992***[0.075]
Model : WLTH-INC	0.1798*[0.000]	0.3786**[0.056]
BRICS-T Ülke ekonomileri		
Model : INC-WLTH	0.0049[0.7720]	0.3856*[0.001]
Model : WLTH-INC	0.2070*[0.003]	0.5941*[0.001]

*,**,*** sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir. Köşeli parantez içerisindeki değerler olasılık değerleridir.

SONUÇ

Hem uygulamada hem literatürde ekonomik eşitsizliklerin uzun dönemde hem makroekonomik hem de makro finansal istikrarı bozucu etkileri olabileceği ifade edilmektedir. Gelir ve servet dağılımı eşitsizliği ekonomik eşitsizlikler arasında belirgin bir şekilde öne çıkmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada 1980-2023 dönemi için G7 ve BRICS-T ülkeleri dikkate alarak gelir ve servet dağılımı eşitsizliğinin uzun dönemdeki etkileşimi incelenmiştir. Çalışma bulguları gerek gelişen ülke ekonomileri gerekse gelişmiş ülke ekonomileri için gelir ve servet dağılımı eşitsizliğinin uzun dönemde birlikte hareket ettiği ve birbirleri üzerinde istatistiki olarak anlamlı artırıcı etkileri olduğu sonucuna işaret etmektedir. Bu nedenle gerek merkez bankalarının gerekse hükümetlerin iç ve dış şoklara karşı daha dirençli makroekonomik ve finansal sistem kurabilmeleri için gelir ve servet dağılımı eşitsizliğiyle birlikte mücadele etmeleri gerektiği anlaşılmaktadır. Bu kapsamda özellikle maliye politikalarının mali disiplini de gözeterek ücret ve vergi alt başlıklarını bu sorunların giderilmesine yönelik katkı sağlayacak şekilde düzenlenmesinin önemli olduğu ifade edilebilir.

REFERANSLAR

Akarca, A. (2023). Kamu Sosyal Harcamaları Ve Gelir-Servet Eşitsizliği: Küresel Eğilim Ve Türkiye. *Akademik Araştırmalar Ve Çalışmalar Dergisi (Akad)*, *15*(29), 346-366.

Aradhyula, S. V., Rahman, T., & Seenivasan, K. (2007). Impact Of İnternational Trade On İncome And İncome İnequality. Agricultural And Applied Economics Association (Aaea) Conferences 2007 Annual Meeting, 29 July-01 August 2007, Selected Paper 175196. Portland. Https://Ageconsearch.Umn.Edu/Record/9999

Atkinson, A. B. (2015). Inequality: What Can Be Done?. In *Inequality*. Harvard University Press.
Baloch, A., Noor, Z. M., Habibullah, M. S., & Bani, N. Y. (2018). The Effect Of The Gender Equality On İncome İnequality: A Dynamic Panel Approach. *Jurnal Ekonomi Malaysia*, *52*(2), 3-17.
Barışık, S., Bursal, M., & Tekgün, B. (2019). Ekonomik Refah Artışında Kişi Başına Gelir-Servet Tartışması. *Avrasya Sosyal Ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, *6*(11), 39-53.
Baş, K. (2009). Küreselleşme Ve Gelir Dağılımı Eşitsizliği. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *18*(1), 49-70.
Bilen, M. (2016). Küresel Servet Eşitsizliği: Piyasa Veya Devlet Eksenli Çözümde İslam Ekonomisinin Konumu. *Turkish Journal Of Islamic Economics*, *3*(1).
Breitung, J., and S. Das. 2005. Panel unit root tests under cross-sectional dependence. Statistica Neerlandica 59: 414–433
Çabaş, M., & Torun, M. (2022). Oecd Ülkelerinde Cinsiyet Eşitsizliğinin Gelir Dağılımı Üzerine Etkisi. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, (Özel Sayı), 194-217.
Daşdemir, E., & Tunalı, H. (2023). Sermaye Sahipliği Ve Mülkiyetin Tabana Yayılmasının İktisadi Gelir Dağılımına Etkisi. *İstanbul İktisat Dergisi*, *73*(1), 533-554.
Dayar, H., & Akıncı, A. (2020). Kamu Sosyal Transfer Harcamalarının Kişisel Gelir Dağılımına Etkisi. *Maliye Dergisi*, *179*, 172-185.
Güder, F. (2019). Yüksek Gelirli Ülkelerde Gelir Dağılımını Etkileyen Faktörler. *Fiscaoeconomia*, *3*(2), 198-216.
Gülmez, A., & Altintas, N. (2015). Türkıye'de Ticari Açıklık Ve Enflasyonun Gelir Dagılımına Etkisi: Ekonometrik Bir Analiz. Kafkas University, Faculty Of Economics And Administrative Sciences Journal, 6(9), 31-44.
Jha, S. K. (1996). The Kuznets Curve: A Reassessment. *World Development*, *24*(4), 773-780.
Kao,C.(1999).Spurious regression and residual-based tests for cointegration in panel data .Journal of Econometrics,90,1-44.
Özdemir, O. (2019b). Financialization And The Labor Share Of İncome. Review Of Economic Perspectives – Národohospodářský Obzor, 19(4), 265-306.
Pedroni,P.(1999). “Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors”.Oxford Bulletion of Economics and Statictics ,61,653-670. 46.
Pedroni,P.(2004). Panel cointegration :asymptotic and finite sample properties of pooled time series tests with an application to PPP hypotjesis . Econometric Theory,20,597-625
Pesaran MH, Shin Y, Smith RP (1999) Pooled mean group estimation of dynamic heterogeneous panels. J Am Stat Assoc 94(446):621–634
Sallan Gül, S. (2005). Türkiye'de Yoksulluğun Kadınsılaşması. *Amme İdaresi Dergisi*, *38*(1), 25-45.
Schröder, C. (2011). Einkommensungleichheit Und Homogamie. *Iw-Trends-Vierteljahresschrift Zur Empirischen Wirtschaftsforschung*, *38*(1), 67-79.
Şerbetçi, G. (2015). Türkiye'de Uygulanan Finansal Politikaların Gelir Dağılımı Üzerindeki Etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *4*(1), 93-116.

BİST 100 ENDEKSİNİ ETKİLEYEN MAKROEKONOMİK FAKTÖRLERİN BELİRLENMESİ

Önder BÜBERKÖKÜ
Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Business Administration, Department of Finance, 65080, Tuşba, Van.
ORCID: 0000-0002-7140-557X
İbrahim YILDIRIMÇAKAR
Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Business Administration, Department of Economics, 65080, Tuşba, Van
ORCID: 0000-0002-1933- 9798

ÖZET
Bu çalışmanın amacı BİST100 endeksini etkileyen makroekonomik faktörlerin belirlenmesidir. Analizlerde makroekonomik faktörler olarak sanayi üretim endeksi, tüketici enflasyonu, Dolar-TL kuru, Euro-TL kuru, M1 ve M2 para arzları ile birlikte kısa ve uzun vadeli faiz oranları dikkate alınmıştır. Çalışmanın literatüre temel katkısı daha önceki çalışmalardan farklı olarak BİST100 endeksini etkileyen makroekonomik faktörlerin belirlenmesinde kapula modellerinden yararlanılmasıdır. Analizlerde Student *t,* Gausssian ve Frank kopula modellerine yer verilmiştir. Çalışmada ayrıca farklı yaklaşımlara karşı dirençli sonuçlar elde edebilmek amacıyla Kendall tau ile Spearman rho değerlerine dayalı analizlere de yer verilmiştir. Çalışma bulguları enflasyon oranları ile sanayi üretim endeksi dışındaki tüm makroekonomik faktörlerin BİST100 endeksini negatif yönde etkilediği, bu iki değişkenin ise BİST100 endeksi üzerindeki etkilerinin ise pozitif olduğu sonucuna işaret etmektedir. Bulgular mutlak değer olarak BİST100 endeksi üzerinde en güçlü etkiye uzun dönemli faiz oranlarının, en düşük etkiye ise sanayi üretim endeksinin sahip olduğunu göstermektedir.
Anahtar Kelimeler: BİST100 endeksi, Kapula modelleri, Makroekonomik faktörler

DETERMINATION OF THE MACROECONOMIC FACTORS AFFECTING THE BIST 100 INDEX

ABSTRACT
The purpose of this study is to determine the macroeconomic factors influencing the BIST 100 index. In the analyses, the following macroeconomic factors are taken into account: the industrial production index, consumer price index, the US Dollar / Turkish lira exchange rate, the Euro / Turkish lira exchange rate, the M1 and M2 money supply as well as short-term and long-term interest rates variables. The main contribution of the study to the literature, unlike previous studies, is the use of copula models in determining the pairwise dependence structures between macroeconomic factors examined and the BIST100 index. Student's *t,* Gaussian and Frank copula models are utilised to determine the underlying dependence structure between the macroeconomic variables considered and BIST100 index. Kendall's tau and Spearman's rho techniques are also added to the analyses in order to obtain more robust and hence reliable results. The findings indicate that there exists a negative pairwise dependence between all macroeconomic factors considered and BIST 100 index except for consumer price index and industrial production index. These two variables, however, display a positive pairwise dependence between the BIST100 index. Lastly, in absolute value, the results show that long-term interest rates have the strongest pairwise correlation with the BIST 100 index while the industrial production index exhibits the weakest pairwise correlation with BIST 100 index.
Keywords: BIST 100 index, copula models, macroeconomic variables

1. GİRİŞ

Hisse senedi piyasaları hem yerel hem de uluslararası yatırımcılar için temel finansal piyasalar arasında yer almaktadır. Ayrıca hisse senedi piyasalarının istikrarı piyasada işlem gören şirketlerin yatırımlarım kararları üzerinde de önemli etkilere sahip olabilmektedir. Bu vb. nedenlerden dolayı da genel olarak borsadaki fiyat hareketleri ekonominin barometresi olarak değerlendirilmektedir (Karaca, 2018). Bu nedenle bu çalışmada Türkiye hisse senedi piyasalarını etkileyen makroekonomik faktörlerin neler olduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Çünkü bu tür analizler hem politika yapıcılar hem de yatırımcılar açısından uygulamaya dönük önemli bilgiler sunabilmektedir. Nitekim öneminden dolayı bu konu literatürde oldukça ilgi görmektedir (Örneğin bakınız: Ross, 1976; Albeni ve Demir, 2005; Mahmood ve Dinniah, 2007; Taçali, 2008; Ayaydın ve Barut, 2016; Alper ve Kara, 2017; Kan ve Serin, 2022; Ünal, vd., 2022; Narin, 2023).

Bu çalışmanın amacı da Türkiye hisse senedi piyasalarını etkileyen makroekonomik faktörlerin belirlenmesidir. Fakat literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada Student's *t,* Gaussian ve Frank modellerinden oluşan üç farklı kapula modelinden yararlanılmıştır. Kapula modellerinin literatüre temel katkısı normal dağılım özelliği sergilemeyen, karmaşık ve nonlinear ilişki yapılarını diğer alternatif yöntemlere göre daha başarılı bir şekilde modelleyebilmeleridir (Kumar and Shoukri, 2007). Farklı yaklaşımlara karşı dirençli sonuçlar elde edebilmek amacıyla çalışmada Kendall tau ile Spearman rho değerlerine dayalı analizlere de yer verilmiştir.

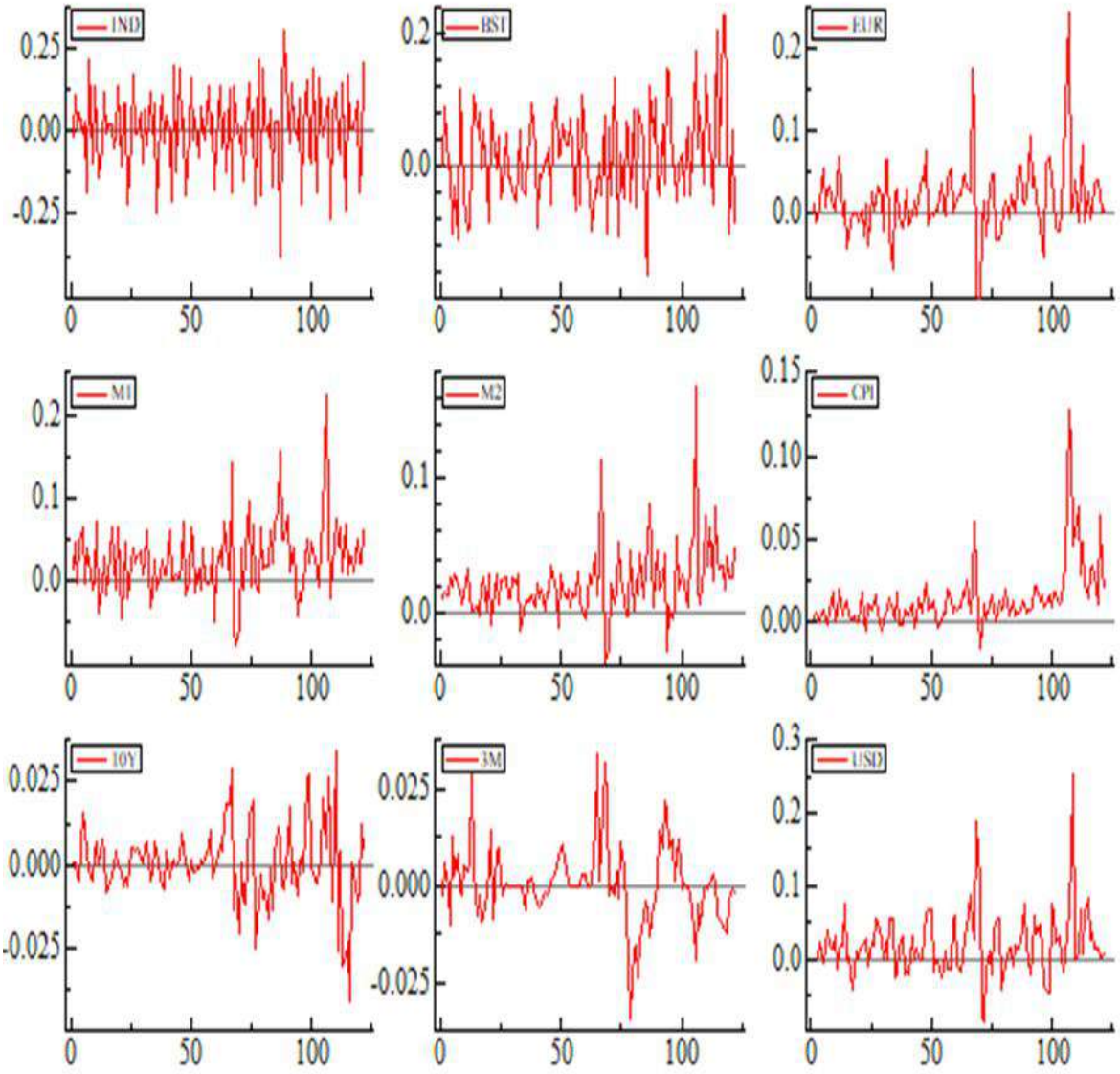
2. VERİ VE METODOLOJİ

Bu çalışma 2013 yılının Ocak ayı ile 2023 yılının Mart ayı arasındaki dönemini kapsamakta ve aylık verilerden oluşmaktadır. Çalışmanın başlangıç tarihi verilere ulaşabilirlik özelliğine göre belirlenmiştir. Çalışmada hisse senedi piyasalarını temsilen BİST100 endeksi (BST); BİST100 endeksini etkileyen makroekonomik faktörler olarak ise sanayi üretim endeksi (IND), tüketici Fiyat Endeksi (CPI), M1 (M1) ve M2 (M2) para arzları, Dolar / TL (USD) ve Euro / TL(EUR) kurları ile kısa (3M) ve uzun vadeli faiz oranları (10Y) esas alınmıştır. Kısa vadeli faiz oranlarını temsilen 3 ay vadeli faiz oranları; uzun vadeli faiz oranlarını temsilen ise 10 yıl vadeli faiz oranları esas alınmıştır. Faiz oranlarına ilişkin veriler Eurostat'tan (https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/data/database) diğer tüm değişkenlere ilişkin veriler TCMB EVDS (https://evds2.tcmb.gov.tr/) veri tabanından temin edilmiştir. Çalışmada faiz oranı dışındaki değişkenlerin logaritmik getiri serileri kullanılmıştır. Literatürde olduğu gibi faiz oranları için ise ln (1+r) dönüşümü uygulandıktan sonra bu değerlerin bir önceki döneme göre farkı alınmış ve bu kapsamda elde edilen seriler analizlerde kullanılmıştır.

Bilindiği gibi Kapula modellerinin temel özelliği normal dağılım özelliği sergilemeyen durağan seriler arasındaki nonlineer karmaşık ilişki yapısını klasik korelasyon analizine göre çok daha başarılı bir şekilde yakalayabilmesidir (Kumar and Shoukri, 2007). Bu amaçla bu çalışmada Gaussian Student *t* ve Frank kapula modellerinden yararlanılmıştır. Ardından bu kapula modellerinin sunduğu değerleri doğrudan birbiriyle karşılaştırabilmek amacıyla bu kapula modellerine dayalı Kendall tau ve Spearman rho değerleri de hesaplanmıştır. Çalışmada son olarak geleneksel Kendall tau ile Spearman rho değerlerine dayalı analizlere de yer verilmiştir. Değişkenlerin durağanlık özelliklerinin incelenmesinde ise Zivot-Andrews (1992) yapısal kırılmalı birim kök testinden yararlanılmıştır. Serilerin normal dağılıma uyup uymadıklarının analizinde ise Q-Q grafiklerine yer verilmiştir.

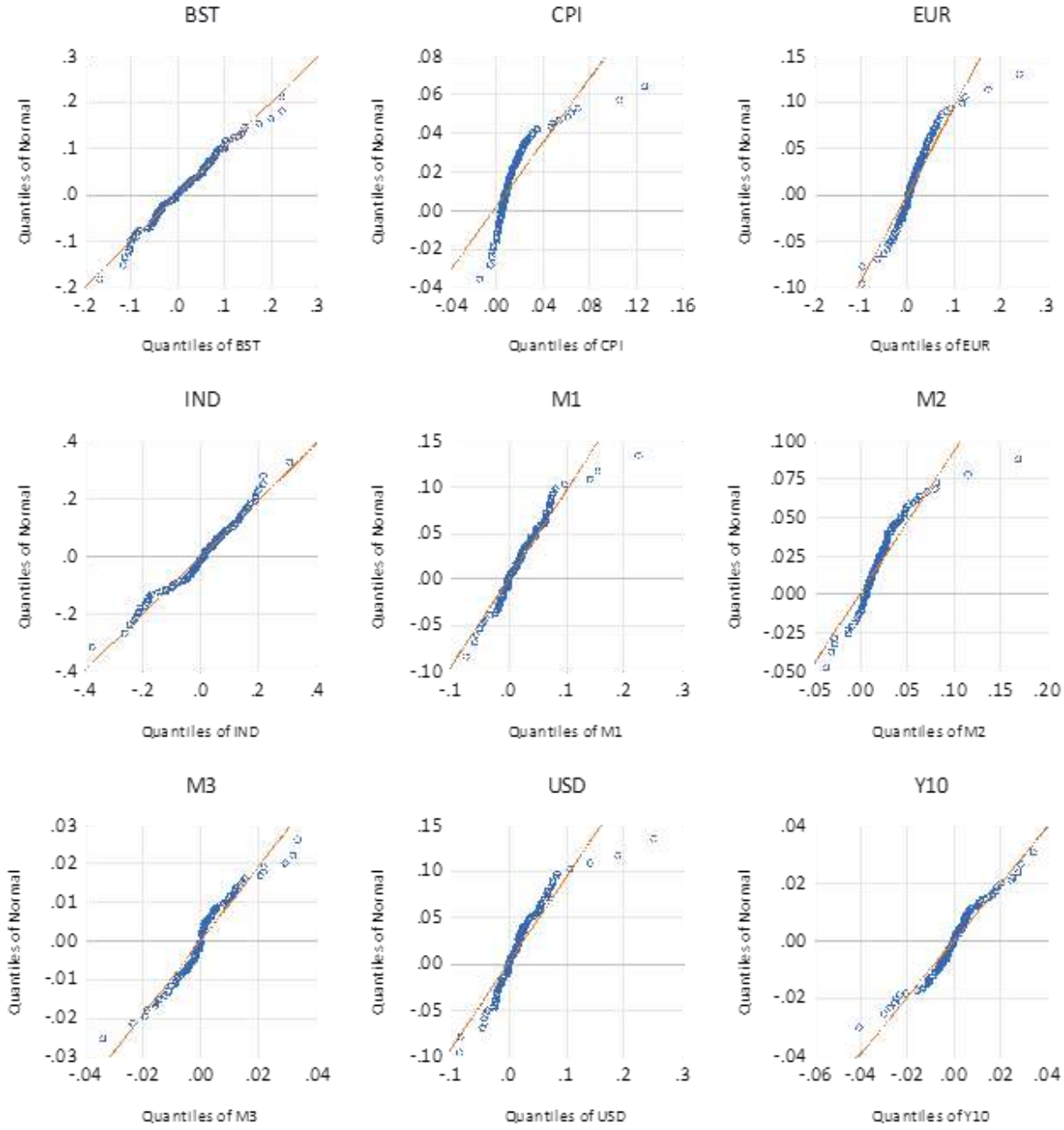
3. BULGULAR

Çalışmada incelenen değişkenlerin getiri serileri Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. İnceleme kapsamındaki değişkenlerin getiri serileri (faiz oranları için bir önceki döneme göre değişim serileri)

Q-Q grafiklerine ait sonuçlar Şekil 2'de sunulmuştur. Q-Q grafikleri incelendiğinde serilerin hiçbirinin normal dağılıma uymadığı gözlemlenmektedir.



Şekil 2. Q-Q grafikleri (Normal dağılım)

Serilerin durağanlık özelliklerinin incelenmesinde Zivot-Andrews (1992) yapısal kırılmalı birim kök testinden yararlanılmıştır. Tablo 1'de sunulan sonuçlar incelendiğinde geleneksel anlamlılık düzeylerinde serilerin tamamının düzey değerlerinde durağan oldukları gözlemlenmektedir. Ayrıca yapısal kırılmaların çoğunun COVID-19 pandemi dönemine denk geldiği de belirtilmelidir. Dolayısıyla serilerin normal dağılıma uymaması ve düzey değerlerinde durağan olmaları BİST100 endeksini etkileyen makroekonomik faktörlerin belirlenmesinde kapula modellerinin kullanılmasının daha doğru bir yaklaşım olabileceği anlamına gelmektedir.

Tablo 1. Zivot-Andrews (1992) yapısal kırılmalı birim kök testi sonuçları

Logaritmik getiri serilerine uygulanan	**ZA test istatistiği**	**Kırılma tarihi**
Model: Sabit terimde yapısal kırılma		
Değişkenler		
BST	-10.625*	2021.08
USD	-8.304*	2021.03
EUR	-8.883*	2018.10
IND	-12.515*	2020.06
CPI	-7.562*	2021.09
3M	-8.626*	2018.09
10Y	-6.0810*	2018.11
M1	-10.426*	2019.02
M2	-10.687*	2021.09
Kritik değerler		
%5	-4.80	-4.80
%10	-4.58	-4.58
Model : Sabit terim ve trend bileşeninde yapısal kırılma		
Değişkenler		
BST	-10.702*	2018.02
USD	-8.9440*	2021.09
EUR	-8.939*	2021.09
IND	-12.736*	2020.06
CPI	-8.0260*	2021.09
3M	-8.977*	2021.03
10Y	-6.1440*	2020.07
M1	-10.507*	2021.09
M2	-11.018*	2021.09
Kritik değerler		
%5	-5.08	-5.08
%10	-4.82	-4.82

*, ** sırasıyla %5 ve %10 anlamlılık düzeyini göstermektedir. Triminaj 0.15 olarak belirlenmiştir.

Bu kapsamda öncelikle Tablo 2'de Student *t*, Gausssian ve Frank kapula modellerine ilişkin bulgular sunulmuştur. Bulgular incelendiğinde öne çıkan sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1) İncelenen makroekonomik değişkenler arasında Tüketici Fiyat Enflasyonu ile sanayi üretim endeksinin BİST100 endeksiyle pozitif bir ilişki içinde olduğu, diğer tüm değişkenlerin ise negatif bir ilişki yapısı sergiledikleri gözlemlenmektedir.

2) İncelenen makroekonomik faktörler arasında BİST100 endeksi üzerinde en yüksek etkiye sahip olan makroekonomik faktörün uzun vadeli faiz oranları olduğu, ardından enflasyon oranları, M2 para arzı, kısa vadeli faiz oranları ve M1 para arzı değişkenlerinin geldiği anlaşılmaktadır.

3) Dolar / TL ve Euro / TL kurlarının ise bir önceki aşamada belirtilen makroekonomik değişkenlere göre BİST100 endeksi üzerinde daha ılımlı etkileri olduğu anlaşılmaktadır.

4) En düşük etkiyi yaratan makroekonomik değişkenin ise sanayi üretim endeksi olduğu ifade edilebilir.

Tablo 2. Student *t*, Gausssian ve Frank kapula modellerine ilişkin bulgular

Kopula modelleri	Model parametreleri
BST-USD	
Student t	-0.1531, 19.6607
Gaussian	-0.1143
Frank	-1.1503
BST-EUR	
Student t	-0.1241, 17.4423
Gaussian	-0.0896
Frank	-0.9564
BST-IND	
Student t	0.0423, 23.5084
Gaussian	0.0351
Frank	0.2150
BST-CPI	
Student t	0.2465, 797.5125
Gaussian	0.2094
Frank	1.4196
BST-3M	
Student t	-0.2304, 6.1178
Gaussian	-0.1939
Frank	-1.4096
BST-10Y	
Student t	-0.3681, 9.2636
Gaussian	-0.2967
Frank	-2.5516
BST-M1	
Student t	-0.2077, 3.1639
Gaussian	-0.1378
Frank	-1.2860

BST-M2	
Student t	-0.2345, 3.6320
Gaussian	-0.1270
Frank	-1.4540

İlgili kopula modellerinin sunduğu sonuçların doğrudan karşılaştırılabilmesi amacıyla hesaplanan kapula parametrelerine dayalı Kendall tau ve Spearman rho değerleri ise Tablo 3'te yer almaktadır. Bu kapsamdaki bulgular incelendiğinde de ilk aşamada belirtilen bulgularla benzer bulgulara ulaşıldığı anlaşılmaktadır.

Tablo 3. Kapula Modellerine Dayalı Kendall tau ve Spearman rho sonuçları

Kopula modelleri	Kapula / Kendall tau	Kapula / Spearman rho
BST-USD		
Student t	-0.0978	-0.1463
Gaussian	-0.0729	-0.1092
Frank	-0.1262	-
BST-EUR		
Student t	-0.0792	-0.1186
Gaussian	-0.0571	-0.0856
Frank	-0.1053	-
BST-IND		
Student t	0.0270	0.0404
Gaussian	0.0224	0.0336
Frank	0.0239	-
BST-CPI		
Student t	0.1586	0.2360
Gaussian	0.1343	0.2003
Frank	0.1547	
BST-3M		
Student t	-0.1480	-0.2205
Gaussian	-0.1242	-0.1854
Frank	-0.1536	
BST-10Y		
Student t	-0.2400	-0.3535
Gaussian	-0.1918	-0.2844
Frank	-0.2669	
BST-M1		
Student t	-0.1332	-0.1987
Gaussian	-0.0880	-0.1317
Frank	-0.1406	-
BST-M2		
Student t	-0.1507	-0.2244
Gaussian	-0.0810	-0.1213
Frank	-0.1583	-

Son olarak geleneksel Kendall tau ve geleneksel Spearman rho sonuçlarına bakıldığında da (Tablo 4) genel benzer sonuçlara ulaşıldığı ifade edilebilir. Farklı yaklaşımlara dayalı olarak

elde edilen bu sonuçların birbirlerini desteklemesi ise çalışma bulgularına olan güveni artırmaktadır.

Tablo 4. Geleneksel Kendall tau ve geleneksel Spearman rho sonuçları

	Geleneksel Kendall tau	Geleneksel Spearman rho
BST-USD		
	-0.1283	-0.1794
BST-EUR		
	-0.0961	-0.1419
BST-IND		
	0.0150	0.0329
BST-CPI		
	0.1356	0.2023
BST-3M		
	-0.1321	-0.1909
BST-10Y		
	-0.2494	-0.3515
BST-M1		
	-0.1343	-0.1828
BST-M2		
	-0.1554	-0.2051

SONUÇ

Bu çalışmada BİST100 endeksini etkileyen makroekonomik faktörler incelenmiştir. Çalışma 2013 yılının Ocak ayı ile 2023 yılının Mart dönemini kapsamakta ve aylık verilerden oluşmaktadır. Çalışmanın başlangıç tarihi verilere ulaşabilirlik özelliğine göre belirlenmiştir. Çalışmada hisse senedi piyasalarını temsilen BİST100 endeksi; BİST100 endeksini etkileyen makroekonomik faktörler olarak ise sanayi üretim endeksi, tüketici enflasyonu, M1 ve M2 para arzları, Dolar/TL ve Euro/TL kurları ile kısa ve uzun vadeli faiz oranları esas alınmıştır.

Çalışma bulgularına gelince: (i) İncelenen makroekonomik değişkenler arasında tüketici fiyat enflasyonuyla sanayi üretim endeksinin BİST100 endeksiyle pozitif bir ilişki içinde oldukları diğer tüm değişkenlerin ise negatif bir ilişki yapısı sergilediği gözlemlenmektedir. (ii) İncelenen makroekonomik faktörler arasında BİST100 endeksi üzerinde en yüksek etkiye sahip olan makroekonomik faktörün uzun vadeli faiz oranları olduğu, ardından enflasyon oranları, M2 para arzı, kısa vadeli faiz oranları ve M1 para arzının geldiği ifade edilebilir. (iii) Dolar / TL ve Euro / TL kurlarının ise bir önceki aşamada belirtilen makroekonomik değişkenlere göre BİST100 endeksi üzerinde daha ılımlı etkilerinin olduğu anlaşılmaktadır. (iv) En küçük etkiye ise sanayi üretim endeksinin olduğu ifade edilebilir.

Bu çalışmanın uygulamaya dönük sonuçlarına gelince hem para ve maliye politikası uygulayıcılarının etkin politika adımları atabilmeleri hem de BİST100 endeksine yatırım yapacak ulusal ve / veya uluslararası bireysel ve/ veya kurumsal yatırımcıların daha etkin yatırım stratejileri uygulayabilmeleri açısından bu çalışmada belirtilen bulguların dikkate alınmasının önemli olduğu ifade edilebilir.

REFERANSLAR

Alagidede, P., Panagiotidis, T., & Zhang, X. (2011). Causal relationship between stock prices and exchange rates. *The Journal of International Trade & Economic Development*, *20*(1), 67-86.

Albeni, M., & Demir, Y. (2005). Makro ekonomik göstergelerin mali sektör hisse senedi fiyatlarına etkisi (İMKB uygulamalı). *Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (14), 1-18.

Albeni, M., & Demir, Y. (2005). Makro ekonomik göstergelerin mali sektör hisse senedi fiyatlarına etkisi (İMKB uygulamalı). *Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (14), 1-18.

Alper, D., & Kara, E. (2017). Borsa İstanbul'da Hisse Senedi Getirilerini Etkileyen Makroekonomik Faktörler: BİST Sınai Endeksi Üzerine Bir Araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *22*(3), 713-730.

Ayaydın, H., & Barut, A. (2016). Petrol Fiyatları, Altın Fiyatları ve Hisse Senedi Getirisi İlişkisi. *Balkan Sosyal Bilimler Dergisi*, 13-26.

Kan, E., & Serin, Z. V. (2022). Analysis of cointegration and causality relations between gold prices and selected financial indicators: Empirical evidence from Turkey. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, *9*(3), 1-9.

Karaca, O. (2018) "Borsa ekonominin barometresi midir? Türkiye'de ekonomik aktivite ile hisse senedi fiyatları arasındaki nedensellik ilişkisi", Hacettepe üniversitesi iktisadi ve idari bilimler fakültesi dergisi, 36 (3): 89-106.

Kumar, P. ve Shoukri, M.M. (2007). Copula based prediction models: an application to an aortic regurgitation study. BMC Medical Research Methodology, 7 (21), 1-9.

Mahmood, W. M., & Mohd Dinniah, N. (2007). Stock returns and macroeconomic influences: Evidence from the six Asian-Pacific countries. *Financial Economics and Futures Market Research Paper*.

Muhammad, N., Rasheed, A., & Husain, F. (2002). Stock prices and exchange rates: Are they related? evidence from south asian countries [with comments]. *The Pakistan Development Review*, 535-550.

Narin, B. C. (2023). *Bist 100 Endeksini Etkileyen Makroekonomik Göstergeler* (Master's thesis, Marmara Universitesi (Turkey)).

Ross, S. A. (2013). The arbitrage theory of capital asset pricing. In *Handbook of the fundamentals of financial decision making: Part I* (pp. 11-30).

Taçali, E. D. (2008). *Hisse senedi getirilerini etkileyen makroekonomik faktörlerin arbitraj fiyatlama modeli ile analizi: Türkiye örneği* (Master's thesis, Dokuz Eylul Universitesi, Turkey).

Ünal, A. E., Nas, S., & Heybeli, M. (2022). Seçilmiş makroekonomik değişkenler ve beklenti endekslerinin BİST 100 endeksi üzerine etkisi. *Sosyoekonomi*, *30*(54), 443-466.

AN INTERACTIVE DIGITAL PLATFORM PROPOSAL FOR TEACHING INTERNATIONAL STANDARDS ON AUDITING

Assoc. Prof. Dr. Aysun ATAGAN ÇETİN
Trakya University, Department of Management Information Systems, 22850, Edirne
ORCID: 0000-0001-7588-1322

ÖZET
Ekonomik istikrarın temeli olan finansal güvenilirlik, denetçilerin Uluslararası Denetim Standartları (UDS) yetkinliğine bağlıdır. Ancak UDS, sahip olduğu teknik terminoloji ve mevzuata dayalı yapı nedeniyle öğrenciler tarafından anlaşılması güç, soyut konular olarak değerlendirilmektedir. Bu sorunu gidermek amacıyla çalışma kapsamında geliştirilen "Denetim Standartları Öğrenme Platformu", öğrencilerin teorik bilgiyi edinmelerini, vaka analizleri ile uygulama yapmalarını, anlık geri bildirim mekanizması ile kendilerini değerlendirmelerini sağlayan bütünleşik bir yapı sunmaktadır.
Çalışmanın metodolojisi, bir eğitim sorununun çözümüne yönelik somut bir ürün tasarlanması, geliştirilmesi ve uygulanması süreçlerini kapsayan Tasarım Tabanlı Araştırma modeline dayanmaktadır. Platformun eğitimsel yönü, öğrenciye rehberlik eden ve bilgiyi basamaklandıran "yapı iskelesi" kuramı üzerine inşa edilmiştir.
Çalışma, eğitim teknolojileri ile muhasebe ve denetim eğitimi disiplinlerinin kesişim noktasında konumlanmaktadır. Literatürde muhasebe eğitiminde dijitalleşme üzerine çalışmalar bulunmakla birlikte, UDS gibi karmaşık, muhakeme ve yoruma dayalı metinlerin öğretimine özgü etkileşimli dijital platform modellerinin yetersiz olduğu görülmektedir. Bu açıdan bakıldığında çalışmanın, lisansüstü düzeydeki denetim eğitiminde teori ve pratiği dijital bir arayüzde birleştiren öğrenciyi pasif dinleyiciden aktif uygulayıcı konumuna taşıyan yenilikçi bir model önermesiyle literatürdeki bu boşluğu doldurması beklenmektedir.
Anahtar Kelimeler: UDS, Denetim Eğitimi, Vaka Temelli Öğrenme, Tasarım Tabanlı Araştırma, Etkileşimli Öğrenme, Eğitim Teknolojileri

ABSTRACT
Financial reliability, the foundation of economic stability, depends on auditors' competence in International Standards on Auditing (ISA). However, due to their technical terminology and normative structure, ISAs are often considered abstract and difficult to understand by students. To address this issue, the "Auditing Standards Learning Platform", developed within the scope of this study, offers an integrated structure that enables students to acquire theoretical knowledge, practice through case studies, and self-evaluate via an instant feedback mechanism. The methodology of the study is based on the Design-Based Research model, which covers the processes of designing, developing, and implementing a tangible product aimed at solving educational problems. The educational aspect of the platform is built upon the scaffolding theory, which guides students and structures knowledge in manageable steps.
This study is positioned at the intersection of educational technology and the disciplines of accounting and audit education. Although there are studies in the literature on digitalization in accounting education, there appears to be a scarcity of interactive digital platform models specifically designed for teaching complex texts that require reasoning and interpretation, such as ISAs. From this perspective, this study is expected to fill this gap in the literature by proposing an innovative model that combines theory and practice within a digital interface in graduate-level audit education, transforming students from passive listeners into active practitioners.
Keywords: ISA, Audit Education, Case-Based Learning, Design-Based Research, Interactive Learning, Educational Technologies.

1. INTRODUCTION

As audit activity is essentially an investigation into accuracy and compliance, the process itself inherently requires scrutiny. The reliability and quality of audit output can only be achieved through compliance with the established criteria. Therefore, auditing standards serve not only as a technical guide but also as a reference framework that guarantees the quality of the work performed. This framework regulates both the qualifications required of the auditor and all stages of the audit process, from initiation to reporting (Başpınar, 2005).

In globalizing financial markets, the reliability and transparency of financial information are among the cornerstones of this economic stability. The competence of independent auditors, who play a pivotal role in establishing this trust, depends largely on their mastery of the International Standards on Auditing (ISA). The profession necessitates reskilling (defined as acquiring expertise in scrutinizing risk analysis and predictive models) and upskilling (which involves information awareness creation, education, and training) as critical success factors (Ceki & Moloi, 2025).

The digital transformation of the audit profession mandates a fundamental shift in the educational competencies expected of auditors, necessitating the inclusion of advanced data science capabilities beyond traditional financial acumen (Feroz and Kwak, 2024). The inability of universities to keep pace with technological speed creates a gap between graduates' skills and audit institutions' expectations. To bridge this gap, institutions are implementing internal training mechanisms and teaching employees coding languages such as R and Python, thereby cultivating experts who possess a hybrid understanding of both finance and IT (Volodina & Grossi, 2024).

Traditional audit education generally relies on theoretical exposition of legislation-oriented standard texts. However, the complex structure and abstract language of ISA texts make it difficult for students to internalize concepts such as professional skepticism and professional judgment. Studies in the literature indicate that theoretical instruction alone in audit education is insufficient, and that students struggle to associate the standards they learn with real-life scenarios (Erdoğan, 2011; Deran et al., 2022). At this juncture, case-based learning and digital simulation tools, which allow students to transition from passive listeners to active participants in the learning process, have become a necessity.

Currently, developments in educational technologies offer new opportunities for teaching complex subjects. Although studies on digitalization in accounting education are increasing, the majority focus on the basic accounting cycle, and a lack of digital materials is evident in areas requiring high-level cognitive processes, such as auditing standards. To address this educational gap, higher education institutions are encouraged to adopt comprehensive readiness frameworks that encompass cultural and pedagogical transformations beyond mere technology acquisition.

Successful education in the digital era requires a digital education dimension that employs digital tools in innovative ways to support teaching processes (McCarthy et al., 2021). Audit education must increasingly focus on specific technological applications and the unique risks they introduce (Feroz & Kwak, 2024). Education must evolve to include new audit risk models that are suitable for digital ecosystems. Additionally, understanding the security implications of digitization is paramount to developing a security-conscious culture (Stewart, 2022).

Today, universities have evolved into institutions that go beyond mere educational activities; they produce knowledge through scientific research, transfer this knowledge to stakeholders, and shape qualified human resources according to societal needs. In Turkey, audit education, which is generally structured within accounting education, is present at all levels of higher education, from associate degrees to doctoral programs. However, the critical point in this educational process is that graduates reach the level of competence envisioned by the Turkish Commercial Code (TCC) and TFRS. Full mastery of TFRS transition processes, application

principles, and internal control mechanisms has become a fundamental necessity for today's graduates (Erdoğan, 2012). Gündüz (2018) stated that courses related to international auditing standards are available in the graduate programmes of social science institutes at 14 state and six foundation universities in Turkey.

This study aimed to introduce a web-based, case-based, interactive digital education platform developed to address this gap. The developed platform is based on a learn-apply-reinforce cycle. The system first presents the student with the fundamental philosophy and technical requirements of the relevant audit standard and subsequently poses a realistic case study question that requires the student to apply this knowledge. Instant feedback provided based on students' responses makes the learning process dynamic and aims to enhance knowledge retention. The expected benefits of the platform are as follows:

- The student is not a listener but rather a practitioner managing the process. In this sense, the platform necessitates the active participation of students.
- Instead of the heavy costs of audit errors made in real life, errors made on the platform serve as a tool offering learning opportunities to students.
- Standardization in instruction is achieved by presenting case analyses of equal quality to all students.

The proposed digital platform elevates students from the level of merely knowing and recalling the standard text to the level of direct application and analysis through case studies. The platform first provides information on relevant standards and subsequently poses questions through case studies. The platform utilizes the scaffolding model, developed as a method to provide support to students during the learning process. This model suggests that steps are presented to students to advance them to a higher level of comprehension (Fildişi & Yıldız, 2025).

Auditing is a profession that requires extensive knowledge accumulation, but it is also learned by doing, much like a craft. The platform offers students the opportunity to conduct a preliminary real-life application of theoretical knowledge by playing the role of virtual auditors in a risk-free environment.

2. LITERATURE REVIEW

Erdoğan (2011) argues for the necessity of revising audit education during the compliance process with the new reporting standards introduced by the Turkish Commercial Code No. 6102. In his study, the author proposed an integrated education model to support the transition from a Tax Procedure Law (VUK)-based education to a TFRS-based audit structure. This study aimed to convey internal control, internal audit, and independent audit processes to associate, undergraduate, and graduate students through simulation via a web-based software called the "Online Financial Statement Preparation System." This study is one of the early examples emphasizing the importance of technology integration in audit education, as it advocates supporting the theoretical curriculum with digital tools and imparting applied competencies geared towards sector needs.

Kavut and Adiloğlu (2013) suggested that globalization in the business world, the need for risk management, and new legal regulations have increased the importance of the auditing profession. This study examined the level of adaptation of universities to this change. The research results revealed that the number of audit courses in undergraduate and graduate programs in Turkey is insufficient to meet the competencies required by the sector, and existing education is often glossed over as a subtopic within general audit courses. The study stated that the academic world should act as a bridge by cooperating with the sector and concluded that adding both theoretical and applied independent audit courses to curricula is necessary to contribute to students' career planning and increase professional quality.

Güney (2016), examining the career-oriented transformation of accounting education and sector expectations, emphasized that graduates must go beyond the bookkeeping function and be

trained as auditor candidates capable of interpreting financial data and effectively using information and communication technologies. The study stated that International Standards on Auditing (ISA), which have become mandatory with globalization, form a common language in financial reporting; therefore, curricula should be restructured by integrating these standards not only in terms of the number of courses, but also in terms of content. The importance of applied and technology-supported course content, such as audit workshops that prepare students for professional licensing exams and the sector, was highlighted.

Gündüz (2018) analyzed the extent to which academic curricula meet professional requirements by examining the current state of education on accounting, financial reporting, and auditing standards in higher education institutions in Turkey. Research findings revealed that courses related to the relevant standards remain outside the curriculum in a significant portion of universities (36% at the undergraduate level, 18% at the associate degree level), and existing courses are mostly elective and offered for limited hours (usually a single semester). The study emphasized that the current course duration and structure are insufficient for teaching these standards, which possess a complex and technical structure. The study argued that to increase the effectiveness of education, courses should be made mandatory and extended over at least two terms. This determination of structural deficiency also reveals the necessity of supporting the standard teaching process with additional educational tools rather than limiting it to classroom hours.

Calayoğlu (2018) analyzed the curriculum and course contents of relevant departments in a study examining the levels of professional software usage in undergraduate programs that provide accounting and audit education. Although accounting packages (ETA, Logo, etc.) are included, research findings show that no specific audit software exists in the curriculum of any department examined in this study. The study found that Computer-Assisted Audit Techniques (CAATs) are handled only at a theoretical level and very limitedly in courses, and that Excel and data analytics competencies, which are fundamental expectations of the sector, are not sufficiently met in academic programs. The authors stated that this technological gap between the needs of the business world in the e-transformation process and academic education leaves future auditors weak in terms of competence, emphasizing that education must be urgently supported with digital audit tools and practical applications.

Dursun and Engin (2018) analyzed graduate programs in the Marmara region, examining the role of graduate education in gaining professional competence for independent auditor candidates and its alignment with the Public Oversight Authority (POA) exam curriculum. Emphasizing that the audit profession requires advanced theoretical knowledge, the authors stated that quality differences between universities should be eliminated and course content and ECTS values should be standardized on a common ground. From this perspective, structuring graduate education to directly prepare candidates for POA exams and professional life is a fundamental need.

Kazan (2020) analyzed the course curricula of 119 undergraduate programs to examine the quality of audit education provided in the business departments of state and foundation universities in Turkey. Research findings show that the vast majority (65%) of audit courses are elective and are generally given in the final year for a limited duration of three hours per week. Emphasizing that an education disconnected from standards is unacceptable in a period where global scandals like Enron have increased auditor responsibility, the author stated that new education models centered on practice and meeting sectoral expectations must be developed to address this issue.

Deran et al. (2022) analyzed the Bologna course information packages of 132 programs belonging to 90 universities in their study examining the curriculum structures and teaching methodologies of audit courses conducted in state universities in Turkey. The research results revealed that there is no unity of application among universities in audit education and that the

process is carried out mainly based on theoretical exposition. The study found that information technologies and data analytics applications are not sufficiently included in course content, and measurement and evaluation are mostly done with traditional exams rather than projects or case studies. The researchers emphasize that integrating active learning techniques such as problem-solving, case studies, and digital data analysis into the curriculum is mandatory to acquire the application skills promised in course learning outcomes and to remove the student from the position of a passive listener.

Tez (2024) examined the course curricula of 52 Turkish universities listed in the Times Higher Education 2023 ranking using document analysis to analyze the current state of audit education at the higher education level in Turkey. Research findings revealed that 51.9% of the examined universities had no courses related to internal auditing, existing courses were mostly elective, and they lagged behind the development speed required to meet business world expectations. The study stated that theoretical repetitions, especially in graduate education, negatively affect students and suggested collaborating with professional organizations and moving towards applied curriculum designs that simulate the process to increase the quality of education.

İzmirli Ata (2024) used document and content analysis methods in a study examining the transformative effect of digital transformation on the audit profession and the reflection of this change on graduate education. The research results revealed that graduate audit education is not compatible with the requirements of the digital age; curricula are shaped according to the existing areas of expertise of academics rather than technological competencies needed by the sector, such as data mining, computer-aided auditing, and cyber security. The study emphasized that data analytics and simulation-based courses, which are common in programmes in EU countries, are lacking in Turkey, and suggested that to close this gap, education should be freed from theoretical exposition, enriched with technological applications, and academics should also gain technological competence in this direction.

When the reviewed literature is evaluated as a whole, it is observed that audit education maintains its theoretically weighted structure, courses remain insufficient in quantity and quality to convey the complex International Standards on Auditing, and most importantly, educational processes are not supported by audit software or simulations despite being in the digital transformation age. While there are examples of gamification for accounting education in the literature (e.g., mobile games teaching accounting entries), these are generally established at the undergraduate level and focus on basic accounting (debit/credit). Some studies have explained only a single audit topic, such as stock counting or fraud detection, using virtual reality (VR) or simulation. Although numerous studies have described the benefits of case analysis in audit courses, they have mostly examined paper-based or classroom discussion methods.

The Audit Standards Learning Platform proposal fills a distinct gap in the literature and possesses unique value. This study aims to respond to the issues of application deficiency and the need for digital tools, which are persistently emphasized in the literature, by introducing a web-based, original platform solution focused on ISA education. The points that make this study unique are as follows:

- The study presents not only software but also a teaching method (read standard - solve case - receive feedback).
- Students receiving instant feedback while solving the case are far more effective than classical case analysis.

3. METHODOLOGY

This study encompasses the development of a web-based interactive educational tool aimed at addressing the theoretical and practical deficiencies encountered in teaching the International Standards on Auditing (ISA). The methodological framework of the research is based on the Design-Based Research (DBR) model, which includes the processes of designing, developing,

and implementing a tangible product aimed at solving educational problems. During the definition of the research problem and the design process, the technical complexity of ISA texts and difficulties arising from their translation, the fact that traditional slide/lecture methods render the student passive, and the disconnection between theoretical knowledge and field application were identified as the fundamental starting points. The developed platform was designed to provide a holistic solution to the stated problems.

The "Audit Standards Learning Platform" developed within the scope of this study offers an integrated structure that enables students to acquire theoretical knowledge, practice through case studies, and self-evaluate via exam modules. A flow diagram of the developed digital platform is presented below.



Figure 1. Flow Diagram of The Platform

During the implementation phase of the study, a pilot application was conducted using the developed "Audit Standards Learning Platform" software. The system enables the monitoring of student success by recording user interactions (number of correct answers and complete modules).

4. TECHNICAL STRUCTURE AND OPERATION OF THE DEVELOPED PLATFORM

Within the scope of this research, the "Audit Standards Learning Platform" was developed to address the complex structure of International Standards on Auditing (ISA) and to provide students with practical application skills. In this section, information regarding the technical structure, interface features, and operation of the educational modules of the platform is provided.

The developed platform is web-based and constructed using a Three-Tier Architecture. This architecture enhances the system performance by enabling the user interface, business logic, and data layers to operate independently of each other. The user interface was developed using the React.js (v18.2.0) library based on the single-page application (SPA) approach. An authentication mechanism was developed to ensure secure user access to the system.

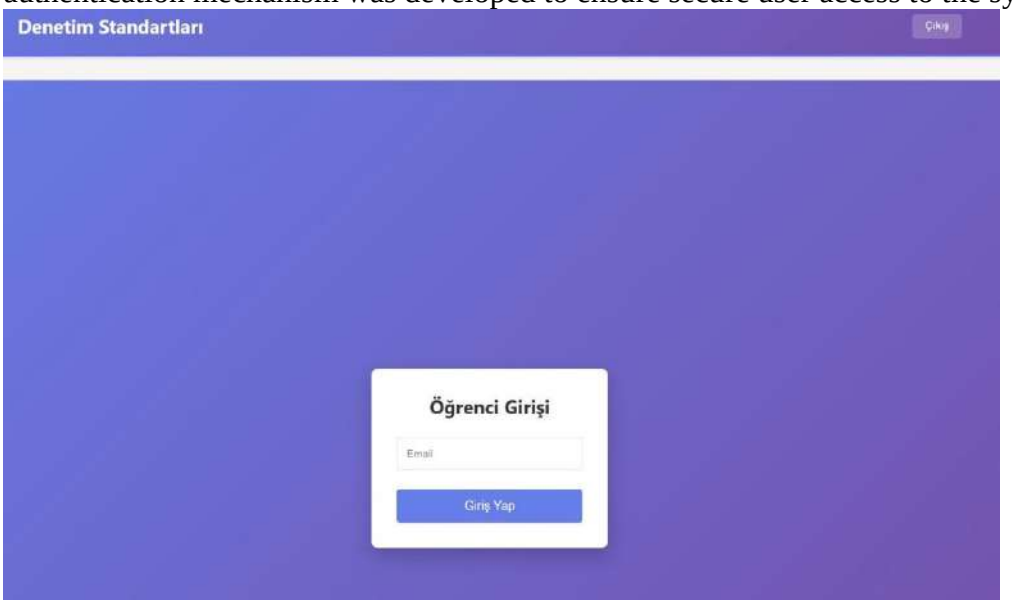


Figure 2. Platform Login Page

Users logging into the system are presented with a dashboard in which independent auditing standards are listed. In this interface, each standard is classified with code and title information,

providing the user with a holistic curriculum outline. In the first module, the official texts and summaries of the relevant standards were integrated into the system in PDF format. Users can access these documents and examine the theoretical foundations using iframe technology without leaving the platform.

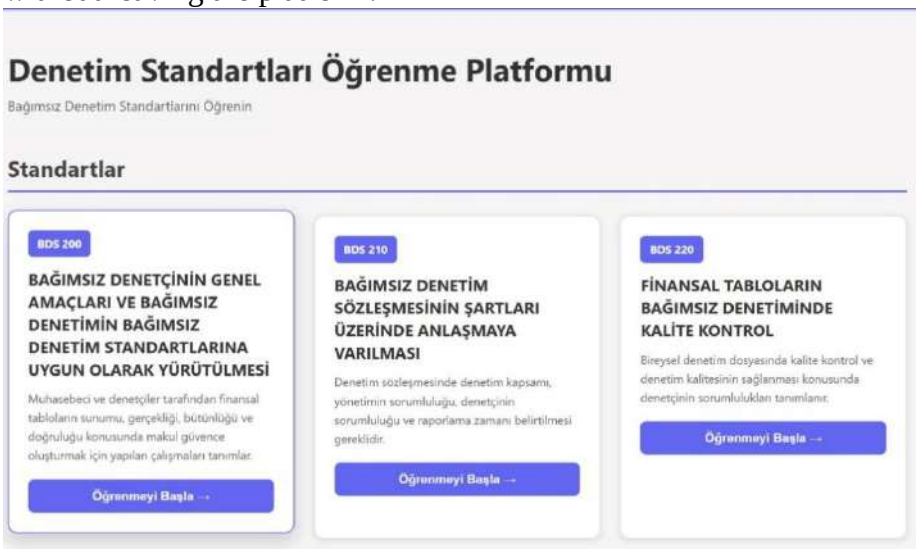


Figure 3. Platform Homepage

A three-stage learning process was designed for each auditing standard within the platform.

- **Theoretical Knowledge Transfer (Subject Explanation):** Official texts and summary narratives of the relevant standards were integrated into the system in PDF format. Users can examine these documents using iframe technology without leaving the platform.
- **Application (Case Analysis):** Realistic audit scenarios were constructed to concretize theoretical knowledge.
- **Measurement and Evaluation (Quiz System):** An examination module consisting of multiple-choice questions was developed to reinforce the acquired knowledge. The system instantly analyzes the user's answers, provides correct/incorrect feedback, and presents a detailed explanation of each question.

When a user selects a standard, three distinct learning paths are offered by the system: (1) Subject Explanation, (2) Case Analysis, and (3) Questions.

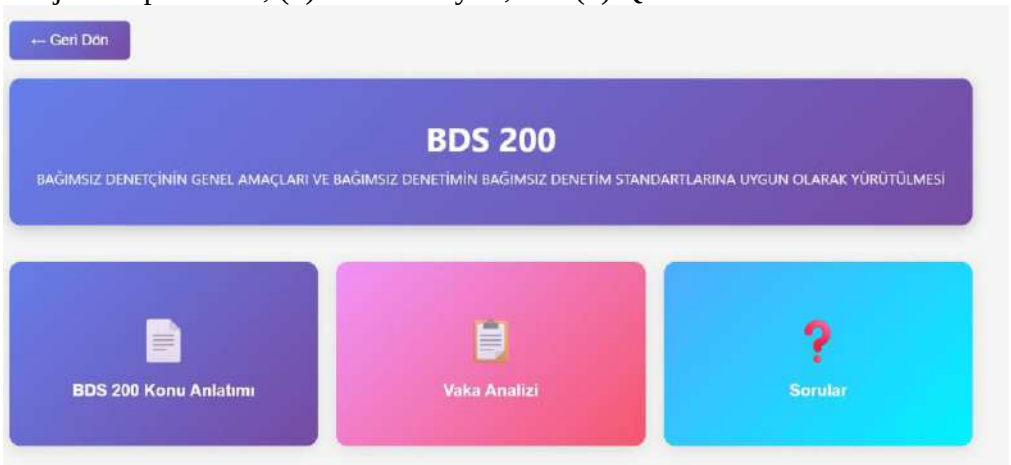


Figure 4. Standards Included in The Platform

In the Case Analysis module, which constitutes the most unique aspect of the platform, the concretization of theoretical knowledge is ensured. The user sheds the role of a passive reader and assumes the role of a virtual auditor who makes decisions based on the financial data provided.



Figure 5. Case Analysis



Figure 6. Case Analysis Questions

The Quiz Module, which constitutes the final stage of the learning process, enables the user to test their acquired knowledge. Ten multiple-choice questions for each standard were integrated into the system.



Figure 7. Questions Included in The Platform

The system features a feedback algorithm that instantly analyzes the user's responses. When the user submits their answers,

- Correct answers are highlighted in green, while incorrect answers are marked in red,
- Detailed explanatory notes are displayed beneath each question, clarifying why the answer is correct or incorrect,
- The total success score (e.g., 8/10) was instantly presented to the user.

This mechanism establishes an interactive learning cycle that enables users to identify their errors immediately and facilitates self-correction.

5. DISCUSSION

The "Audit Standards Learning Platform" developed in this study presents a concrete solution proposal aimed at bridging the gap between theoretical knowledge and practical application, a topic long debated in the literature on audit education. Research findings indicate that the case-based and interactive structure offered by the developed platform holds significant potential for overcoming the limitations of traditional teaching methods.

When studies in the literature are examined, lack of practice and student passivity stand out as the most fundamental problems in auditing education. Erdoğan (2011) and Deran et al. (2022) stated that "*audit education relies heavily on theoretical exposition and that students struggle to relate the standards they learn to real-life scenarios"*. The platform developed in this study breaks this theoretical dominance, which has been criticized in the literature, through realistic case studies and instant feedback mechanisms. The platform's transition of the student from a listener position to a decision-maker (virtual auditor) position is in full alignment with Kazan's (2020) suggestion that "*new education models centering on practice must be developed".*

However, the technological dimension of the study is directly related to the problem of the lack of digital tools in accounting and audit education. Calayoğlu (2018) determined that *"although package software (Logo, ETA, etc.) is used in accounting education, specific audit software is not included in the curricula".* Similarly, İzmirli Ata (2024) drew attention to the "*lack of simulation-based courses in graduate education".* Since the developed platform is not a general-purpose accounting software but an original educational technology tool focusing directly on ISA teaching, it closes this technological gap in the literature. The platform serves as a web-based and accessible response to the need for a *"technology-supported audit workshop*" as expressed by Güney (2016).

Furthermore, the fact that International Standards on Auditing (ISA) possess a complex and technical language by nature is another factor complicating the teaching process in accounting. Gündüz (2018) emphasized that *"current course hours and the elective course structure remain*

insufficient for teaching these complex standards". The platform developed within the scope of this study mitigates this difficulty by dividing standards into manageable parts using the "micro-learning" approach and concretizing each standard with a case study. This approach also serves the goal of "*imparting the advanced competencies required for graduate students to prepare for POA (Public Oversight Authority) exams and the sector",* as stated by Dursun and Engin (2018).

In conclusion, the current study does not merely develop software; it fulfills the mission of *"building a bridge between the academic world and sector expectations",* advocated by Kavut and Adiloğlu (2013) in audit education, through a digital tool. By offering a learning environment where theoretical knowledge (standard texts) is blended with digital simulation (case analysis), the platform creates a technological solution alternative to the problem of *"training qualified auditors"* as defined in the literature.

6. CONCLUSION

The auditing profession, by its nature, requires a high level of technical knowledge, ethical reasoning, and complex problem-solving skills. The reliability of the global financial system depends on the presence of auditors who master standards and possess strong professional judgment capabilities. However, this situation creates significant difficulties in conveying theoretical standards to students, especially in graduate-level auditing education. As demonstrated in the literature review and problem definition of the study, the complex and abstract structure of International Standards on Auditing (ISA), the methods predominantly focused on theoretical exposition in the current education system, and the lack of technological tools are the biggest obstacles to training qualified auditors. Studies in the literature clearly show that audit software in university curricula is insufficient, courses do not fully align with Public Oversight Authority (POA) exams and sector expectations, and students' opportunities to practice are limited.

The "Audit Standards Learning Platform" developed within the scope of this study is an innovative model proposal designed to fill the educational gap in question. Through the "standard knowledge - case application - instant feedback" cycle provided by the platform, the following results are aimed to be achieved:

- The dense legal language in ISA texts has been simulated using real-life scenarios, making it understandable and applicable to students. Thus, the concretization of abstract knowledge is possible.
- Students have shifted from the position of passive listeners to active decision-makers managing the virtual audit process. Thus, opportunities for active and lasting learning have emerged.
- The platform offers students the opportunity to make mistakes in a risk-free environment and learn the correct approach by receiving instant feedback. This situation contributes to the development of professional skepticism skills.
- By combining the technological competencies demanded by the business world with the theoretical infrastructure of academic education in a digital interface, this study presents a concrete tool for bridging the academia-sector disconnect.

In conclusion, in today's world, where digital transformation is inevitable, audit education must go beyond blackboards or slide presentations. The model proposed in this study is an educational methodology that will increase standardization and quality in audit education.

The developed education model and platform were designed considering the cognitive levels and academic needs of students receiving graduate education in auditing. Therefore, its direct adaptability for basic education at the associate degree level or the continuous professional development of practitioners has been kept outside the scope of this study.

This research is limited to the design and software development of the platform. The long-term measurement of the platform's effect on students' academic success and comparative analysis

with other traditional methods were determined as the subject of future studies and were among the limitations of this study. The developed platform operates on a web-based interface, and the user experience is limited by Internet access and the technical specifications of the device used. Additionally, because the platform is an educational simulation tool, it may not reflect the full complexity of real-life audit scenarios. The scenarios and legislative information used in the platform are based on the content of the independent auditing standards published on the POA website as of 2025. Substantial changes in standards that may occur in the future may require the platform to be updated.

In future studies, it is suggested to measure the quantitative effect on the success of education with large-scale data obtained by expanding the scope of this platform and applying it to graduate programs in different universities.

REFERENCES

Başpınar, A. (2005). Türkiye'de ve Dünyada denetim standartlarının oluşumuna genel bir bakış, *Maliye Dergisi,* sayı:149, Mayıs-Aralık.
https://ms.hmb.gov.tr/uploads/2019/12/img-148.pdf

Calayoğlu, Ü. İ. (2018). Muhasebe ve denetim çevresinin değişimi ve bu alanların öğretiminde mesleki yazılım kullanımının tespit edilmesi. *World of Accounting Science*, 20(4).

Ceki, B., & Moloi, T. (2025). Technology adoption and digital transformation by supreme audit institutions: A content analysis study. *Edpacs, 70*(7), 209-225. doi:10.1080/07366981.2025.2500215

Deran, A., Erduru, İ., & Koç, F. Ö. (2022). Türkiye'deki devlet üniversitelerinin lisans programlarında yer alan denetim dersi müfredatının incelenmesi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi,* 25(Özel Sayı), 566-578.

Dursun, G. D., & Engin, G. (2018). Marmara bölgesindeki üniversitelerin muhasebe yüksek lisans programlarındaki derslerinin bağımsız denetçilik sınavına denkliği. *Yalova Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(17), 156-168.

Erdoğan, M. 2012. VUK-TFRS geçiş sürecinde üniversitelerde denetim eğitim ve öğretim döngüsü önerisi ve web tabanlı bir yazılım ile denetim uygulaması, *Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Dergisi,* sayfa https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1525964

Feroz, K., & Kwak, M. (2024). Digital Transformation (DT) and Artificial Intelligence (AI) Convergence in Organizations. *Journal of Computer Information Systems*, 1-17. doi:10.1080/08874417.2024.2424372

Fildişi, A., & Yıldız, E. (2025). Yapı iskelesi (scaffolding) yönteminin matematik öğretimindeki rolü üzerine bir meta-analiz çalışması. Yaşadıkça Eğitim, 39(3), 593–612. https://doi.org/10.33308/26674874.2025393920

Gündüz, M. (2018). Türkiye'deki Devlet ve vakıf üniversitelerinin tüm programlarında muhasebe, finansal raporlama ve denetim standartları eğitimi üzerine bir araştırma. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İİBF Dergisi,* 8(1), 185-212.
https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/498232

Güney, A. (2016) Muhasebe eğitimi üzerinde denetim standartlarının etkisi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi,* Haziran 2016, Cilt:5, Özel Sayı, Makale No: 37 ISSN: 2146-9199

Kavut, L., & Adiloğlu, B. (2013). Türkiye'deki Üniversitelerde Lisans ve Yüksek Lisans Eğitiminde İç Denetim Derslerinin Durum Analizi. In Akademik Forum 2012 (p. 25).

Kazan, G. (2020). Türkiye'deki Üniversitelerin İşletme Lisans Programlarında Yer Alan Muhasebe Denetimi Eğitimine Yönelik Bir Araştırma. *Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2(2), 9-21.

McCarthy, P., Sammon, D., & Alhassan, I. (2021). Digital transformation leadership characteristics: a literature analysis. *Journal of Decision Systems, 32*(1), 79-109. doi:10.1080/12460125.2021.1908934
Stewart, H. (2022). Digital Transformation Security Challenges. *Journal of Computer Information Systems, 63*(4), 919-936. doi:10.1080/08874417.2022.2115953
Tez, B. (2024). Türkiye'de yükseköğretimde iç denetim eğitiminin mevcut durumu ve geleceği üzerine bir değerlendirme. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (101), 67-90.
Volodina, T., & Grossi, G. (2024). Digital transformation in public sector auditing: Between hope and fear. *Public Management Review, 27*(5), 1444-1468. doi:10.1080/14719037.2024.2402346

INNOVATIONS IN EFFECTIVE CONSTRUCTION

Ketevan Jerenashvili
Georgian Technical University, Faculty of Civil Engineering, Department of Civil and Industrial Engineering N102, Tbilisi, Georgia.

ABSTRACT
Innovation in construction has become a crucial driver of progress, efficiency, and sustainability in the built environment. As global demand for resilient infrastructure and rapid urban development continues to rise, the industry is undergoing a transformative shift driven by digitalization, advanced materials, and automation. Modern construction now integrates cutting-edge technologies such as Building Information Modeling (BIM), 3D printing, robotics, and artificial intelligence to enhance accuracy, reduce waste, and streamline project delivery. These approaches not only improve productivity but also minimize human error and enable real-time decision-making across project lifecycles.
Sustainable construction practices have also gained significant importance, influenced by environmental regulations, climate challenges, and the growing emphasis on green building standards. Innovations in eco-friendly materials—such as self-healing concrete, engineered timber, and recycled composites—are redefining structural performance while reducing carbon footprints. Additionally, energy-efficient design strategies and smart building systems contribute to the development of healthier, adaptive, and more resilient living environments.
Prefabrication and modular construction techniques represent another breakthrough, offering faster assembly, reduced labor requirements, and improved quality control. These methods support mass customization and enhance construction safety by shifting labor-intensive processes from on-site locations to controlled factory environments. Meanwhile, digital twins and IoT-enabled monitoring systems allow stakeholders to simulate building behavior, optimize maintenance, and extend infrastructure lifespan.
Overall, innovation in construction is reshaping traditional workflows and enabling more sustainable, cost-effective, and technologically integrated building practices. As the sector embraces continuous improvement, collaboration among engineers, architects, policymakers, and technology developers becomes essential for achieving long-term resilience and global advancement in construction methodologies.
Keywords:
construction innovation, BIM, sustainable materials, 3D printing, modular construction, prefabrication, robotics, digital twins, smart buildings, green building standards

INTRODUCTION
The construction industry is a fundamental pillar of economic growth and social development, responsible for delivering residential buildings, commercial facilities, transportation networks, and critical infrastructure. Despite its importance, the sector has historically been characterized by low productivity growth, fragmented project delivery systems, cost overruns, and significant environmental impact. Compared to manufacturing and information technology sectors, construction has been slower to adopt innovation, resulting in inefficiencies and limited scalability.
In recent decades, global challenges such as rapid urbanization, population growth, climate change, and resource scarcity have intensified pressure on the construction industry to transform. Cities are expanding at an unprecedented pace, increasing demand for housing, transportation systems, and resilient infrastructure. At the same time, governments and

international organizations are imposing stricter environmental regulations to reduce greenhouse gas emissions and promote sustainable development.

Effective construction in the contemporary context requires more than traditional craftsmanship and manual labor. It demands the integration of digital technologies, advanced materials, automated processes, and lifecycle-oriented planning. Innovation has therefore become a strategic necessity for construction firms seeking to remain competitive, reduce risks, and deliver high-quality projects within time and budget constraints.

This article explores the role of innovation in achieving effective construction practices. It examines digital transformation, automation and robotics, additive manufacturing, sustainable materials, prefabrication, modular construction, and smart building technologies. By analyzing current research and industry findings, the article highlights how these innovations contribute to efficiency, sustainability, safety, and long-term resilience.

RESEARCH AND FINDINGS

Digital Transformation and Building Information Modeling (BIM)

Digital transformation is one of the most significant drivers of innovation in construction, with Building Information Modeling (BIM) serving as its cornerstone. BIM is a collaborative digital process that enables the creation and management of comprehensive building data throughout the entire project lifecycle, from conceptual design to demolition.

Unlike traditional 2D drawings, BIM models integrate geometric, spatial, functional, cost, and scheduling information into a single digital environment. This integration improves interdisciplinary collaboration and reduces information silos. Research has shown that BIM adoption leads to improved project coordination, fewer design conflicts, and enhanced construction accuracy (Azhar, 2011).

BIM also supports sustainability objectives by enabling energy simulations, daylight analysis, material optimization, and lifecycle cost assessment. These capabilities allow designers and engineers to evaluate multiple design alternatives and select solutions that minimize environmental impact while maximizing performance.

Table 1 summarizes key BIM functionalities and their impact on construction effectiveness.

Table 1. Key BIM Functions and Their Impact

BIM Function	Description	Contribution to Effectiveness
3D/4D/5D Modeling	Integration of geometry, time, and cost	Improved planning accuracy
Clash Detection	Identification of design conflicts	Reduced rework and delays
Collaboration Platforms	Shared digital environment	Enhanced stakeholder coordination
Lifecycle Data Management	Information for operation and maintenance	Improved asset management

Automation, Robotics, and Artificial Intelligence

Automation and robotics are transforming construction sites by improving productivity, quality, and safety. Labor-intensive and repetitive tasks are increasingly performed by robotic systems capable of operating with high precision and consistency. Examples include robotic bricklaying, automated rebar tying, and robotic concrete finishing.

The integration of artificial intelligence further enhances construction management by enabling data-driven decision-making. AI algorithms analyze historical project data to identify risks, optimize schedules, and forecast costs. According to industry research, AI-driven project

management tools can significantly reduce cost overruns and schedule delays (McKinsey & Company, 2017).

Drones and autonomous vehicles are also widely used for site surveying, progress monitoring, and safety inspections. These technologies provide accurate real-time data while minimizing human exposure to hazardous environments.

Table 2 presents major automation technologies and their applications.

Table 2. Automation and AI Technologies in Construction

Technology	Application	Primary Benefit
Construction Robots	Bricklaying, welding, concrete work	Increased productivity
Artificial Intelligence	Planning, risk analysis, cost control	Improved decision-making
Drones	Site inspection and mapping	Enhanced safety and accuracy
Autonomous Equipment	Earthmoving and material transport	Reduced labor dependency

3D Printing and Additive Manufacturing

3D printing, or additive manufacturing, has emerged as a disruptive innovation in construction. This technology enables the layer-by-layer fabrication of structural elements using materials such as concrete, polymers, and composite mixtures. By eliminating formwork and reducing material waste, 3D printing offers significant efficiency advantages.

Research indicates that 3D-printed construction can reduce labor requirements and shorten project timelines, particularly for small-scale housing and emergency shelters (Buswell et al., 2018). The ability to produce complex geometries also expands architectural possibilities and material efficiency.

Despite its potential, widespread adoption remains limited due to regulatory challenges, material performance concerns, and high initial investment costs. Ongoing research and pilot projects are expected to address these barriers and expand practical applications.

Sustainable Materials and Green Building Innovations

Sustainability is a core component of effective construction innovation. The construction and operation of buildings account for a substantial share of global energy consumption and carbon emissions. As a result, the development and adoption of sustainable materials have become a priority.

Self-healing concrete improves durability by autonomously repairing microcracks, extending service life and reducing maintenance costs. Engineered timber products such as cross-laminated timber (CLT) offer renewable alternatives to steel and concrete, with significantly lower embodied carbon. Recycled composites and industrial by-products further support circular economy principles.

Table 3 compares selected sustainable materials and their environmental benefits.

Table 3. Sustainable Construction Materials and Benefits

Material	Key Characteristic	Sustainability Impact
Self-healing concrete	Crack repair capability	Reduced material consumption
Engineered timber (CLT)	Renewable structural material	Lower carbon footprint
Recycled composites	Use of waste materials	Waste reduction
High-performance insulation	Thermal efficiency	Reduced energy demand

Prefabrication and Modular Construction

Prefabrication and modular construction represent industrialized approaches to building delivery. Components or entire modules are manufactured in factory-controlled environments and transported to the site for assembly. This approach improves quality consistency and reduces on-site construction time.

Studies indicate that modular construction can reduce project duration by up to 50% while improving worker safety and minimizing environmental impact (Lawson et al., 2014). The controlled environment allows for better material management and precision, reducing defects and waste.

Modular construction is increasingly used in residential, healthcare, education, and commercial projects, particularly in regions facing labor shortages and housing demand pressures.

Smart Buildings, IoT, and Digital Twins

Smart buildings integrate IoT sensors, automation systems, and data analytics to monitor and control building performance. These systems manage energy consumption, indoor air quality, lighting, and security in real time, improving operational efficiency and occupant comfort.

Digital twins extend smart building concepts by creating dynamic virtual models that replicate physical building behavior. These models support predictive maintenance, scenario analysis, and long-term performance optimization.

Smart buildings and digital twins contribute to resilient infrastructure by enabling adaptive responses to environmental and operational changes.

CONCLUSION

Innovation has become the foundation of effective construction in the modern built environment. Digitalization, automation, advanced materials, and smart technologies collectively address long-standing challenges related to productivity, sustainability, and safety. Technologies such as BIM, AI, robotics, and 3D printing improve accuracy and efficiency, while sustainable materials and modular construction reduce environmental impact and enhance resilience.

The continued evolution of construction depends on interdisciplinary collaboration, regulatory support, and investment in research and education. By embracing innovation, the construction industry can deliver infrastructure that meets global development needs while supporting long-term environmental and social sustainability.

BIBLIOGRAPHY

Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241–252.

Buswell, R. A., De Silva, W. L., Jones, S. Z., & Dirrenberger, J. (2018). 3D printing using concrete extrusion: A roadmap for research. *Cement and Concrete Research*, 112, 37–49.

Kibert, C. J. (2016). *Sustainable construction: Green building design and delivery* (4th ed.). John Wiley & Sons.

Lawson, M., Ogden, R., & Goodier, C. (2014). *Design in modular construction*. CRC Press.

McKinsey & Company. (2017). *Reinventing construction: A route to higher productivity*.

INTEGRATING SOFT SKILLS INTO EFL TEACHING: WHYS AND HOWS

Huriye YASAR-KARAGUCUK
School of Foreign Languages, Gaziantep Islam Science and Technology University, Gaziantep, TÜRKİYE
ORCID: 0000-0002-4143-1099

Vasif KARAGUCUK
School of Foreign Languages, Gaziantep Islam Science and Technology University, Gaziantep, TÜRKİYE
ORCID: 0000-0002-1532-8450

ABSTRACT
The growing emphasis on new skills, in addition to technical ones, has positioned soft skills as essential components of student development across educational contexts. This literature review examines how soft skills—particularly communication, interpersonal skills, positive attitude, values, perception, etiquette, teamwork, time and stress management, emotional regulation, creativity, problem-solving, and decision-making—are integrated into English as a Foreign Language teaching. Findings indicate that English as a foreign language teaching pedagogy naturally supports soft-skill development through communicative and collaborative classroom practices. Activities such as pair and group work, project-based learning, debates, role-plays, digital collaboration, and reflective tasks provide meaningful opportunities for learners to practice key interpersonal, cognitive, and emotional skills. However, the literature also highlights limitations, including inconsistent conceptualizations, limited teacher training, and insufficient assessment frameworks. The review concludes that deliberate integration of soft skills into English as a foreign language curriculum can enhance learner engagement, communicative competence, and overall preparedness for global academic and professional environments.
Keywords: Soft skills, English as a foreign language, Classroom pedagogy.

1. INTRODUCTION
Hard skills refer to the specific, teachable, and measurable technical competencies or knowledge sets required to perform defined job tasks and were considered the primary prerequisite for career employment (James and James, 2004). On the other hand, soft skills encompass the behavioural and interpersonal attributes that enable effective performance in a work environment (Robles, 2012). They include, but are not limited to, integrity, communication, and flexibility (Zehr, 1998). Research indicates these skills are now critical for productive performance (Nealy, 2005). While hard skills remain a necessary component of professions and are effectively embedded in many post-secondary curricula, they are no longer sufficient to ensure individual employability or organizational resilience. As noted in the literature, knowing techniques alone cannot protect workers during periods of organizational "right-sizing" and position reduction (James and James, 2004). In the dynamic modern workplace, adaptability is paramount. This growing emphasis on soft skills has important implications for English as a Foreign Language (EFL) instruction. EFL learning environments naturally involve interaction, collaboration, and problem-solving—conditions that align closely with the development of soft skills. Consequently, recent research has argued that integrating soft skills into EFL pedagogy is both feasible and necessary, given the communicative and socio-cognitive demands placed on today’s learners. The paper aims to discuss the current research on the integration of soft skills into EFL classrooms.

2. THE NEED FOR INTEGRATING SOFT SKILLS INTO EFL CURRICULUM

Most of the students graduate from universities and enter the work life without getting soft skills, which makes them fall behind the current needs of the market (Qizi, 2020). Although it may seem hard to integrate soft skills into each lesson, as every field is specific, EFL is a good field to integrate them into higher education because EFL lessons are compulsory in all departments; furthermore, most departments try to be in English 100%. Additionally, EFL teaching is a suitable field to implement soft skills in activities.

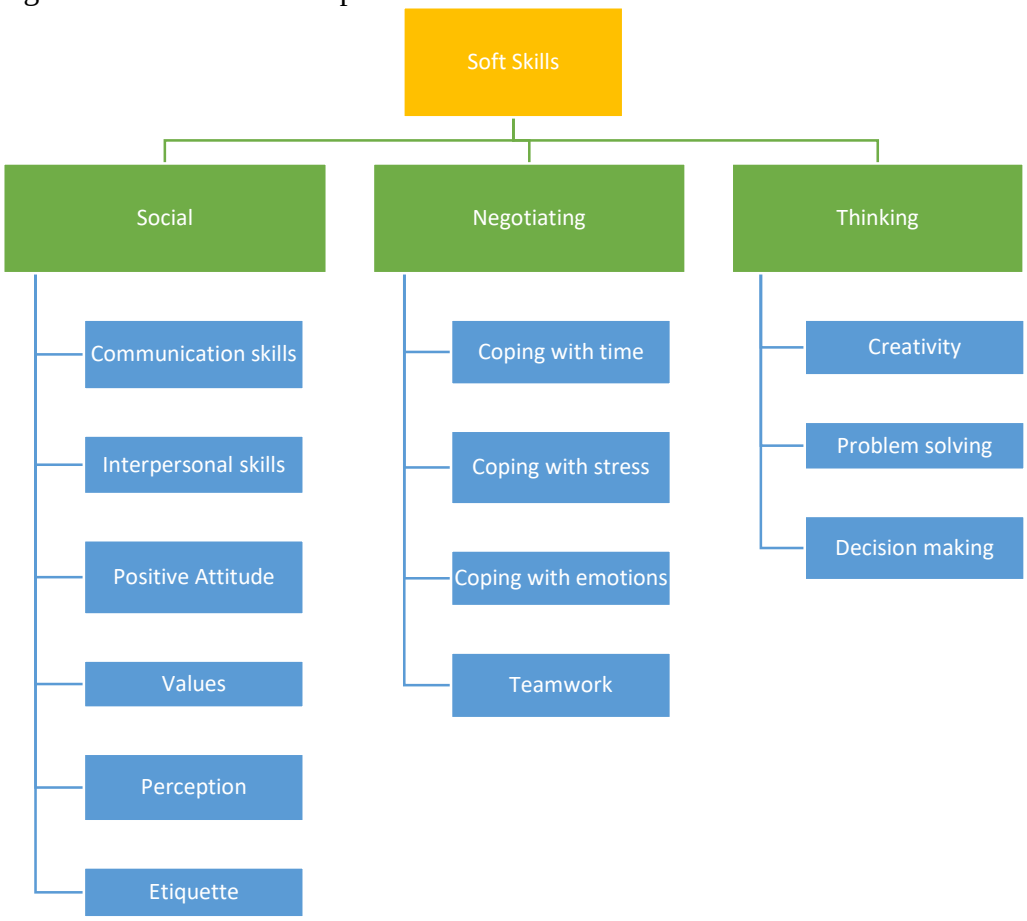


Figure 1. Soft skills (Adapted from Alex, 2009)

Soft skills can be classified into three interconnected domains: social, negotiating, and thinking skills (see Figure 1). Social skills include communication, interpersonal relationships, positive attitude, and values, which support effective interaction in learning environments. Negotiating skills encompass time management, coping with stress and emotions, and teamwork, all of which are essential for collaborative learning tasks. Thinking skills—creativity, problem-solving, and decision-making—enable learners to approach linguistic and communicative tasks strategically. Although effective EFL education necessitates excellent linguistic and teaching abilities, the trend suggests that teachers' soft skills are becoming more important for students' success. Soft skills are related to language learning; they help students use a new language efficiently and develop their communicative competencies and soft skills (Serik et al., 2024). Together, these skill sets form the foundation of learners' holistic competence in EFL contexts.

3. ACTIVITIES FOR SOFT SKILL DEVELOPMENT IN EFL CLASSES

EFL classrooms offer a natural context for integrating a wide range of soft skills, and each category in the soft-skills framework can be meaningfully connected to language learning practices. Social skills such as communication and interpersonal abilities are embedded in core EFL activities like pair work, group discussions, and role-plays, which require students to negotiate meaning, listen actively, and interact respectfully. Positive attitude, values,

perception, and etiquette are also cultivated as students collaborate with peers from diverse backgrounds, respond to feedback, and participate in activities that promote cultural awareness and respectful communication. Negotiating skills similarly align with EFL pedagogy: coping with time, stress, and emotions is developed through tasks that require preparation, performance, and interaction, such as oral presentations, debates, and project-based learning. Teamwork, a central soft skill in this category, is strengthened through cooperative learning techniques where students plan, produce, and present work together, mirroring real-life collaborative environments. Finally, thinking skills—including creativity, problem solving, and decision making—are nurtured through activities such as storytelling, project design, critical-thinking tasks, and communicative problem-solving scenarios. These tasks encourage students to generate ideas, evaluate options, construct arguments, and make decisions in English. All in all, EFL teachers should provide students with the chance to actively engage and promote skill development both in EFL learning and soft skills (Andrievskikh and Lapina, 2021). Through such pedagogical practices, EFL classrooms become rich spaces not only for language development but also for cultivating the soft skills essential for personal, academic, and professional success.

Following the established need for greater emphasis on soft skills in education, research into effective pedagogical integration provides a viable path forward. This is exemplified in language education, a field that inherently intersects with communication competencies. Specifically, Tevdovska (2015) states that there are several ways to integrate soft skills into EFL classes, including task-based and problem-solving activities, group work (i.e., discussions and debates), oral and poster presentations, role-playing and dialogues, and writing.

3.1. Task-based and Problem-solving Activities

They are highly effective pedagogical approaches in the EFL teaching and learning process. Student engagement and EFL achievement are hand-in-hand in those activities. Besides, all 4C skills (communication, collaboration, critical thinking, and creativity) can be developed by those activities (Lansari and Bouabdallah, 2023). In problem-solving activities, students can also get ethical perspectives and solve dilemmas (Tevdovska, 2015) as they face real-life problems. It is an inspiring way to enhance learning and language use at the highest pace (Lansari and Bouabdallah, 2023). Furthermore, those activities are enjoyable as they are based on real-life reactions. Students are likely to engage in activities that allow them to reflect on themselves.

3.2. Discussions and Debates

A debate is an organized discussion of different points of view in which active students choose a position or side on a topic using reasoning, evidence, and persuading other students to agree (Dy-Boarman et al., 2018). As all students are free to reflect on their own ideas, they feel more valued, so their willingness to engage in activities will be enabled unintentionally.

3.3. Oral and Poster Presentations

The students can overcome their anxiety to speak and be able to transfer the information they have in a reciprocal way (Prichard and Ferreira, 2014).

3.4. Role-playing and Dialogues

Dialogues provide focused language practice, promote communication, and demonstrate grammar within a context (García, 2018). Role play activities can raise a willingness to communicate and motivate themselves as they reflect their language identity.

3.5. Writing

Writing activities are an inevitable part of EFL teaching as students are required to show their performance in production. Those writing tasks are important to rehearse real-life scenarios. Additionally, students can practice on diverse topics, from writing a resume to finding a solution to a problem, and giving suggestions. They can produce the language in

CONCLUSION

Technical abilities, which are also referred to as hard skills, are not adequate for professional success, particularly in today's dynamic workplace and this situation is recognized by the companies (Qizi, 2020). In other words, graduation with higher degrees with high scores is not alone enough to be hired. To systematically address the skills misalignment between higher education outputs and labor market needs, policy should encourage the adoption of such pedagogical frameworks across disciplines. This review demonstrates that EFL classrooms offer a highly suitable environment for developing soft skills, as language learning inherently involves interaction, negotiation, creativity, and problem-solving. Research consistently shows that activities commonly used in EFL instruction—such as collaboration, discussion, role-play, and projects—can foster essential social, negotiating, and thinking skills when applied intentionally. Yet despite this potential, soft-skill integration often remains incidental rather than systematic. To maximize impact, teachers need clearer pedagogical guidelines, targeted training, and assessment tools that capture learners' interpersonal and cognitive growth. Overall, integrating soft skills into EFL teaching not only strengthens communicative competence but also equips learners with the broader competencies required for academic success and global employability.

REFERENCES

Alex, K. (2009). *Soft skills*. S. Chand Publishing.

Andrievskikh, S., & Lapina, V. (2021). Integrating soft skills development into English language class. In *SHS Web of Conferences* (Vol. 99, p. 01026). EDP Sciences.

Dy-Boarman, E. A., Nisly, S. A., & Costello, T. J. (2018). It's no debate, debates are great. *Currents in Pharmacy Teaching and Learning*, *10*(1), 10-13.

García, N. M. (2018). Using dialogues, role plays, songs, and poetry in teaching speaking. *The TESOL Encyclopedia of English Language Teaching*, *2018*, 1-6.

James, R. F., & James, M. L. (2004). Teaching career and technical skills in a "mini" business world. Business Education Forum, 59(2), 39-41.

Lansari, W. C. C., & Bouabdallah, F. H. (2023). Task-Based Learning Enhancing 21st-Century Learning Outcomes. *Revue plurilingue: Études des Langues, Littératures et Cultures*, *7*(1).

Nealy, C. (2005). Integrating soft skills through active learning in the management classroom. *Journal of College Teaching & Learning*, 2(4), 1-6.

Prichard, C., & Ferreira, D. (2014). The effects of poster presentations and class presentations on low-proficiency learners. *TESOL journal*, *5*(1), 172-185.

Qizi, K. N. U. (2020). Soft skills development in higher education. *Universal journal of educational research*, *8*(5), 1916-1925.

Robles, M. M. (2012). Executive perceptions of the top 10 soft skills needed in today's workplace. Business Communication Quarterly, 75(4), 453-465. doi: 10.1177/1080569912460400

Serik, A. B., Kassymova, G. K., Kosbay, S. D., Kalimoldaeva, A. K., & Dzhambulova, Z. (2024). Relationship between soft skills and language learning. *Muallim Journal of Social Sciences and Humanities*, *8*, 39-50.

Tevdovska, E. S. (2015). Integrating soft skills in higher education and the EFL classroom: Knowledge beyond language learning. *Seeu Review*, *11*(2), 95-106.

Zehr, M. A. (1998). New office economy putting greater demands on schools. *Education Week*, 17(23), 7.

SELF-EFFICACY OF EFL TEACHERS THROUGH THE AI AGE: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS

Vasif KARAGUCUK
School of Foreign Languages, Gaziantep Islam Science and Technology University, Gaziantep, TÜRKİYE
ORCID: 0000-0002-1532-8450

Huriye YASAR-KARAGUCUK
School of Foreign Languages, Gaziantep Islam Science and Technology University, Gaziantep, TÜRKİYE
ORCID: 0000-0002-4143-1099

ABSTRACT
As the body of literature on teacher self-efficacy and artificial intelligence-supported language education grows, there is a need for a systematic exploration of influential studies. This study aims to present a bibliometric analysis that highlights the landscape of research on English as a foreign language teacher self-efficacy and artificial intelligence, offering a comprehensive understanding of how the field has evolved and where it is heading conducting a bibliometric analysis to map the development of research on English as a foreign language teachers' self-efficacy in the context of artificial intelligence from 2010 to 2025. Using a refined search query and a dataset limited to journal articles, the analysis examines publication trends, influential countries, and thematic patterns. The findings show that scholarly output remained minimal for more than a decade but rose sharply after 2023, reaching its highest level in 2025. The annual growth rate of 14.72% indicates a rapidly expanding research area. China, Indonesia, Türkiye, Malaysia, and Iran emerged as the most productive countries, revealing that the field is largely driven by Asian contexts. Keyword analysis highlights dominant themes such as higher education, teacher training, digital and artificial intelligence literacy, motivation, technology integration frameworks, and psychological constructs related to teacher well-being. The patterns observed across conceptual, social, and intellectual structures demonstrate that research is shifting toward more empirical and theory-guided investigations. Overall, the study clarifies the current landscape of AI-related teacher self-efficacy research and identifies areas where further exploration is needed to support EFL teachers in adapting to artificial intelligence-based educational environments.
Keywords: Artificial intelligence, Teacher self-efficacy, English as a foreign language, Bibliometrics

1. INTRODUCTION
Artificial intelligence (AI) has become one of the most transformative forces in education, offering new possibilities for personalization, assessment, and instructional support. For EFL teachers, the increasing presence of AI technologies brings not only new opportunities but also new challenges, particularly related to their confidence in adopting and managing these tools in their classrooms. Teacher self-efficacy—defined as teachers' beliefs in their capability to perform teaching tasks successfully—plays a crucial role in determining how effectively AI innovations are integrated into practice. In addition to the objectives that individuals set, self-efficacy is among the most potent motivational indicators of an individual's performance at practically every task (Heslin and Klehe, 2006).
Self-efficacy of an individual is a strong predictor of their eventual training and employment, as well as their work, perseverance, and strategic performance (Heslin and Klehe, 2006). Bandura (1997) defines self-efficacy as "people's beliefs in their capabilities to produce desired

effects by their own actions" (p.7). According to his theory, self-directed and professionally led behavioral change strategies, coping with psychological issues, and physical well-being are significantly affected by self-efficacy (James and Kleiman, 2016).

Teachers' level of desire, their objectives, and the amount of effort they put into teaching are all affected by their efficiency (Tschannen-Morana and Hoy, 2001). The EFL teachers' stress is predicted by their teacher self-efficacy (Fathi and Derakhshan, 2019). In EFL research, teacher self-efficacy influences both teaching practices and emotions (Hoang, 2018). AI technology is essential to handle different facets of foreign language learning and to provide personalized and effective experiences in learning (Jawaid et al., 2025). It can enhance learning by offering a conversational experience, which encourages learning actively and boosts the motivation of the students, in addition to creating benefits for teachers automatically evaluate the essays (Harry, 2023). Although there are systematic reviews and bibliometric research on teachers' self-efficacy (Wang et al., 2024; Wulandari et al., 2023) and the AI effects on EFL teachers' practices (Yaseen and Alnakeeb, 2023; Chua and Annamalai, 2025), there is a gap in the literature that bibliometrically analyzes teacher self-efficacy regarding AI. Therefore, this study clarifies EFL teacher self-efficacy studies regarding AI in terms of development, leading countries, and keyword frequency.

The research questions are,

In the studies examining EFL teachers' self-efficacy in the context of AI,

1) How is the distribution over the years?
2) What are the leading countries?
3) What are the most frequent keywords?

2. METHODS

Bibliometric analysis is defined as the methodical study and analysis of all published scientific data using bibliometric techniques (Diodato, 1994). To put it another way, it examines previous research in the literature regarding author, topic, keywords, and impact values, revealing their conceptual, intellectual, and social structure (Bozkurt and Çetin, 2016). Thanks to bibliometric analyses, it is possible to classify studies in many fields, including EFL education, teacher self-efficacy, and AI, providing information on the direction and perspectives of these studies. These studies, which are a form of scientific communication, provide data for current research and guide future researchers on areas for improvement in the field (Aria and Cuccurullo, 2017; Donthu et al., 2021). In this study, a bibliometric analysis was conducted to investigate teacher self-efficacy studies in EFL education in relation to AI. To retrieve the relevant publications, the following Boolean search query was used in the SCOPUS database:

"(ALL('teacher self-efficacy') OR ALL('teacher self efficacy')) AND (ALL('EFL') OR ALL('English as a foreign language') OR ALL('English teacher') OR ALL('English language teaching') OR ALL('ELT')) AND (ALL('artificial intelligence') OR ALL('AI')) AND LIMIT-TO(DOCTYPE, 'ar')"

3. FINDINGS

A total of 768 articles were included in the study. They were on EFL teachers' self-efficacy in the context of AI and were analyzed across 3 dimensions. The analysis examined the distribution of studies by year, country, and frequent keywords. The articles were published between 2010 and 2025. The annual growth rate was calculated as 14.72%.

3.1. Distribution of Articles over the Years

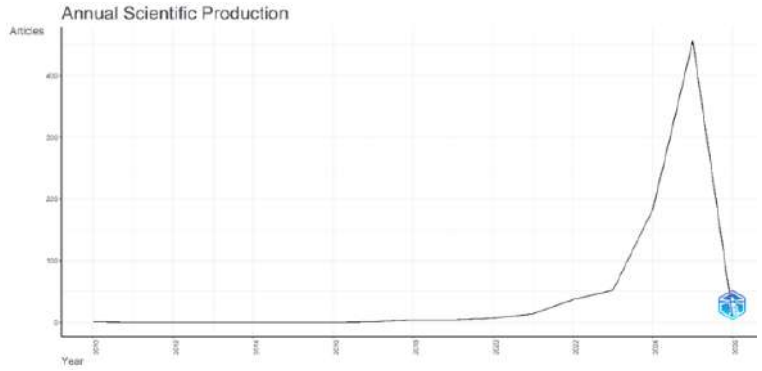


Figure 1. Annual Scientific Production

According to Figure 1, the scientific production remained minimal from 2010 to 2018, showing very limited research activity. A noticeable increase began in 2019 and continued gradually until 2021. A sharp rise occurred after 2022, coinciding with the widespread adoption of AI tools in education. The number of publications grew from 7 in 2020 to 52 in 2023, followed by a substantial jump to 183 in 2024. The peak was reached in 2025 with 456 publications, demonstrating a rapid expansion of scholarly interest. This result indicates that the intersection of AI and EFL teacher self-efficacy has evolved into an emerging and increasingly significant research area.

3.2. Leading Countries

While analyzing that part, corresponding authors' countries are taken into consideration.

Table 1

Publications over Countries

Country	**Number of Articles**
China	258
Indonesia	39
Türkiye	38
Malasia	28
Iran	26

When Table 1 is investigated, research output on the topic is globally distributed but dominated by a few leading countries. China stands out as the most productive country with 258 publications, indicating a strong and consistent research focus in this area. This number indicates 33.6% of the articles in total. Indonesia follows with 39 articles, showing rapid and expanding academic engagement. Türkiye (38 articles), Malaysia (28 articles), and Iran (26 articles) also make significant contributions, reflecting growing interest across both developing and developed contexts. Different countries also contributed to the field and it highlights higher publication density in East Asia, Southeast Asia, and certain regions of Europe and North America, while many African and South American countries remain less represented in the literature. This imbalance suggests that while the field is expanding, research activity is still concentrated in specific geographic regions.

3.3. Most Frequent Words

To ensure more meaningful insights in the keyword frequency analysis, several overly broad, generic, or discipline-embedded terms were intentionally excluded. These terms—such as artificial intelligence, AI, language, language learning, language teaching, English, learning,

teaching, teacher, student, and related variations—were removed because they appear almost universally across the dataset and therefore do not contribute to identifying distinctive thematic patterns. Similarly, demographic labels (female, male, young adult, human, humans) and contextually inherent descriptors (self-efficacy, psychology, school teacher, EFL, EFL teacher) were excluded to avoid inflating the frequency counts with terms that do not provide substantive differentiation within the research field. By limiting these generic terms, the analysis focuses on more specific, content-rich keywords that better reflect the conceptual structure, thematic clusters, and emerging trends of the literature.



Figure 2. Word Cloud of the Most Frequent Words

Figure 2 reveals several dominant research foci within the field. The term “adult” appears most often (47), indicating that a significant portion of studies target adult learners. Closely following are “higher education” (44) and “ChatGPT” (39), showing that universities and AI-based tools—especially ChatGPT—are central themes in recent research. Country-specific interest is reflected in the prominence of “China” (35). Concepts such as TPACK (34), motivation (32), technology integration (30), and questionnaire-based research (30) highlight a strong emphasis on technology-enhanced pedagogy and quantitative methodologies. Research frequently involves pre-service teachers (28), educational technology (25), and self-concept (25), suggesting ongoing attention to teacher preparation and psychological constructs. Emerging themes include generative artificial intelligence (22), AI literacy (21), and digital literacy (18), reflecting the shift toward generative AI tools in education. Psychological and behavioral constructs such as anxiety (16), student engagement (15), emotions (13), job satisfaction (12), and psychological well-being (12) also feature prominently. Additionally, terms like technology acceptance model (16), self-determination theory (14), and behavioral intention (11) show that theoretical models are frequently applied. Overall, the frequency distribution demonstrates that research trends cluster around AI-driven educational technologies, teacher-related studies, psychological variables, and technology adoption frameworks.

CONCLUSIONS

This bibliometric analysis provides a comprehensive overview of how research on EFL teachers’ self-efficacy in the age of artificial intelligence has evolved between 2010 and 2025. The annual scientific production shows a slow emergence period followed by a sharp increase after 2023, peaking in 2025. This rapid growth confirms that AI-driven transformations in EFL education have significantly intensified scholarly attention to teacher self-efficacy, especially with the widespread integration of generative AI tools such as ChatGPT. The field has been expanding steadily, with research rising at a moderate to strong growth rate. The topic is gaining attention and developing as an emerging research area.

Country-level analysis revealed that China is the leading contributor, followed by Indonesia, Türkiye, Malaysia, and Iran, showing that AI-related teacher-efficacy research is concentrated

primarily in Asia. This distribution suggests that regions experiencing fast-paced technological adoption are also producing the highest volume of research on AI-supported EFL teaching.

Keyword analysis indicated several dominant research themes. Frequently occurring terms such as *adult, higher education, ChatGPT, TPACK, motivation,* and *technology integration* show that current scholarship is largely directed toward understanding AI-enhanced pedagogical frameworks and teacher readiness. Themes related to *professional development, teacher education, pre-service teachers,* and *digital and AI literacy* highlight a strong emphasis on teacher training and upskilling. Psychological constructs such as *self-concept, anxiety, job satisfaction, perceived usefulness,* and *psychological well-being* illustrate the increasing attention given to teachers' emotional and cognitive responses to AI technologies. Meanwhile, theoretical frameworks such as the *Technology Acceptance Model* and *Self-Determination Theory* reflect efforts to explain behavioral and motivational dynamics behind AI adoption.

Collectively, the intellectual, conceptual, and social structures observed in the dataset indicate that the field is transitioning from exploratory discussions of AI in education toward more empirical, theory-driven investigations of teacher self-efficacy. The growing body of research underscores the need to support teachers in developing confidence, digital competence, and adaptive skills as AI becomes a permanent element of EFL pedagogy.

Future studies should deepen cross-cultural comparisons, examine long-term impacts of AI tools on teacher identity and classroom practices, and continue exploring how self-efficacy develops in technology-mediated environments. As AI continues to reshape the educational landscape, understanding and enhancing teacher self-efficacy will remain central to ensuring effective, ethical, and human-centered integration of intelligent technologies in EFL contexts.

REFERENCES

Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of informetrics*, *11*(4), 959-975.

Bandura, A. (1997). Self-efficacy: The exercise of control. New York: Freeman.

Bozkurt, Ö. Ç., ve Çetin, A. (2016). Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi'nin bibliyometrik analizi. *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi,* 11(2), 229- 263.

Diodato, V. P. (1994). Dictionary of Bibliometrics, Portland, The Hawthorne Press.

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of business research*, *133*, 285-296.

Fathi, J., & Derakhshan, A. (2019). Teacher self-efficacy and emotional regulation as predictors of teaching stress: An investigation of Iranian English language teachers. *Teaching English Language*, *13*(2), 117-143.

Harry, A. (2023). Role of AI in education. *Interdisciplinary Journal & Humanity (INJURITY)*, *2*(3).

Heslin, P.A., & Klehe, U.C. (2006). Self-efficacy. In S. G. Rogelberg (Ed.), Encyclopedia of Industrial/Organizational Psychology (Vol. 2, pp. 705-708). Thousand Oaks: Sage.

Hoang, T. (2018). Teacher Self-Efficacy Research in English as a Foreign Language Contexts: A Systematic Review. *Online Submission*, *15*(4), 976-990.

James, E. M., & Kleiman, E. M. (2016). Self-efficacy: The power of believing you can. In The Oxford Handbook of Positive Psychology (pp. 443-452). Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199396511.013.26

Jawaid, A., Batool, M., Arshad, W., ul Haq, M. I., Kaur, P., & Sanaullah, S. (2025). AI and English language learning outcomes. *Contemporary Journal of Social Science Review*, *3*(1), 927-935.

Tschannen-Morana, M., & Hoy, A. W. (2001). Teacher efficacy: capturing an elusive construct. *Teaching and Teacher Education*, *17*, 783-805.

Wang, D., Jia, Q., & Mao, L. (2024). Systematic Review of Language Teachers' Self-efficacy Research over the Past Twenty Years: A Bibliometric Analysis. *SAGE Open*, *14*(4), 21582440241289194.

Wulandari, A., Sukarno, S., & Matsuri, M. (2023). Bibliometric Analysis of Teacher Self-Efficacy in Primary Education. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, *15*(2), 1664-1676.

Yaseen, M. G., & Alnakeeb, S. S. (2023). Exploring the evolution of AI integration in English as a foreign language education: A Scopus-based bibliometric analysis (1997-2023). *Mesopotamian Journal of Computer Science*, *2023*, 143-158.

SERUM BIOCHEMICAL RESPONSE OF RABBIT BUCKS ADMINISTERED MACA ROOT EXTRACT AND *MUCUNA PRURIENS* SEED EXTRACT

OBINNA, AL
MACHEBE, NS
AMAEFULE, BC
NWOGA, CC
ONODUGO, MO
University of Nigeria, Nsukka, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science,

ABSTRACT
This study evaluated the serum biochemical response of rabbit bucks fed graded levels of *Maca root extract* (MRE) and *Mucuna pruriens* seed extract (MSE). Thirty-six rabbit bucks aged 9 weeks were arranged in a 3 × 3 factorial design with MRE at 0, 0.25, and 0.50 ml, and MSE 0, 1.5 and 3 ml. Serum biochemical indices such as aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT), alkaline phosphatase (ALP), total bilirubin (TB), and total protein (TP) were analyzed to assess liver function and metabolic health. Results revealed that MRE and MSE significantly ($p < 0.05$) influenced most serum parameters. Increasing MRE and MSE levels reduced AST, ALT, and ALP while elevating total protein values, indicating improved hepatic function. The interaction of 3 ml MSE × 0.25 ml MRE resulted in the lowest ALT (4.92 IU/L) and ALP (17.81 IU/L), while 0.50 ml MRE × 3 ml MSE increased total protein (5.57 g/dl). These findings suggest a synergistic hepatoprotective effect of MRE and MSE extracts. In conclusion, administration of combined 0.50 ml MRE × 3 ml MSE enhanced liver enzyme balance and protein synthesis in rabbit bucks.
Keywords: Antibiotics, plant extracts, liver enzymes, total protein, rabbit bucks

INTRODUCTION
Serum biochemical parameters provide reliable indicators of metabolic health, organ function, and physiological adaptation in animals (Barsila, 2025). Indices such as liver enzymes, protein fractions, lipid metabolites, and kidney function markers offer insight into tissue integrity, nutrient utilization, and endocrine regulation (Barsila, 2025). In rabbit bucks, optimal liver and kidney function, adequate protein synthesis, and balanced lipid metabolism are fundamental for testosterone production, spermatogenesis, and overall reproductive efficiency (Cheeke, 1987; Hafez & Hafez, 2013).

The growing demand for safe and natural alternatives to synthetic growth promoters has renewed interest in phytogenic feed additives. Plant-derived bioactive compounds possess antioxidant, immunomodulatory, and metabolic regulatory properties that can enhance animal performance while maintaining physiological homeostasis (Chen et al., 2022). Among these, *Lepidium meyenii* (maca root) and *Mucuna pruriens* (velvet bean) have gained prominence due to their documented reproductive and metabolic benefits.

Maca root has a long history of use as a fertility enhancer and adaptogen. Scientific evidence suggests that its bioactive constituents, including macamides and glucosinolates, improve energy metabolism, antioxidant status, and hormonal balance, thereby supporting male reproductive function (Gonzales et al., 2001; Shin et al., 2010). Similarly, *Mucuna pruriens* seeds are rich in L-DOPA, phenolic compounds, and essential amino acids, which have been reported to stimulate testosterone secretion, enhance spermatogenesis, and reduce oxidative stress in male animals (Suresh et al., 2013; Gupta et al., 2017). Despite these individual benefits, limited information exists on their systemic biochemical effects in rabbit bucks, particularly when administered as aqueous extracts.

Evaluating serum biochemical responses following phytogenic administration is essential for establishing both the efficacy and safety of these extracts. Alterations within normal

physiological ranges may indicate beneficial metabolic adaptation, while abnormal deviations could suggest organ stress or toxicity. Understanding these responses is therefore crucial for determining appropriate inclusion levels and for interpreting reproductive outcomes.

Hence this study focuses on the serum biochemical response of rabbit bucks administered maca root extract (MRE) and *Mucuna pruriens* seed extract (MSE). The findings contribute to evidence-based use of phytogenic supplements in rabbit production and support their potential role in sustainable and welfare-friendly breeding systems.

MATERIALS AND METHODS

Experimental site

The experiment was carried out at the Rabbit Unit of the Department of Animal Science, Teaching and Research Farm, University of Nigeria, Nsukka in Enugu State, South Eastern Nigeria. Nsukka is located at the latitude 6°51'28.19'' N and longitude 7°'23'44.77'' E. The average temperature is 24.9°C/ 76.8 ° F. and annual rainfall is 1579mm/ 62.2 inch (Ihinegbu et al., 2019). The experiment lasted for 16 weeks.

The Mucuna seeds were procured from Orba market in Udenu LGA, Enugu State. The MSE was prepared using the process outlined by Jadhav *et al.,* (2021) with few modifications. While the fresh Maca roots were procured from Ogige market Nsukka LGA, Enugu State. The fresh maca root were cleaned, sliced into tiny pieces and then sun dried. After drying, 500 g of the dried Maca root were pulverized and then placed in a container with 2,500 ml of water and boil for 60 minutes. The preparation was left to stand to cool and then filter. The filtrate was placed in container and store in 4^0C refrigerator for no more than 12 days.

EXPERIMENTAL LAYOUT AND DIETS

36 mixed-breed rabbit bucks of 9 months old were randomly assigned to 9 dietary treatments, with four rabbits per treatment. Each treatment was replicated four times, with one rabbit per replicate, in a completely randomized design with a 3 x 3 factorial arrangement. The two factors were MSE at three levels (0 ml, 1.5 ml, and 3 ml) and MRE at three levels (0 ml, 0.25 ml, and 0.5 ml). MSE and MRE were given to the rabbits using syringe at different levels. The choice of levels of MSE and MRE was based on literature (Jadhav *et al.*, 2021; Ross *et al.*, 2024). The rabbits were fed with commercial broiler grower diets containing 18% crude protein and 2800 cal/kg metabolizable energy throughout the study period.

DATA COLLECTION

Serum Biochemical Analysis

At week 16, blood samples were collected from four rabbits per treatment for serum biochemistry and transferred into sample bottles without anti-coagulant. About 3 ml of blood collected was allowed to clot for 30 min, after which it was centrifuged at 3000 revolutions per minutes for 10 minutes in order to separate the serum from the clot. After the centrifugation, the serum was carefully collected and transferred into a clean sample bottle and the blood chemistry tests were performed thereafter. The following blood chemistry indices such total protein (TP), total bilirubin (TB), Aspartate amino transferase (AST), alkaline phosphatase (ALP) and Alanine amino transferase (ALT) were determined calorimetrically according to the method of Young (2001).

STATISTICAL ANALYSIS

The data obtained were subjected to Analysis of Variance (ANOVA) in a completely Randomized Design (CRD) using statistical package (SPSS, version 20). Significant ($p<0.05$) differences in means were separated using Duncan's New Multiple Range Test (Duncan, 1955).

RESULTS AND DISCUSSION

EFFECT OF AQUEOUS EXTRACT OF MACA ROOT, *MUCUNA PRURIENS* SEED AND THEIR INTERACTIONS ON SERUM BIOCHEMISTRY OF RABBIT BUCKS

The results of the **e**ffect of aqueous extract of maca root, *Mucuna pruriens* seed and their interactions on serum biochemistry of rabbit bucks are presented in Table 1.

Table 1. Effect of aqueous extract of maca root, *Mucuna pruriens* seed and their interactions on serum biochemistry of rabbit bucks

Parameters	AST(IU/L)	ALT (IU/L)	ALP (IU/L)	TB (mg/dl)	TP(g/dl)
MRE Effect					
0 ml	9.16^{a}	7.28^{a}	19.77^{a}	1.14	4.80^{b}
0.25 ml	9.16^{a}	6.64^{b}	19.14^{a}	0.13	5.43^{a}
0.50 ml	8.11^{b}	5.75^{c}	18.30^{b}	0.12	5.67^{a}
SEM	0.27	0.180	0.235	0.007	0.11
P value	0.03	0.000	0.000	0.212^{NS}	0.000
MSE Effect					
0 ml	9.50^{a}	7.05^{a}	19.42^{a}	0.14	3.44^{ab}
1.5 ml	9.33^{a}	6.47^{ab}	19.35^{a}	0.13	5.28^{a}
3 ml	7.61^{b}	6.14^{b}	18.44^{b}	0.14	5.28^{a}
SEM	0.224	0.204	0.244	0.005	0.11
P- value	0.000	0.030	0.024	0.464^{NS}	0.003
MSE x MSE					
0 ml x 0 ml	10.33^{a}	7.50^{a}	20.25^{a}	0.15	5.27^{c}
0 ml x0.25 ml	10.17^{a}	7.33^{a}	19.56^{b}	0.14	5.47^{b}
0 ml x 0.50ml	9.66^{a}	6.50^{b}	20.00^{a}	0.15	5.11^{c}
1.5 ml x 0 ml	8.66^{b}	5.91^{c}	19.34^{b}	0.14	3.90^{e}
1.5mlx0.25ml	9.33^{a}	6.67^{b}	19.75^{b}	0.12	5.35^{bc}
1.5ml x 0.5ml	8.33^{b}	7.83^{a}	19.18^{b}	0.14	5.07^{d}
3ml x 0ml	8.50^{b}	6.33^{b}	17.99^{c}	0.15	4.98^{d}
3ml x 0.25ml	7.33^{c}	4.92^{c}	17.81^{c}	0.12	5.44^{b}
3ml x 0.50ml	6.99^{c}	6.00^{b}	17.75^{c}	0.12	5.57^{a}
SEM	0.107	0.130	0.142	0.005	0.08
P- value	0.000	0.000	0.000	0.093^{NS}	0.001

a, b, c, d, means with different superscripts in rows and columns for different traits are significant (p <0.05)

%– Percentage; **NS –** Non significant**; ***: Statistically significant at 0.05 level MRE- Maca root extract; MSE- *Mucuna pruriens* extract; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; ALP: alkaline amino phosphatase; TB: total bilirubin; TP: total protein.

From the table, result revealed that there were significant (p <0.05) impart in the maca root extract effect in all the parameters studied. The control group had the highest mean as presented in the table for AST, ALT, ALP, TB except TP. Significant (p <0.05) effects were observed in the result of the *Mucuna pruriens* extract effect in AST, ALT, ALP and TB except TB. The mean as presented in the table revealed that administration of 3 ml and 1.5 ml MSE had the lowest AST (9.50 Iμ/L) (9.33 Iμ/L), ALT (7.05 Iμ/L) (6.47 Iμ/L), ALP (19.42 Iμ/L) (19.35 Iμ/L). The mean total protein was highest (3.78 g/dl) (3.34 g/dl) in the 3 ml MSE group though statistically similar to those on 1.5 ml MSE group. In the interaction between maca root extract and *Mucuna pruriens* extract, high significant (p <0.05) differences were observed in all the parameters studied. The control the highest mean AST (10.33 Iμ/L), ALT (7.83 Iμ/L), ALP (20.25 Iμ/L). the interaction of 3 ml and 0.25 ml and 3 ml and 0.50 ml group had the lowest mean ALP (7.33; 7.50 Iμ/L), and the combination of 3 ml MSE and 0.25 ml MRE; 3 ml MSE

and 0.50 ml MRE and 0 ml MSE and 0.50 ml MRE recorded lowest mean total bilirubin (0.12 mg/dl) while the interaction between 3 ml MSE and 0.25 ml MRE had the highest mean total protein (4.02 g/dl).

DISCUSSIONS

The interaction between maca root extract (MRE) and *Mucuna pruriens* seed extract (MSE) exerted a pronounced and statistically significant ($p < 0.05$) influence on all measured serum biochemical parameters of rabbit bucks, demonstrating that the combined administration of these phytogenic extracts elicited responses that were more substantial than their individual effects. This interaction highlights a synergistic physiological modulation rather than an additive or antagonistic response.

In the control interaction, the highest values of AST, ALT, and ALP were observed, indicating a comparatively higher baseline level of hepatic and tissue metabolic activity. In contrast, interaction groups combining higher MSE (3 ml) with low to moderate MRE (0.25–0.50 ml) consistently recorded the lowest enzyme activities. These reductions are biologically meaningful, as AST and ALT are indicators of hepatocellular and muscular membrane integrity, while ALP reflects hepatobiliary function and cellular turnover. Importantly, all observed enzyme values remained within established physiological reference ranges for rabbits, confirming that the reductions were not indicative of enzyme suppression or organ failure but rather of reduced enzyme leakage from stabilized cell membranes (Melillo, 2007; Varga, 2014). The marked decline in enzyme activities under combined extract administration suggests enhanced hepatoprotection arising from synergistic antioxidant and membrane-stabilizing actions. Maca root contains macamides, glucosinolates, and polyphenols that enhance cellular energy metabolism and antioxidant defense, while *Mucuna pruriens* provides phenolics, flavonoids, and L-DOPA that support redox balance and metabolic regulation. When combined, these bioactive compounds likely improved hepatocyte resilience against oxidative stress, thereby minimizing cellular damage and enzyme efflux into circulation (Craig, 1990; Ragab et al., 2022; Tang et al., 2024).

Total bilirubin (TB) was also significantly influenced by the interaction, with the lowest values recorded in treatment combinations involving 3 ml MsE and 0.25–0.50 ml MRE. Total bilirubin reflects the liver's capacity to process and excrete hemoglobin degradation products, and elevated levels are often associated with impaired hepatic clearance or increased oxidative stress. The reduced TB values observed in these interaction groups indicate enhanced hepatic metabolic efficiency and improved detoxification capacity. This response further supports the hepatoprotective synergy of maca and *Mucuna pruriens*, likely mediated through improved antioxidant enzyme activity and reduced lipid peroxidation at the hepatic level (Huang et al., 2023; Ragab et al., 2023).

The interaction also significantly enhanced total protein (TP) concentration, with the highest TP recorded in the combination of 3 ml MSE and 0.25 ml MRE. Total protein is a key indicator of liver synthetic capacity, nutritional adequacy, and immune competence. The elevated TP observed suggests improved protein synthesis and amino acid utilization, reflecting enhanced anabolic activity and metabolic efficiency. This may be attributed to the rich amino acid profile of *Mucuna pruriens* and the metabolic regulatory effects of maca bioactives, which together support hepatic protein synthesis and plasma protein stability (Mutwedu et al., 2019; Gonzales et al., 2001). Collectively, the interaction results indicate that co-administration of maca root and *Mucuna pruriens* seed extracts produced a coordinated improvement in liver enzyme regulation, bilirubin clearance, and protein metabolism. The absence of enzyme elevations beyond normal ranges confirms that the extracts were well tolerated and non-toxic at the administered doses. Instead, the biochemical profile observed reflects beneficial metabolic adaptation and enhanced organ efficiency.

From a reproductive physiology perspective, improved liver function and protein metabolism are crucial for steroid hormone synthesis and spermatogenesis in rabbit bucks. The interaction-induced biochemical improvements therefore provide a strong physiological basis for the enhanced reproductive and productive responses associated with phytogenic supplementation. Overall, the findings demonstrate that the combined use of MRE and MSE offers superior biochemical advantages compared with single extract administration, supporting their synergistic application in rabbit reproductive management

CONCLUSION

The interaction between maca root extract and *Mucuna pruriens* seed extract significantly improved serum biochemical indices of rabbit bucks by reducing liver enzyme activities and total bilirubin while enhancing total protein concentration, all within normal physiological ranges, indicating synergistic hepatoprotective and metabolic benefits. These findings confirm that combined administration of the extracts is safe and promotes improved liver function and protein metabolism, providing a physiological basis for enhanced reproductive performance in rabbit bucks.

REFERENCES

Barsila, S. R. (2025). Blood Haematologic and Biochemistry Values of High Altitude and Transhumant Pastoral Animals as a Reference for the Metabolic Studies. *Journal of Agriculture and Forestry University*, *6*(1), 199-211.

Cheeke, P. R. (1987). *Rabbit feeding and nutrition*. Academic Press, Orlando, FL.

Chen, X., Pan, S., Li, F., Xu, X., & Xing, H. (2022). Plant-derived bioactive compounds and potential health benefits: involvement of the gut microbiota and its metabolic activity. *Biomolecules*, *12*(12), 1871.

Craig, W. J. (1990). Health-promoting properties of common herbs. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 51(3), 499–505.

Gonzales, G. F., Cordova, A., Vega, K., Chung, A., Villena, A., & Gonez, C. (2001). Effect of Lepidium meyenii (Maca) on sexual desire and its absent relationship with serum testosterone levels in adult healthy men. *Andrologia*, 33(5), 1–6.

Hafez, E. S. E., & Hafez, B. (2013). *Reproduction in farm animals* (7th ed.). Wiley-Blackwell, Oxford.

Huang, Y., Liu, X., Zhang, L., & Wang, J. (2023). Maca (*Lepidium meyenii*) extract improves liver metabolism and antioxidant status in experimental animals. *Journal of Ethnopharmacology*, 312, 116487.

Ihinegbu, C., Nnadi, G.S. and Madu, I.A. 2019. Analysis of economic benefits of flooding in Alor Uno Community, Nsukka, Enugu State. *International Journal of Geography Environmental Management* 5, 76-90.

Melillo, A. (2007). Rabbit clinical pathology. *Journal of Exotic Pet Medicine*, 16(3), 135–145.

Mutwedu, V. B., Ngoula, F., Kenfack, A., Tadondjou, C. D., & Ngoumtsop, V. H. (2019). Effect of graded levels of *Mucuna pruriens* seed meal on growth performance, serum biochemical parameters and reproductive traits of rabbits. *Tropical Animal Health and Production*, 51(8), 2273–2281.

Ragab, A. Y., El-Sheikh, S. E., El-Nagar, H. A., & El-Sabrout, K. (2022). Protective effect of black maca (*Lepidium meyenii*) extract on liver function, oxidative stress and reproductive performance of heat-stressed rabbits. *Animals*, 12(4), 462.

Shin, B. C., Lee, M. S., Yang, E. J., Lim, H. S., & Ernst, E. (2010). Maca (L. meyenii) for improving sexual function: a systematic review. *BMC complementary and alternative medicine*, *10*(1), 44.

Suresh, S., Prithiviraj, E., Lakshmi, N. V., Ganesh, M. K., Ganesh, L., & Prakash, S. (2013). Effect of Mucuna pruriens (Linn.) on mitochondrial dysfunction and DNA damage in epididymal sperm of streptozotocin induced diabetic rat. *Journal of Ethnopharmacology*, *145*(1), 32-41.

Tang, Z., Li, X., Chen, Y., & Zhao, H. (2024). Hepatoprotective and antioxidant effects of maca root extract: Mechanistic insights and therapeutic implications. *Frontiers in Pharmacology*, 15, 1298456.

Varga, M. (2014). *Textbook of rabbit medicine* (2nd ed.). Elsevier, Oxford.

INTROGRESSION OF WILD SPECIES IN EGGPLANT BREEDING AND MODERN BREEDING APPROACHES

Mehmet DURAN DOKSÖZ
Tokat Gaziosmanpaşa University, Agriculture Faculty, Department of Horticulture, 60240 Taşlıçiftlik Yerleşkesi,Tokat
ORCID: 0009-0001-6548-4072
Sevtap DOKSÖZ BONCUKÇU
Tokat Gaziosmanpaşa University, Agriculture Faculty, Department of Horticulture, 60240 Taşlıçiftlik Yerleşkesi,Tokat
ORCID: 0000-0001-9938-3790

ABSTRACT
Eggplant (*Solanum melongena* L.) possesses a narrow genetic base, which limits its tolerance to various biotic and abiotic stress conditions. This limitation necessitates the use of wild *Solanum* species as strategic genetic resources to enhance genetic diversity in breeding programs. Studies in the literature report that introgression from species such as *Solanum incanum, S. torvum, S. aethiopicum,* and *S. anguivi* has led to significant improvements in disease and pest resistance, fruit quality traits, and stress tolerance (Gisbert et al., 2011; Plazas et al., 2016; Kaushik et al., 2020; Prohens et al., 2020). Techniques such as backcrossing, marker-assisted selection (MAS), QTL mapping, and genomic selection have been shown to increase the efficiency of introgression and accelerate the selection process (Barchi et al., 2019; Gramazio et al., 2017; Acquadro et al., 2020). This review provides a comprehensive evaluation of the current status of introgression in eggplant breeding, the challenges encountered, and the recent advancements in breeding programs.
Keywords: Eggplant, introgression, wild species, backcrossing, genomic selection,

PATLICAN ISLAHINDA YABANİ TÜR İNTROGRESYONU VE MODERN ISLAH YAKLAŞIMLARI

ÖZET
Patlıcan (*Solanum melongena* L.), dar genetik tabanı nedeniyle farklı biyotik ve abiyotik stres koşullarına karşı sınırlı dayanıklılık göstermektedir. Bu durum, yabani Solanum türlerinin ıslah programlarında genetik çeşitliliğin artırılması amacıyla stratejik bir kaynak olarak kullanılmasını gerekli kılmaktadır. Literatürde *Solanum incanum, S. torvum, S. aethiopicum* ve *S. anguivi* gibi türlerden yapılan introgresyon çalışmalarının, hastalık ve zararlı dayanıklılığı, kalite özellikleri ve stres toleransı üzerinde önemli iyileşmeler sağladığı bildirilmiştir (Gisbert ve ark., 2011; Plazas ve ark., 2016; Kaushik ve ark., 2020; Prohens ve ark., 2020). Geri melezleme, marker destekli seleksiyon (MAS), QTL haritalama ve genomik seleksiyon gibi yöntemlerin introgresyon verimliliğini artırdığı ve seleksiyon sürecini hızlandırdığı çeşitli araştırmalarda ortaya konmuştur (Barchi ve ark., 2019; Gramazio ve ark., 2017; Acquadro ve ark., 2020). Bu derleme, patlıcan ıslahında introgresyonun güncel durumunu, karşılaşılan zorlukları ve ıslah programlarındaki gelişmeleri kapsamlı biçimde değerlendirmektedir.
Anahtar Kelimeler: Patlıcan, introgresyon, yabani türler, geri melezleme, genomik seleksiyon

1. INTRODUCTION
Eggplant (*Solanum melongena* L.) is a vegetable crop belonging to the Solanaceae family, widely cultivated worldwide and possessing high economic value. However, selection from a limited number of genotypes during the domestication process has led to a narrowing of the

genetic base of cultivated eggplant (Daunay, 2008; Vorontsova & Knapp, 2012). This situation significantly restricts the adaptive capacity of eggplant to biotic and abiotic stress factors.
In eggplant production, *Verticillium dahliae*, *Fusarium oxysporum*, root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.), and various pests cause serious yield and quality losses (Rotino et al., 2014; Mutlu et al., 2015). In addition, abiotic stress factors such as drought, salinity, and high temperature have become increasingly important in eggplant cultivation due to climate change (Toppino et al., 2016; Yang et al., 2020). In this context, increasing genetic diversity in eggplant breeding has emerged as a fundamental requirement for sustainable production.

1.1. Role of Wild *Solanum* Species in Eggplant Breeding

Wild *Solanum* species possess much broader genetic variation and ecological adaptability compared to cultivated eggplant. These species have evolved under long-term selection pressures in their natural habitats and have acquired tolerance to multiple stress conditions (Vorontsova & Knapp, 2012; Gramazio et al., 2017).
Species such as *Solanum incanum*, *S. torvum*, *S. aethiopicum*, and *S. anguivi* are considered important genetic resources for eggplant breeding. The tolerance of *S. incanum* to drought and heat stress, along with its high phenolic compound content, makes it valuable for abiotic stress breeding (Kaushik et al., 2020). *S. torvum* is widely used both as a rootstock and as an introgression source due to its high resistance to root-knot nematodes and certain soil-borne pathogens (Gisbert et al., 2011; Schulz et al., 2019).
Solanum aethiopicum and *S. anguivi* also contribute significantly to eggplant breeding in terms of disease resistance, fruit firmness, phenolic content, and antioxidant capacity (Plazas et al., 2016; Prohens et al., 2013).

1.2. Introgression and Backcrossing Strategies

Introgression is one of the fundamental breeding strategies aimed at transferring target genes or genomic regions from wild species into cultivated eggplant. This process generally begins with interspecific hybridization, followed by repeated backcrossing of the obtained F_1 individuals with cultivated eggplant (Rotino et al., 2014). Backcrossing allows the elimination of undesirable genomic regions derived from wild species while stabilizing target traits in the cultivated genetic background.
However, genetic incompatibilities between species, low fertility, and embryo development problems are major factors complicating the introgression process. Therefore, auxiliary biotechnological techniques such as embryo rescue and bridge crosses are commonly employed, particularly in introgression studies involving genetically distant species (Gisbert et al., 2011; Toppino & Rotino, 2020).
In this context, *Solanum elaeagnifolium* is considered an important wild genetic resource in eggplant breeding, especially for adaptation to low nitrogen (N) input production systems. Studies evaluating advanced backcross generations (BC_2 and BC_3) containing *S. elaeagnifolium* introgressions under low nitrogen conditions have reported the development of lines exhibiting superior performance in terms of yield, nitrogen use efficiency (NUE), and phenolic compound content compared to cultivated eggplant (*Solanum melongena* L.). Furthermore, the identification of numerous QTL regions associated with morphological traits, fruit characteristics, and compositional properties such as stem diameter, prickliness, fruit width, and phenolic profiles demonstrates the significant potential of *S. elaeagnifolium* introgressions for low-input and sustainable eggplant breeding (Villanueva et al., 2021).
Similarly, *Solanum incanum* stands out as an important wild gene source for improving drought tolerance in eggplant. Studies evaluating introgression lines derived from *S. incanum* under water stress conditions have shown that certain wild alleles enhance drought tolerance through their association with increased stem and root dry weight. Positive effects of *S. incanum* alleles

on traits such as leaf water content, water use efficiency, and chlorophyll content traits that positively influence yield under drought stress have also been reported. These findings indicate that, together with fine mapping and advanced selection strategies aimed at reducing linkage drag, *S. incanum* introgressions possess high potential for improving drought tolerance in eggplant (Flores-Saavedra et al., 2025).

1.3. Molecular Breeding Approaches and Genomic Tools

In recent years, sequencing of the eggplant genome and the development of high-density molecular markers have led to significant progress in introgression studies (Hirakawa et al., 2014; Barchi et al., 2019). Marker-assisted selection (MAS) enables the identification of target genomic regions in early generations of backcrossing, thereby substantially shortening the selection process (Cericola et al., 2014).

QTL mapping studies have contributed to the identification of genomic regions associated with disease resistance, yield, and quality traits, with numerous QTLs reported particularly for fruit characteristics and stress tolerance (Portis et al., 2015; Frary et al., 2014). In addition, genomic selection allows more accurate and rapid selection for complex traits controlled by multiple genes (Acquadro et al., 2020; Gramazio et al., 2017).

1.4. Limitations Encountered in Introgression Studies

Although introgression breeding provides substantial opportunities for improving eggplant (*Solanum melongena* L.), its practical implementation is constrained by several biological and technical limitations. One of the most prominent challenges is linkage drag, which refers to the simultaneous transfer of undesirable traits from wild donor species together with target genes. These unwanted genomic segments may negatively affect agronomic performance, fruit morphology, and consumer-acceptable traits, thereby reducing the breeding value of introgressed lines (Cericola et al., 2014; Prohens et al., 2020).

In addition to linkage drag, interspecific incompatibility, reduced fertility, and hybrid breakdown are frequently observed in F_1 hybrids and early backcross generations. These reproductive barriers often result in low seed set, distorted segregation ratios, and prolonged breeding cycles, particularly when genetically distant wild species are used as donors (Rotino et al., 2014; Toppino & Rotino, 2020). Such limitations significantly increase the time and resources required to stabilize desirable traits in elite genetic backgrounds.

Another important constraint is the complex genetic architecture of stress tolerance and quality-related traits, which are typically controlled by multiple genes with small effects. This polygenic nature complicates phenotypic selection and increases the risk of retaining unfavorable alleles during the introgression process (Gramazio et al., 2017; Acquadro et al., 2020).

The integration of molecular markers and genomic tools has been shown to play a crucial role in mitigating these limitations. Marker-assisted selection (MAS) enables precise tracking of target alleles and facilitates the early elimination of unwanted donor genome segments, thereby reducing linkage drag (Barchi et al., 2019). Furthermore, high-density SNP genotyping and QTL mapping allow fine-scale dissection of introgressed regions, improving selection accuracy and efficiency (Portis et al., 2015; Frary et al., 2014). More recently, genomic selection approaches have emerged as promising tools for handling complex traits by capturing genome-wide effects, thus accelerating breeding progress in introgression-based programs (Acquadro et al., 2020).

2. CONCLUSIONS AND FUTURE PERSPECTIVES

This review presents the current status of introgression studies involving wild *Solanum* species in eggplant (*Solanum melongena* L.) breeding and highlights their role within modern breeding approaches. The reviewed literature demonstrates that genes transferred from wild species

significantly contribute to increasing genetic diversity, improving tolerance to biotic and abiotic stresses, and enhancing yield and quality traits in eggplant.

Today, classical introgression breeding has become more efficient and targeted through integration with marker-assisted selection and advanced biotechnological approaches. Although still limited in application, genomic selection, high-density SNP markers, and genome editing techniques offer substantial potential for the transfer of beneficial alleles from wild species into cultivated eggplant and are considered promising tools that may enable faster and more controlled breeding processes in the future.

In conclusion, the effective integration of wild *Solanum* species into eggplant breeding programs holds great potential for supporting sustainable production and developing new cultivars resilient to the adverse effects of climate change. With the broader adoption of molecular and genomic approaches, accelerating genetic progress in eggplant breeding will become increasingly feasible.

References

Acquadro, A., et al. (2020). Genomic selection in eggplant. *BMC Genomics*, 21, 1–12.

Barchi, L., et al. (2019). High-density SNP genotyping in eggplant. *Scientific Reports*, 9, 1–12.

Cericola, F., et al. (2014). Linkage drag reduction in eggplant. *Molecular Breeding*, 34, 1601–1615.

Daunay, M. C. (2008). Eggplant, pp.: 163-220. Handbook of plant breeding: vegetables II. Springer, New York, NY, USA.

Frary, A., et al. (2014). QTL mapping of fruit traits in eggplant. *BMC Genomics*, 15, 1–15.

Flores-Saavedra, M., Gramazio, P., Vilanova, S., Mircea, D. M., Ruiz-González, M. X., Vicente, Ó., ... & Plazas, M. (2025). Introgressed eggplant lines with the wild *Solanum incanum* evaluated under drought stress conditions. *Journal of Integrative Agriculture*, *24*(6), 2203-2216.

Gisbert, C., et al. (2011). Interspecific hybridization in eggplant. *Euphytica*, 122, 57–64.

Gramazio, P., et al. (2017). Wild relatives in eggplant breeding. *Plant Cell Reports*, 36, 511-523.

Hirakawa, H., et al. (2014). Eggplant genome sequence. *DNA Research*, 21, 649–660.

Kaushik, P., et al. (2020). Drought tolerance in *Solanum incanum*. *Agronomy*, 10, 1–13.

Mutlu, N., et al. (2015). Verticillium tolerance in eggplant. *Euphytica*, 203, 181–193.

Plazas, M., et al. (2016). Resistance traits in *Solanum aethiopicum*. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1–12.

Portis, E., et al. (2015). Genetic mapping in eggplant. *BMC Plant Biology*, 15, 1–14.

Prohens, J., et al. (2013). Phenolic content in *Solanum anguivi*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61, 120–127.

Prohens, J., et al. (2020). Introgression breeding in eggplant. *Frontiers in Plant Science*, 11, 1–15.

Rotino, G. L., et al. (2014). Resistance introgression in eggplant. *Plant Breeding Reviews*, 38, 251–289.

Schulz, D., et al. (2019). Salt tolerance in Solanum rootstocks. *Plant Physiology and Biochemistry*, 140, 88–98.

Toppino, L., & Rotino, G. L. (2020). Hybridization barriers in eggplant. *Horticulture Research*, 7, 1–12.

Villanueva, G., Rosa-Martínez, E., Şahin, A., García-Fortea, E., Plazas, M., Prohens, J., & Vilanova, S. (2021). Evaluation of advanced backcrosses of eggplant with *Solanum elaeagnifolium* introgressions under low N conditions. Agronomy, 11(9), 1770.

Vorontsova, M. S., & Knapp, S. (2012). Taxonomy of wild eggplants. *American Journal of Botany*, 99, 1–21.

Yang, X., et al. (2020). Abiotic stress responses in Solanum species. *BMC Plant Biology*, 20, 1–13.

Toppino, L., & Rotino, G. L. (2020).Hybridization barriers and fertility constraints in eggplant. Horticulture Research, 7, 1–12.

PASİF TRANSFER YETMEZLİĞİ İLE İLİŞKİLİ BİR BUZAĞI OLGUSUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Lec. Ali Burak DÖRTKARDEŞ
Burdur Mehmet Akıf Ersoy Unıversıty, Faculty Of Veterınary Medıcıne, Department Of Clınıcal Scıences , Veterınary Internal Medıcıne
ORCID :0000-0002-9239-1226

Prof. Dr. Ramazan YILDIZ
Burdur Mehmet Akıf Ersoy Unıversıty, Faculty Of Veterınary Medıcıne, Department Of Clınıcal Scıences , Veterınary Internal Medıcıne
ORCID:0000-0001-5772-0891

ÖZET
Sığırların plasenta yapısı nedeniyle maternal antikorlar gebelik sırasında fetüse geçemez; bu durum buzağıların doğduklarında immünolojik olarak savunmasız ve hipogamaglobulinemik bir yapıda olmalarına neden olur. Bu nedenle, doğumdan hemen sonra kaliteli kolostrum alımı, pasif bağışıklığın kazanılması ve enfeksiyonlara karşı direnç sağlanması açısından hayati önem taşır. Yetersiz kolostrum alımı sonucu gelişen Pasif Transfer Yetmezliği (PTY), buzağılarda pnömoni ve ishal gibi hastalıkların sıklığını artırırken, neonatal dönem ölüm oranlarını %8-25 seviyelerine kadar yükseltebilmektedir. Bu olgu sunumunda, şiddetli ishal ve iştahsızlık şikâyetiyle Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Hastanesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı'na getirilen 3 günlük Holstein ırkı bir buzağıda PTY varlığı, klinik ve biyokimyasal parametreler ışığında değerlendirilmiştir. Anamnez verilerinde, buzağının doğumdan itibaren ishal olduğu ve iştahsızlık yaşadığı bildirilmiştir. Yapılan hematolojik analiz sonucunda hastada lökositoz (WBC> 15.80) tespit edilmiştir. Pasif transfer durumunu belirlemek amacıyla bakılan biyokimyasal analizlerde; serum Total Protein (TP) değeri 4.15 g/dL, Globulin değeri 1.3 g/dL ve GGT aktivitesi 51 U/L olarak ölçülmüştür. Bu değerlerin, yeterli kolostrum almış buzağılar için kabul edilen referans aralıkların (TP: 5-7 g/dL, Globulin: >5.5 g/dL, GGT: >200 U/L) belirgin şekilde altında olduğu görülmüştür. Altın standart olan IgG ölçümünün her zaman mümkün olmadığı saha koşullarında; kolostrum tüketimiyle artış göstermesi gereken TP ve GGT düzeylerinin düşük seyretmesi, PTY teşhisinde pratik, ekonomik ve güvenilir bir gösterge olarak kabul edilmektedir. Bu vaka, buzağı sağlığının korunmasında kolostrum yönetiminin kritikliğini ve biyokimyasal belirteçlerin tanısal değerini doğrulamaktadır.
Anahtar Kelimeler: Buzağı, Pasif Transfer Yetmezliği, Kolostrum, Total Protein, GGT, İshal.

EVALUATION OF A CALF CASE ASSOCIATED WITH PASSIVE TRANSFER FAILURE

ABSTRACT
Due to the placental structure of cattle, maternal antibodies cannot be transferred to the fetus during pregnancy, resulting in calves being born immunologically vulnerable and hypogammaglobulinemic. Therefore, the intake of high-quality colostrum immediately after birth is vital for acquiring passive immunity and ensuring resistance against infections. Passive Transfer Failure (PTF), resulting from insufficient colostrum intake, significantly increases the frequency of diseases such as pneumonia and diarrhea in calves and can raise neonatal mortality rates to 8-25%. This case report evaluates the presence of PTF using clinical and biochemical parameters in a 3-day-old Holstein calf presented to the Burdur Mehmet Akif Ersoy University Veterinary Faculty Animal Hospital, Department of Internal Medicine, with severe diarrhea and anorexia. The anamnesis revealed that the calf had suffered from diarrhea and anorexia since

birth. Hematological analysis indicated leukocytosis (WBC > 15.80). Biochemical analyses conducted to determine the passive transfer status revealed a serum Total Protein (TP) value of 4.15 g/dL, a Globulin value of 1.3 g/dL, and a Gamma-glutamyl Transferase (GGT) activity of 51 U/L. These values were found to be significantly below the reference ranges accepted for calves that have received adequate colostrum (TP: 5-7 g/dL, Globulin: >5.5 g/dL, GGT: >200 U/L). In field conditions where the gold standard IgG measurement is not always feasible, the failure of TP and GGT levels—which typically rise with colostrum consumption—to reach target levels is accepted as a practical, cost-effective, and reliable indicator for diagnosing PTF. This case confirms the critical importance of colostrum management in preserving calf health and the diagnostic utility of biochemical markers.
Keywords: Calf, Passive Transfer Failure, Colostrum, Total Protein, GGT, Diarrhea.

PASİF TRANSFER YETMEZLİĞİ İLE İLİŞKİLİ BİR BUZAĞI OLGUSUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

GİRİŞ

Buzağılarda pasif transfer yetmezliği (PTY), yenidoğan buzağıların anneden kolostrum yoluyla yeteri miktarda immunoglobulin alamaması durumudur. Sığırların plesanta yapısı nedeniyle gebelik sırasında annede bulunan antikorlar fetüse geçemez ve buzağılar doğdukları dönemde immünolojik olarak hipogamaglobulinemik durumda olup enfeksiyonlara karşı savunmasız bir halde olurlar (Stott GH , ve ark.1979). Bu nedenle doğumdan hemen sonra kaliteli kolosturum alımı buzağının bağışıklık kazanması için kritiktir. İyi kolostrum yönetimi ile buzağının ilk beslenmesinde vücut ağırlığının %10'u kadar kaliteli kolostrum verilmesi önerilir. Bu kolostrumun immünolojik olarak zengin (en az 50 g/L IgG içermesi) ve hijyenik olması (toplam bakteri sayısı <100.000 cfu/mL) buzağının yeterli pasif bağışıklık kazanması açısından önemlidir (Cortese, V.S.2009). Kolostrumun tarafından alınan antikorların büyük kısmını Ig G oluşturur ayrıca IgM ve IgA gibi diğer immunoglobulinler de kolostrumda bulunur (Weaver ve ark.2000).

Pasif transfer yetmezliği (PTY), buzağılarda bağışıklık sisteminin yeterince gelişmemesi nedeniyle enfeksiyonlara yatkınlığa yol açar. PTY'li buzağılarda gastrointestinal sistem enfeksiyonları ve solunum sistemi enfeksiyonları yaygın olarak görülmektedir(Kara E,Ceylan E.;2021). Bu raporda, şiddetli ishal şikâyeti ile gelen Holstein ırkı buzağıda pasif transfer yetmezliğinin biyokimyasal parametreler tespit edilmesi ve değerlendirilmesi raporlanmıştır

PASİF TRANSFER YETMEZLİK

Buzağılarda PTY bir hastalık değildir, hastalık gelişimine predispoze kılan bir durumdur. Yapılan çalışmalarda PTY görülen buzağılarda pnömoni ve ishal sıklığının belirgin bir şekilde arttığı belirtilmiştir (Weaver ve ark.2000; Raboisson ve ark.,2016) ayrıca pasif transfer yetersiz buzağılarda neonatal dönem ölüm oranlarının %8-25'e kadar yükselebildiği bildirilmiştir (Raboisson ve ark.,2016). Pasif trasnfer yetmezliği ilk doğumunu yapan düvelerin buzağılarında,düvelerde kolostrum kalitesinin daha düşük olmasından dolayı daha çok görülür. Pasif transfer başarısının değerlendirilmesinde altın standart yöntem, buzağı serumunda IgG konsantrasyonunun direkt olarak ölçümüdür. Geleneksel olarak doğum sonrası 24 ve 48.ci saatlerde kan IgG seviyesi 1000mg/dl'den az olan buzağılar PTY olarak değerlendirilir. Farklı bir yaklaşımda ise (Aydogdu ve Guzelbektes 2018), IgG seviyesi <800 mg/dl olan buzağılar pasif transfer yetmezlik, 801-1600 mg/dl ise kısmi pasif transfer ve >1600 mg/dl ise yeterli pasif transfer olarak tanımlanmaktadır. Serum total protein (TP), serum gamma-glutamil transferaz (GGT) aktivitesi serum IgG düzeyi ile istatiksel olarak korelasyon gösterdiği ve dolaylı olarak PT durumunu gösterdiği belirtilmiştir (Weaver ve ark.2000) .

SERUM TOTAL PROTEİN (TP) VE GLOBULİN

Kolostrumla alınan immunoglobulinlerin dolaşıma katılması, buzağının serum total protein konsantrasyonlarının belirgin şekilde arttırır. Yeni doğan bir buzağının kolostrum almadan önceki TP düzeyi genellikle düşüktür (<5 g/dL), yeterli kolostrum alındıktan sonraki 24 saat içerisinde TP düzeyi 5-7 g/dL seviyelerine yükselir. Bu nedenle uzun yıllardır TP düzeyi pasif transfer için dolaylı bir indikatör olarak kullanılmıştır(Clawson, M.L.ve ark.2004) Yapılan çalışmalarda da serum TP ile IgG arasında bir yüksek korelasyon değerleri olduğu bildirilmiştir. Serum globulin düzeyi de benzer amaçla kullanılabilir; Total protein ve albümin farkı olarak hesaplanan globulin doğrudan immunoglobulin miktarını yansıttığından dolayı özellikle laboratuvar ortamında güvenli bir parametredir. Örneğin Buczinski ve ark.(2018), yapmış olduğu çalışmada serum globulin düzeyinin 5,5 g/dl üzerinde olmasının pasif transferin başarılı olduğuna dair güçlü bir gösterge olduğunu bildirmiştir.

SERUM GAMMA-GLUTAMİL TRANSFERAZ (GGT)

GGT kolostrumda yüksek konsatrasyonlarda bulunur (Weaver ve ark.2000; Aydogdu ve Guzelbektes 2018). Kolostrum tüketiminden sonra buzağıların serum/ plazma GGT aktivitesinde çok hızlı bir yükseliş ve takip edilen 24.saatten itibaren keskin bir düşüş görülür. Daha sonraki iki ayda da düzenli bir şekilde düşüş gözlenir. Bu nedenle de buzağıların GGT aktivitesindeki artışın kolostrum tüketiminin bir göstergesi olduğu belirtilmiştir (Aydoğdu ve ark.2019). Normalde yetişkin sığırlarda GGT düzeyi düşük iken, yeni doğan buzağılarda kolostrum aldıktan sonraki ilk 24 saatte erişkin değerlerinin 50–100 katına varan yüksek GGT aktiviteleri saptanabilir (Örneğin >200 U/L)(Pearson ve ark.,2019).

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu olguda çalışma materyalini Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan hastanesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı'na ishal şikayetiyle getirilen düve anneden doğmuş3 günlük erkek holstein buzağıdan alınan serum biyokimya değerleri oluşturmuştur.

BULGULAR

Anamnez bilgilerinden elde edilen bilgilere göre buzağının üç günlük olduğu ve doğumdan itibaren ishal ve iştahsızlık olduğu öğrenilmiştir. 3.günde ishalin kesildiği fakat hastanın iştahsızlığının devam ettiği bildirilmiştir. İştahsızlığa bağlı olarak gerekli hematolojik ve biyokimyasal analizler yapılmıştır. Analizler sonucunda hastanın hemogramında lökositoz tespit edilmiştir (WBC > 15.80) (Aydogdu ve Guzelbektes 2018).

Biyokimyasal analizlerde yeterli kolostrum almış bir buzağıya göre serum TP, Albümin ve GGT değerlerinin düşük olduğu tespit edilmiştir. Olgumuzdaki buzağının serum biyokimya analizlerindeki TP değeri 4.15 g/dL (TP<5-7 g/dL), globulin değeri 1.3 g/dL (Globulin < 5,5 g/dL) ve GGT değeri 51 U/L (GGT< 200 U/L) tespit edilmiştir. Bu bulguların paralelinde pasif transferin tamamlanması için gerekli kolostrumun yeteri kadar verilmediği ve hastada pasif transfer yetmezliği olduğu tespit edilmiştir(Aydoğdu ve ark.2019).

TARTIŞMA

Yeterli Kolostrum almamış yeni doğan buzağılar düşük TP ve GGT seviyelerine sahiptir. Kolostrum tüketimi sonrası serum TP seviyesi ve GGT aktivitesinde artışın olduğu ve bu parametrelerin IgG ile pozitif korelasyon göstermesi nedeniyle pasif transfer yetmezlik tahmininde kullanılabileceği bildirilmektedir (Aydoğdu ve ark.2019). Tyler ve ark.(1999); yapmış olduğu çalışmada yeterli pasif transfer tahmininde bulunabilmesi için TP konsantrasyonunun 5.5 g/dL olması gerekirken olgumuzdaki hastada 4,15 g/dL tespit edilmiştir ve TP'nin pasif transfer için kullabilecek bir değer olduğu görülmüştür. Genel olarak serum GGT düzeyi, yeni doğan buzağılarda immunoglobulin absorbsiyonu açısından bir indikatör olarak kabul edilmektedir Çünkü, bu enzim kolostrumda konsantre olarak bulunur. Kolostrum almış danalarda serum GGT aktivitesi erişkin sığırlardan 60- 160 kat fazladır. Kolostrum

almayan danalarda serum GGT aktivitesi erişkin sığırlara benzer, bu nedenle pasif transferin ölçülmesinde GGT enzim aktivitesi önemli rol oynar (Çakıroğlu ve ark.2010). Çakıroğlu ve ark.(2010) yapmış olduğu çalışmanın paralelinde pasif transfer yetmezliğinde GGT'nin de saha koşullarında uygun maliyetli bir indikatör olduğu bildirilmiştir. Serum globulin düzeyleri, kolostrumla alınan IgG miktarını yansıtır ve PTY'nin değerlendirilmesinde kritik bir parametredir. Yapılan çalışmalarda, serum globulin seviyelerinin PTY'yi tespit etmede ELISA ve GGT seviyelerine yakın bir performans gösterdiği bildirilmiştir.

SONUÇ

Bu vaka raporunda, ishal ve iştahsızlık şikâyetiyle getirilen üç günlük Holstein ırkı bir buzağıda klinik ve biyokimyasal bulgular ışığında Pasif Transfer Yetmezliği (PTY) durumu değerlendirilmiştir. Yapılan analizlerde saptanan düşük serum Total Protein (4.15 g/dL), Globulin (1.3 g/dL) ve GGT (51 U/L) değerleri, buzağının doğum sonrası kritik ilk 24 saatte yeterli miktar ve kalitede kolostrum alamadığını kanıtlar niteliktedir. Buzağıda gelişen lökositoz tablosu ve mevcut klinik semptomlar, yetersiz kolostrum alımına bağlı şekillenen hipogamaglobulinemi ve buna eşlik eden enfeksiyon yatkınlığı ile doğrudan ilişkilidir. Sonuç olarak, altın standart olan IgG ölçümünün her zaman mümkün olmadığı saha koşullarında, serum Total Protein ve GGT düzeylerinin pasif transfer başarısını tahmin etmede pratik, maliyet etkin ve güvenilir biyobelirteçler olduğu görülmüş; özellikle düvelerden doğan buzağılarda neonatal ölümleri önlemek adına kolostrum yönetiminin önemi bir kez daha ortaya konmuştur

KAYNAKLAR

Raboisson, D.; Trillat, P.; Cahuzac, C. Failure of Passive Immune Transfer in Calves: A Meta-Analysis on the Consequences and Assessment of the Economic Impact. PLoS ONE 2016, 11, e0150452.

Stott, G.H.; Marx, D.B.; Menefee, B.E.; Nightengale, G.T. Colostral Immunoglobulin Transfer in Calves I. Period Absorpt. J. Dairy Sci. 1979, 62, 1632–1638.

Cortese, V.S. Neonatal Immunology. Vet. Clin. N. Am. Food Anim. Pract. 2009, 25, 221–227.

Clawson, M.L.; Heaton, M.P.; Chitko-McKown, C.G.; Fox, J.M.; Smith, T.P.L.; Snelling, W.M.; Keele, J.W.; Laegreid, W.W. Beta2-Microglobulin Haplotypes in U.S. Beef Cattle and Association with Failure of Passive Transfer in Newborn Calves. Mamm Genome 2004, 15, 227–236.

Pearson, J.M.; Pajor, E.; Campbell, J.; Levy, M.; Caulkett, N.; Windeyer, M.C. A Randomised Controlled Trial Investigating the Effects of Administering a Non-steroidal Anti-inflammatory Drug to Beef Calves Assisted at Birth and Risk Factors Associated with Passive Immunity, Health, and Growth. Vet. Rec. Open 2019, 6, e000364.

KARA, E, & CEYLAN, E (2021). Failure of passive transfer in neonatal calves in dairy farms in Ankara region. Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences 45 (3): 556-565

Aydoğdu, U., Şen, İ., & Güzelbekteş, H. (2019). Buzağılarda Pasif Transfer Yetmezliğinin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler. Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences, 9(2), 104-111.

Aydogdu U, Guzelbektes H (2018). Effect of colostrum composition on passive calf immunity in primiparous and multiparous dairy cows. VET. MED-CZECH 63 (1): 1-11.

Buczinski S, Gicquel E, Fecteau G, Takwoingi Y, Chigerwe M, Vandeweerd JM (2018). Systematic review and meta-analysis of diagnostic accuracy of serum refractometry and brix refractometry for the diagnosis of inadequate transfer of passive immunity in calves. J. Vet. Intern. Med. 32 (1): 474-483.

Weaver DM., Tyler JW., Van Metre DC., Hostetler DE., Barrington GM., 2000. Passive transfer of colostral immunoglobulins in calves. J Vet Intern Med, 14, 569-57

ÇAKIROĞLU, D., MERAL, Y., PEKMEZCİ, D., ONUK, E. E., & GÖKALP, G. (2010). Yeni doğan buzağılarda çeşitli Hematolojik ve Biyokimyasal parametreler İle kolostral immun globulinler arasındaki ilişkinin belirlenmesi. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi, 24(1), 43-46.

KEDİLERDE HASTALIKLARLA İLİŞKİLİ BESLENME BOZUKLUKLARI: VAKA TEMELLİ BİR YAKLAŞIM

PHD Student Ramazan UMAR
BURDUR MEHMET AKIF ERSOY UNIVERSITY,INSTITUTE OF HEALTH SCIENCES, VETERINARY INTERNAL MEDICINE
ORCID:0009-0007-8952-4415
Prof. Dr. Ramazan YILDIZ
BURDUR MEHMET AKIF ERSOY UNIVERSITY, FACULTY OF VETERINARY MEDICINE, DEPARTMENT OF CLINICAL SCIENCES , VETERINARY INTERNAL MEDICINE
ORCID:0000-0001-5772-0891

ÖZET
Kedilerde ağız yoluyla beslenme, hem gastrointestinal sistemin fizyolojik fonksiyonlarının sürdürülmesi hem de metabolik süreçlerin korunması açısından ciddi bir öneme sahiptir. Enteral yolun aktif kullanımı, bağırsak mukozasının trofik uyarımını destekleyerek villusların bütünlüğünün korunmasına, epitel hücrelerinin yenilenmesinin sürdürülmesine ve bağırsak bariyerinin işlevsel stabilitesine katkı sağlar. Bu süreç, özellikle kritik hastalık durumlarında sık gözlenen bakteriyel translokasyon ve buna bağlı sekonder enfeksiyon riskini azaltmada önemli bir koruyucu mekanizmadır. Ağız yoluyla beslenmenin sürdürülmesi aynı zamanda bağırsak hareketlerinin devamlılığına yardımcı olarak ileus gelişme olasılığını da azaltır. Kediler, yağ metabolizması açısından diğer evcil türlere kıyasla daha hassas olduklarından, akut veya kronik iştahsızlık durumlarında hızla hepatik lipidoz geliştirebilirler. Bu nedenle oral veya uygun klinik durumlarda beslenme tüpleri ile sağlanan erken enteral beslenme, enerji dengesinin korunması ve karaciğer fonksiyonlarının desteklenmesi için kritik bir anlam taşır. Aynı zamanda yeterli protein ve kalori alımı; yara iyileşmesi, immün sistem yanıtının güçlendirilmesi, kas kütlesinin korunması ve genel durumun iyileşme hızının artırılması gibi çok yönlü faydalar sağlar. Özellikle yoğun bakımda veya kritik durumdaki kedilerde, erken enteral beslenmenin mortaliteyi azaltabileceği ve iyileşme sürecini kısaltabileceği bildirilmiştir. Bu nedenle kedilerde oral beslenmenin sürekliliğini sağlamak, yalnızca temel bir beslenme yaklaşımı değil, aynı zamanda prognozu doğrudan etkileyen önemli bir tedavi planıdır. Hastaya özel olarak gereksinimleri doğrultusunda oluşturulmuş beslenme protokolleri, veteriner klinik pratiğinde hem terapötik hem de koruyucu bir rol üstlenmektedir. Bu vaka sunumunda on bir yaşında, kısır dişi kedi Zeytin, yaklaşık yirmi gündür devam eden belirgin iştahsızlık ve ilerleyici sarılık şikâyetleriyle hastanemize getirildi. Mevcut klinik tablo, ileri tanı yöntemleri ve laboratuvar testleriyle desteklenerek, beslenme bozukluklarının altta yatan birincil hastalığı dolayısıyla da genel durumu daha da kötüleştirdiğini göstermekte; özellikle kedilerde bu durumun ciddiyetine dikkat çekmektedir.
Anahtar Kelimeler: kedi, enteral beslenme, gastrointestinal, hastalıklarla ilişkili

DISEASE-RELATED NUTRITIONAL DISORDERS IN CATS: A CASE-BASED APPROACH

ABSTRACT
Oral feeding in cats is of critical importance both for maintaining the physiological functions of the gastrointestinal system and for preserving metabolic processes. Active use of the enteral route supports trophic stimulation of the intestinal mucosa, contributing to the preservation of villus integrity, the maintenance of epithelial cell renewal, and the functional stability of the intestinal barrier. This process is an effective protective mechanism, particularly in reducing the risk of bacterial translocation and associated secondary infections, which are frequently

observed in critical illness. Maintaining oral feeding also helps maintain intestinal motility, thereby reducing the risk of developing ileus. Cats are more sensitive than other domestic species in terms of fat metabolism and can rapidly develop hepatic lipidosis in cases of acute or chronic anorexia. Therefore, early enteral nutrition provided orally or via feeding tubes in appropriate clinical situations is critical for maintaining energy balance and supporting liver function. At the same time, adequate protein and calorie intake provides multiple benefits, such as wound healing, strengthening the immune system response, preserving muscle mass, and increasing the rate of improvement in general condition. It has been reported that early enteral feeding can reduce mortality and shorten the recovery process, especially in cats in intensive care or critical condition.

Thus, ensuring the continuity of oral feeding in cats is not only a fundamental nutritional approach but also an important treatment plan that directly affects the prognosis. Nutrition protocols tailored to the specific needs of the patient play both a therapeutic and protective role in veterinary clinical practice. In this case presentation, Zeytin, an 11-year-old spayed female cat, was brought to our hospital with complaints of marked anorexia and progressive jaundice that had persisted for approximately twenty days. The current clinical picture, supported by advanced diagnostic methods and laboratory tests, shows that nutritional disorders have further complicated her general condition due to an underlying primary disease, highlighting the seriousness of this condition, especially in cats.

Keywords: cat, enteral nutrition, gastrointestinal, disease-related

1. INTRODUCTION

Providing nutrition to cats via oral and enteral routes constitutes a central component of clinical management aimed at sustaining normal gastrointestinal function and maintaining overall metabolic balance (Hand et al., 2010; Zoran, 2015). The implementation of enteral feeding promotes functional activity within the intestinal mucosa, thereby supporting the continuity of villus architecture, ongoing epithelial cell turnover, and the physiological effectiveness of the mucosal barrier (Hall & German, 2010). Through these mechanisms, enteral nutrition contributes to the regulation of intestinal permeability and exerts a protective effect by limiting the passage of microorganisms and harmful substances into the systemic circulation (Rhodes et al., 2015). In critically ill patients, the continuation of enteral nutrition has been shown to reduce the risk of increased intestinal permeability and subsequent bacterial translocation, thereby contributing to the prevention of secondary infections (Singer et al., 2009; Zoran, 2010). Moreover, maintaining oral or enteral feeding supports gastrointestinal motility, reduces the likelihood of paralytic ileus, and facilitates a more rapid restoration of normal digestive function (Chan & Freeman, 2006; Willard, 2012). Cats exhibit a unique sensitivity to disturbances in lipid metabolism compared to other domestic species, which significantly increases the risk of hepatic lipidosis in cases of acute or chronic anorexia (Center, 2005; Armstrong & Blanchard, 2009). The rapid onset of negative energy balance leads to excessive mobilization of free fatty acids from peripheral adipose tissue and subsequent triglyceride accumulation within the liver (Center et al., 2012). Consequently, when oral feeding cannot be adequately maintained, the early initiation of enteral tube feeding under appropriate clinical conditions is critical for preventing hepatic lipidosis and supporting hepatic function (Zoran, 2015). Ensuring adequate protein and energy intake contributes significantly to tissue repair, wound healing, immune system support, preservation of muscle mass, and overall optimization of the clinical recovery process (Chan & Freeman, 2006; Hand et al., 2010). In hospitalized or critically ill cats, early enteral nutrition has been associated with reduced hospitalization time and decreased mortality rates (Singer et al., 2009; Rhodes et al., 2015). Therefore, maintaining the continuity of oral feeding in cats should be regarded not merely as a basic nutritional measure but as an integral therapeutic strategy that directly influences disease outcome and prognosis (Zoran, 2010).

Enteral nutrition protocols tailored to the individual patient's clinical condition serve both therapeutic and preventive roles in veterinary clinical practice (Hall & German, 2010; Willard, 2012).

2. Case Presentation

In this case presentation, an eleven-year-old, spayed female domestic cat named "Zeytin," living in a household environment, is described. The patient was presented to our clinic with a history of marked anorexia and progressive weight loss lasting approximately twenty days, accompanied by the recent onset of worsening jaundice. According to the anamnesis obtained from the owner, the cat's daily food intake had markedly decreased during this period, with intermittent episodes of complete food refusal. Clinical examination revealed a depressed general condition, pronounced icterus of the mucous membranes, and a reduced body condition score. In addition, signs of dehydration were observed, raising suspicion of systemic effects associated with underlying hepatic dysfunction. Based on the clinical findings, comprehensive hematological and biochemical blood analyses were planned to further evaluate the patient's condition.

2.1 Laboratory findings

Hematological evaluation revealed marked leukocytosis, with a white blood cell count of WBC 34.84 $\times 10^9$/L (5.50–19.50). Differential leukocyte analysis demonstrated pronounced neutrophilia (NEU# 30.32 $\times 10^9$/L [3.12–12.58], NEU% 87.1 [35.0–85.0]), accompanied by relative lymphopenia (LYM% 7.6 [12.0–45.0]). Erythrocyte parameters were consistent with severe anemia, as indicated by RBC 3.50 $\times 10^{12}$/L (4.60–10.20), hemoglobin 5.0 g/dL (8.5–15.2), and hematocrit 13.1% (26.0–47.0). Platelet count remained within the reference range (PLT 309 $\times 10^9$/L [100–518]), although platelet distribution width was decreased (PDW 9.1% [12.0–17.5]). Biochemical analysis revealed marked abnormalities consistent with hepatobiliary dysfunction. Total bilirubin was markedly elevated (TBIL 13.42 mg/dL [0.00–0.40]), with increased direct (DBIL 9.60 mg/dL [0.00–0.10]) and indirect bilirubin (IBIL 3.82 mg/dL) fractions. Hepatic enzyme activities were significantly increased (ALP 280 U/L [0–45], ALT 237 U/L [25–97], AST 123 U/L [7–39]). In contrast, renal parameters were decreased (BUN 16 mg/dL [19–34], creatinine 0.35 mg/dL [0.80–2.30]). Total protein (TP 7.41 g/dL [6.0–7.9]) and albumin (ALB 2.98 g/dL [2.80–3.90]) concentrations were within reference limits. Laboratory findings were consistent with impaired hepatic function, and it was determined that inadequate nutritional intake had contributed to the progression and severity of the underlying primary disease. Given the prolonged history of anorexia, the possibility of feline hepatic lipidosis—a condition frequently associated with sustained negative energy balance in cats—was considered a primary differential diagnosis. Accordingly, the treatment and supportive care plan was structured around the early initiation of enteral nutritional support. A patient-specific nutritional protocol was implemented with the goals of stabilizing the patient's general condition, supporting hepatic function, and restoring metabolic balance.

CONCLUSIONS

This case presentation suggests that anorexia and inadequate nutritional intake in cats may rapidly lead to systemic effects and contribute to the worsening of the clinical condition. The abnormalities observed in hematological and biochemical analyses, together with clinical findings, are considered to indicate possible impairment of organ function, particularly involving the liver. Evaluating nutritional insufficiency in conjunction with the underlying primary disease may be essential for establishing an accurate diagnostic approach and an effective treatment plan. It can be inferred that early implementation of appropriate enteral nutritional support and supportive care may contribute to clinical stabilization and improvement of prognosis.

REFERENCES

Armstrong, P. J., & Blanchard, G. (2009). Hepatic lipidosis in cats. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 39(3), 599–616.

Chan, D. L., & Freeman, L. M. (2012). Nutritional management of critically ill dogs and cats. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, 42*(4), 769–791.

Center, S. A. (2005). Feline hepatic lipidosis. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, 35*(1), 225–269. https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2004.10.003

Center, S. A., Crawford, M. A., Guida, L., Erb, H. N., & King, J. (2012). A retrospective study of 77 cats with severe hepatic lipidosis: 1975–1990. *Journal of Veterinary Internal Medicine, 26*(2), 379–388.

Chan, D. L., & Freeman, L. M. (2006). Nutrition in critical illness. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care, 16*(1), 16–24.

Hall, E. J., & German, A. J. (2010). Diseases of the small intestine. In S. J. Ettinger & E. C. Feldman (Eds.), *Textbook of veterinary internal medicine* (7th ed., pp. 1332–1378). Saunders Elsevier.

Hand, M. S., Thatcher, C. D., Remillard, R. L., Roudebush, P., & Novotny, B. J. (2010). *Small animal clinical nutrition* (5th ed.). Mark Morris Institute.

Rhodes, A., Evans, L. E., Alhazzani, W., Levy, M. M., Antonelli, M., Ferrer, R., Kumar, A., Sevransky, J. E., Sprung, C. L., Nunnally, M. E., Rochwerg, B., Rubenfeld, G. D., Angus, D. C., Annane, D., Beale, R. J., Bellinghan, G. J., Bernard, G. R., Chiche, J.-D., Coopersmith, C., … Dellinger, R. P. (2017). Surviving Sepsis Campaign: International guidelines for management of sepsis and septic shock: 2016. Intensive Care Medicine, 43(3), 304–377. https://doi.org/10.1007/s00134-017-4683-6

Singer, P., Berger, M. M., Van den Berghe, G., Biolo, G., Calder, P., Forbes, A., Griffiths, R., Kreyman, G., Leverve, X., & Pichard, C. (2009). ESPEN guidelines on parenteral nutrition: Intensive care. *Clinical Nutrition, 28*(4), 387–400.

Willard, M. D. (2012). Disorders of intestinal motility. In S. J. Ettinger & E. C. Feldman (Eds.), *Textbook of veterinary internal medicine* (7th ed., pp. 1446–1456). Saunders Elsevier.

Zoran, D. L. (2010). Nutritional management of gastrointestinal disease. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, 40*(3), 427–443.

Zoran, D. L. (2015). Nutrition of the critically ill cat. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, 45*(4), 737–756.

ELEKTRİKLİ ARK OCAĞI İLE HURDA ÜRETİMİ PROSESİNDE OLUŞAN BACA TOZU MALZEMESİNİN İNCELENMESİ VE ÖNEMİ

Seçkin ERTÜRK
Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Evliya Çelebi Yerleşkesi, Kütahya-Tavşanlı Yolu 10. km, Kütahya
ORCID ID:0009-0004-4582-2558
Prof. Dr. Hilmi YURDAKUL
Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Evliya Çelebi Yerleşkesi, Kütahya-Tavşanlı Yolu 10. km, Kütahya
ORCID ID:0000-0003-2739-5535

ÖZET
Elektrikli Ark Ocağı (EAO) ile hurdadan çelik üretimi, Türkiye'de çelik üretim yöntemleri arasında yaygın olarak kullanılan üretim yöntemlerinden biridir. Bu prosesin doğası gereğince yüksek sıcaklıkta oluşan ergitme, metal buharlaşması, cürufun fiziksel-kimyasal davranışı, elektrot oksidasyonu, refrakter malzemelerinin aşınması ve yardımcı malzemelerin termal bozunması dolayısıyla önemli miktarda ince taneli baca tozu oluşmaktadır. EAO baca tozu; Fe, Zn, Pb, Ca ve Cl gibi elementlerin oksitlenmiş formlarını içeren, kimyasal olarak değerlendirildiğnde kompleks ve heterojen bir yapıya sahiptir. Özellikle çinkonun 907 °C gibi görece düşük kaynama noktasına sahip olması, volatilizasyonun etkinliğini artırmakta, galvanizli hurda kullanımınından da kaynaklı olarak proseslerde baca tozu içerisindeki ZnO oranını belirgin biçimde yükseltmektedir. Bu durum çinko geri kazanımı açısından ekonomik değerini artırmaktadır. Bu çalışmada, EAO prosesinde oluşan baca tozunun kimyasal bileşimi, oluşum mekanizmaları ve proses parametreleri ile ilişkisi sistematik olarak incelenmiştir. Numunelerde gerçekleştirilen XRF analizleri, tozun majör oksit bileşenlerini ortaya koymuş, sonuç olarak baca tozunun hurda kalitesi, fırın içi oksijen oranı, cüruf oluşum yapısı ve ekipman aşınması gibi proses değişkenleriyle birlikte değerlendirilebileceği kanısına varılmıştır. Ayrıca yüksek çinko içeriği dolayısıyla EAO baca tozunun uygun metalurjik geri kazanım teknolojileriyle değerlendirilebilecek potansiyel bir ikincil hammadde kaynağı olduğu belirlenmiştir. Tüm bulgular birlikte değerlendirildiğinde, baca tozunun yalnızca üretimin yan ürünü olan bir atık değil; uygun yöntemlerle yönetildiğinde ekonomik katkı sağlayan ve çevresel sürdürülebilirlik açısından stratejik bir malzeme olduğu sonucuna varılmıştır.
Anahtar Kelimeler: Elektrikli ark ocağı (EAO), baca tozu, XRF, çinkonun geri kazanımı, partikül karakterizasyonu, hurda ergitme.

EXAMINATION AND SIGNIFICANCE OF FLUE DUST GENERATED IN THE ELECTRIC ARC FURNACE SCRAP-BASED STEELMAKING PROCESS

ABSTRACT
Electric Arc Furnace (EAF) steel production from scrap is one of the most widely used steelmaking routes in Türkiye. Due to the inherent nature of this process, a significant amount of fine-grained flue dust is generated as a result of high-temperature melting operations, metal volatilization, the physico-chemical behavior of slag, electrode oxidation, wear of refractory materials, and thermal degradation of auxiliary materials.EAF flue dust exhibits a chemically complex and heterogeneous structure, containing oxidized forms of elements such as Fe, Zn, Pb, Ca, and Cl. In particular, the relatively low boiling point of zinc (907 °C) enhances volatilization mechanisms, and combined with the use of galvanized scrap, leads to a pronounced increase in the ZnO content of the flue dust. This characteristic significantly

increases the economic value of EAF dust in terms of zinc recovery.In this study, the chemical composition of EAF flue dust, its formation mechanisms, and their relationship with process parameters were systematically investigated. XRF analyses conducted on the samples revealed the major oxide constituents of the flue dust. The results indicate that the composition of the flue dust should be evaluated in conjunction with process variables such as scrap quality, in-furnace oxygen level, slag formation behavior, and equipment wear.Furthermore, due to its high zinc content, EAF flue dust was identified as a valuable secondary raw material with significant potential for utilization through appropriate metallurgical recovery technologies. When all findings are considered together, it is concluded that EAF flue dust is not merely a by-product of steel production, but a strategically important material that can provide economic value and contribute to environmental sustainability when managed using suitable approaches.
Keywords: Electric arc furnace (EAF), flue dust, XRF, zinc recovery, particle characterization, scrap melting.

1. GİRİŞ

Dünya genelinde çelik üretimi, endüstriyel sanayileşmenin, gelişimin ana göstergelerinden biri olup, modern toplumların altyapı, ulaşım, enerji ve imalat gibi gereksinimlerinin sağlanmasında önem arz etmektedir. Sürekli artan nüfus, şehirleşme ve sanayileşmenin sonucu olarak çelik ihtiyacı sürekli artış göstermekte; bu durum da çelik üretim yöntemlerinin, teknolojilerinin ekonomik ve çevresel olarak daha verimli hale getirilmesini zorunlu kılmaktadır. Son yıllarda çevresel sürdürülebilirlik, enerji verimliliği ve doğal kaynakların verimli kullanımı gibi kavramlar, demir çelik endüstrisinin en önemli gündem maddelerinden biridir.

Buna istinaden, hurda kaynaklı çelik üretimi gerçekleştiren Elektrikli Ark Ocakları (EAO), entegre çelik tesislerine kıyasla çok daha düşük karbon salınımı, hurdadan üretim gerçekleştirdiği için de geri dönüşüm odaklı yaklaşımı sayesinde dünya genelinde yaygın olarak tercih edilmektedir. EAO çelik ergitme prosesi, demir cevherine dayalı üretime göre daha düşük enerji tüketimi gerektirmekte ve hurdaların yeniden değerlendirilmesine olanak sağlayarak döngüye dayalı ekonomi prensiplerine bu yönüyle doğrudan katkı sağlamaktadır. Türkiye'de çelik üretiminin önemli bir bölümü EAO tesislerinde gerçekleştirilmekte olup, bu tesisler ülke demir çelik sanayisinin temel taşlarından birini oluşturur.

EAO ile hurda kaynaklı çelik üretim prosesi, yüksek sıcaklık, yoğun gaz çıkışı ve oksitleyici atmosfer koşulları ile karakterize edilmektedir. İzabe faaliyeti süreci boyunca metal buharlaşması, cüruf oluşumu, elektrot oksidasyonu, refrakter malzemelerinin aşınarak kopması ve yardımcı malzemelerin termal bozunması gibi çok sayıda fiziksel ve kimyasal olay eş zamanlı olarak gerçekleşmektedir. Bu faaliyetler sebebiyle, büyük miktarlarda ince taneli partikül oluşum mekanizması gerçekleşmekte ve bu partiküller baca gazları ile birlikte EAO dışına aktarılmaktadır.

Baca gazı akışı ile taşınan bu ince partiküller, EAO toz toplama sistemlerinde tutulmakta ve "EAO baca tozu" olarak adlandırılan yan ürünün oluşmasını sağlamaktadır. EAO baca tozu, içeriğindeki metal oksitler ve ince partikül yapısı nedeniyle hem çevresel hem de metalurjik açıdan dikkatle ele alınması gereken bir malzeme niteliği taşımaktadır. Özellikle galvaniz içeren hurdalardan meydana gelen çinko, izabe faaliyeti prosesinde oluşan sıvı çeliğe karışmadan buhar fazına geçmektedir. Bu sebeple çinko, baca tozu içerisinde yoğunlaşmaktadır. Bu durum, baca tozunun çinko açısından zenginleşmesine neden olmakta ve onu potansiyel bir ikincil hammadde kaynağı haline getirmektedir.

Bununla birlikte EAO baca tozu, yalnızca ekonomik değer taşıyan bir yan ürün olmayıp, aynı zamanda içerdiği ağır metaller ve ince partikül yapısı nedeniyle çevresel riskler de barındırmaktadır. Kontrolsüz şekilde çevreye salınması durumunda hava, toprak ve su kirliliğine yol açabilmekte; insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler oluşturabilmektedir. Bu

nedenle birçok ülkede EAO baca tozu tehlikeli atık olarak sınıflandırılmakta ve sıkı çevresel mevzuatlara tabi tutulmaktadır.
Buna istinaden, EAO baca tozunun sadece bir üretim atığı olarak değil, uygun yöntemlerle yönetildiğinde ekonomik katkı sağlayan stratejik bir malzeme olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Baca tozunun oluşum mekanizmalarının ve kimyasal-fiziksel özelliklerinin detaylı biçimde anlaşılması, bir yandan çevresel etkilerin kontrol altına alınmasına katkı sağlarken, diğer yandan çinko gibi değerli metallerin geri kazanımına yönelik teknolojilerin geliştirilmesi için temel bir altyapı oluşturmaktadır. Bu çalışma kapsamında, elektrikli ark ocağı ile hurdadan çelik üretimi sırasında oluşan baca tozunun oluşumu, karakteristik özellikleri ve önemi literatür verileri ile değerlendirilerek sistematik olarak incelenmiştir.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

2.1 Elektrikli Ark Ocağı Prosesi ve Baca Tozu Oluşumuna Etkisi

Elektrikli ark ocağı (EAO), grafit elektrotlar ile oluşturulan yüksek enerjili elektrik arkı sayesinde hurda metalinin ergitilerek, verimli bir çelik üretimine olanak sağlayan bir prosestir. Bu proseste elektrik enerjisi, ısı enerjisine dönüştürülerek hurda metal ergitilmekte; oksijen ve karbon enjeksiyonları ile metal – cüruf reaksiyonları yönetilmekte ve istenen kimyasal bileşim ile sıcaklık koşulları sağlanmaktadır. EAO prosesinin bu yüksek enerjili yapısı, sıvı çelik üretiminin yanı sıra yoğun gaz çıkışı ve partikül oluşumunu da birlikte getirmektedir.
EAO izabe faaliyeti boyunca, fırında çok sayıda fiziksel ve kimyasal olay eş zamanlı olarak gerçekleşmektedir. Yüksek sıcaklık sebebiyle metal yüzeylerinden buharlaşma oluşmaktadır. Fırına oksijen enjeksiyonu ile metal ve cüruf fazlarında oksidasyon reaksiyonları oluşmakta ve cüruf oluşumu sırasında önemli miktarda gaz açığa çıkmaktadır. Bunun yanında grafit elektrotların oksidasyonu ve refrakter malzemelerinin mekanik ve termal aşınması, fırında oluşan reaksiyona ilave partikül katkısı sağlamaktadır.
Elektrikli ark ocağında oluşan baca tozunun miktarı ve karakteri, doğrudan proses parametrelerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Kullanılan hurdanın türü ve yapısı, özellikle galvanizli hurda oranı, baca tozu oluşumunu belirleyen en önemli faktörlerdir. Galvanizli hurdalar, yüzeylerinde bulunan çinko kaplaması sebebiyle EAO prosesinde hızla buharlaşmakta ve buhar fazına geçen çinko, baca gazları ile birlikte taşınarak toz toplama sistemlerinde tutulmaktadır. Bu durum, baca tozunun hem miktarını hem de çinko içeriğini belirgin biçimde artırmaktadır.
Oksijen enjeksiyonu ve oksijen debisi de baca tozu oluşumunda önemli rol oynamaktadır. Yüksek oksijen enjeksiyonu, ergitme hızını ve metal – cüruf reaksiyonlarını artırırken, aynı zamanda fırın içi türbülansı yükselterek metal ve cüruf sıçramalarına neden olmaktadır. Bu sıçramalar, ince damlacıkların fırın atmosferine taşınmasına ve baca gazları ile birlikte fırın dışına çıkmasına sebep olmaktadır. Yine benzer şekilde cüruf bazikliği ve köpüklü cüruf yapısı da gaz oluşumu ve partikül taşınımı üzerinde etkili olmaktadır.
Fırın içi akış rejimi, baca gazı debisi ve emiş sisteminin fırına nasıl entegre edildiği de oluşan partiküllerin taşınması ve tutulmasında belirleyici unsurlar arasında yer almaktadır. Yüksek gaz hızları, ince partiküllerin fırın dışına taşınmasını kolaylaştırırken, toz toplama sistemlerinin tasarımı ve verimliliği, çevreye salınan toz miktarını doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle EAO baca tozu oluşumu, yalnızca metalurjik reaksiyonların değil, aynı zamanda proses ekipmanlarının ve gaz akış koşullarının bir toplamı olarak değerlendirilmelidir.

2.2 Elektrikli Ark Ocağı Prosesinde Baca Tozu Oluşum Mekanizması

Elektrikli ark ocağında baca tozu oluşumu, tek bir fiziksel ya da kimyasal olaya bağlı olmayıp, çeşili mekanizmaların eş zamanlı olarak gerçekleşmesi sonucunda ortaya çıkmaktadır. Bu mekanizmalar; uçucu metallerin buharlaşması ve oksitlenmesi, metal–cüruf arayüzeyinde oluşan gaz kabarcıklarının patlaması, elektrik arkı ve oksijen enjeksiyonu etkisiyle meydana gelen sıçrama olayları ile refrakter ve elektrot malzemelerinin aşınması şeklinde özetlenebilir.

Bu süreçlerin tamamı, EAO'nun yüksek sıcaklık ve yüksek enerji girdisi içeren çalışma koşullarının bir sonucudur.
Baca tozu oluşumunda en baskın mekanizmalardan biri, metallerin buharlaşmasıdır. Özellikle galvanizli hurdalarda bulunan çinko, yaklaşık 900 °C civarındaki kaynama noktası nedeniyle EAO çalışma sıcaklıklarında buhar fazına geçmektedir. Çinko, sıvı çeliğe karışmadan metalik buhar halinde fırın atmosferine taşınmakta ve oksitleyici ortam koşulları altında ZnO oksit fazları oluşturarak baca gazları içerisinde yoğunlaşmaktadır. Bu mekanizma, EAO baca tozunun çinko oranının artmasındaki nedeni oluşturur.
Diğer bir önemli mekanizma da metal–cüruf arayüzeyinde meydana gelen gaz kabarcığı baloncuklarının patlamalarıdır. Karbon enjeksiyonu ve oksijen enjeksiyonu sonucu metal banyosunda yoğun miktarda karbon monoksit (CO) gazı oluşmakta, bu gaz kabarcıkları sıvı metal ve cüruf içerisinden yüzeye yükselmektedir. Yüzeyde gerçekleşen baloncuk patlamaları, metal ve cürufte mikro damlacıkların yüksek hızla fırın atmosferine fırlamasına neden olmaktadır. Bu damlacıklar, ortamda hızla soğuyarak katılaşmakta ve ince partiküller halinde baca gazı akımına kapılarak toz tutma tesisine aktarılmakdadır.
Elektrik arkı ve oksijen enjeksiyonu etkisiyle oluşan sıçrama olayları, baca tozu oluşumuna önemli katkı sağlamaktadır. Elektrik arkının metal yüzeyinde oluşturduğu yüksek enerji yoğunluğu, lokal bölgelerde erime ve buharlaşmaya yol açarken; oksijen enjeksiyonu ile yapılan üfleme işlemleri metal ve cüruf banyosunda türbülansı artırmaktadır. Bu türbülans, sıvı metal ve cürufun ince parçacıklar halinde koparak fırın atmosferine taşınmasına neden olmaktadır. Özellikle ergitme ve rafinasyon aşamalarında bu tür sıçrama kaynaklı partikül oluşumu belirgin şekilde artmaktadır.
Baca tozu oluşumuna katkıda bulunan bir diğer mekanizma ise refrakter malzemeleri ve grafit elektrotların aşınmasıdır. Fırın iç kaplamalarında kullanılan refrakter malzemeler, yüksek sıcaklık, termal şok ve kimyasal etkileşimler nedeniyle zamanla aşınmakta ve ince partiküller halinde kopmaktadır. Benzer şekilde grafit elektrotların oksidasyonu ve mekanik aşınması sonucu ortaya çıkan karbon esaslı parçacıklar da baca tozu bileşimine dahil olmaktadır.
Oluşan bu mikron boyutunda partiküllerin fırın dışına aktarılması, baca gazı debisi ve emiş sisteminin etkinliği ile doğrudan ilişkilidir. Yüksek gaz hızları ve türbülanslı akış rejimi, partiküllerin fırın atmosferinde askıda kalmasını kolaylaştırmakta ve toz toplama sistemlerine taşınmasını sağlamaktadır. Bu nedenle baca tozu oluşumu ve taşınımı, metalurjik reaksiyonların yanı sıra akışkanlar mekaniği ve proses ekipmanı tasarımı ile de yakından ilişkilidir.

2.3 Baca Tozunun Kimyasal ve Fiziksel Karakteri

Elektrikli ark ocağı baca tozu, kimyasal ve fiziksel açıdan oldukça karmaşık ve heterojen bir yapıya sahip olup, bileşimi kullanılan hurdanın türüne, galvanizli hurda oranına ve proses koşullarına bağlı olarak önemli değişkenlik göstermektedir. Genel olarak EAO baca tozu, metal oksit ağırlıklı bir yapıya sahiptir ve başlıca bileşenleri demir ve çinko oksitleridir. Bunun yanı sıra kurşun, kadmiyum, kalsiyum, magnezyum, alkali metaller ve halojen elementler de belirli oranlarda toz yapısında yer almaktadır.
Demir, EAO baca tozunda çoğunlukla FeO, Fe_3O_4 (manyetit) ve Fe_2O_3 (hematit) gibi oksit formlarında bulunmaktadır. Bu oksitler, metal banyosundan sıçrama yoluyla taşınan ince damlacıkların oksitlenmesi veya gaz fazında taşınan demir buharlarının yoğunlaşması sonucu oluşmaktadır. Çinko ise genellikle ZnO ve $ZnFe_2O_4$ (franklinit) mineralleri şeklinde tespit edilmektedir. Çinkonun bu oksit fazları, özellikle galvanizli hurdalardan kaynaklanan metalik çinko buharlarının oksitlenmesi ve soğuma sırasında yoğunlaşması sonucu meydana gelmektedir.
Elektrikli ark ocağı baca tozunun kimyasal bileşimi, literatürde yaygın olarak X-ışını floresans (XRF) analizi kullanılarak belirlenmektedir. XRF yöntemi, çok bileşenli ve heterojen yapıya sahip baca tozlarının majör ve minör oksit bileşenlerinin tespit edilmesine olanak sağlaması

nedeniyle tercih edilmektedir. Yapılan XRF analizleri, EAO baca tozunun genel olarak metal oksit ağırlıklı bir yapıya sahip olduğunu ve özellikle çinko ve demir oksitlerin baskın fazlar olarak öne çıktığını göstermektedir. Bunun yanı sıra kalsiyum, magnezyum, alkali metallerin oksitleri de baca tozunun önemli bileşenleri arasında yer almaktadır.
Literatürde rapor edilen XRF sonuçları, baca tozunun kimyasal bileşiminin kullanılan hurdanın türüne, galvanizli hurda oranına ve proses koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterebildiğini ortaya koymaktadır. Özellikle galvanizli hurdaların yoğun olarak kullanıldığı proseslerde çinko oksit oranının belirgin şekilde arttığı, buna karşılık galvanizli hurda oranının düşük olduğu durumlarda demir oksitlerin daha baskın hale geldiği görülmektedir. Tablo 1'de, literatürde rapor edilmiş çalışmalara dayalı olarak tipik bir EAO baca tozuna ait XRF analiz sonuçları örnek niteliğinde sunulmuştur.

Tablo 1 Literatürde rapor edilen tipik bir EAO baca tozunun XRF analizine göre oksit bileşimi

Bileşen (Oksit)	**Kütlece Oran (%)**
ZnO	25 - 35
Fe_2O_3	20 - 30
CaO	5 - 10
PbO	1 - 5
MgO	1 - 4
SiO_2	1 - 6
Al_2O_3	0.5 - 3
$Na_2O + K_2O$	1 - 3

Not: Tablo 1'de verilen değerler, kaynakçada belirtilen çalışmalarda rapor edilen Elektrikli Ark Ocağı (EAO) baca tozu XRF analiz sonuçlarının tipik aralıklarını temsil etmekte olup, tek bir tesise veya bu çalışmaya ait özgün ölçüm sonuçları değildir.
Baca tozunda alkali metaller (Na, K) ve klor içeren bileşikler de sıklıkla tespit edilmektedir. Bu bileşikler genellikle hurda üzerindeki boya, plastik ve kaplama malzemelerinin termal bozunması sonucu oluşan alkali klorürler veya çinko klorür gibi uçucu bileşikler şeklinde bulunmaktadır. Bu durum, baca tozunun yalnızca metalurjik değil, aynı zamanda kimyasal açıdan da karmaşık bir matris yapısına sahip olduğunu göstermektedir.
Fiziksel açıdan değerlendirildiğinde, EAO baca tozu genellikle mikron altı ve birkaç mikron mertebesinde partiküllerden oluşmaktadır. Partiküller çoğunlukla küresel veya düzensiz morfolojiye sahip olup, bu yapı hızlı soğuma ve katılaşma süreçlerinin bir sonucudur. Uçucu metallerin buhar fazından yoğunlaşmasıyla oluşan partiküller genellikle daha ince ve küresel yapıdayken, sıçrama ve aşınma kaynaklı partiküller daha düzensiz ve iri boyutlu olabilmektedir. Bu ince partikül yapısı, baca tozunun çevreye yayılma potansiyelini ve toz toplama sistemlerindeki tutulma davranışını doğrudan etkilemektedir. Aynı zamanda partikül boyutu ve yüzey alanının yüksek olması, metalurjik geri kazanım proseslerinde reaksiyon kinetiğini olumlu yönde etkileyen bir faktör olarak değerlendirilmektedir.

2.4 Galvanizli Hurda Kullanımının Çinko Zenginleşmesine Etkisi ve Waelz Prosesi ile Geri Kazanım

Galvanizli çelik hurdalar, elektrikli ark ocağı ile çelik üretiminde yaygın olarak kullanılan bir hammadde bölümünü oluşturmaktadır. Bu hurdalar, çeliğin yüzeyine kaplanmış metalik çinko tabakası sayesinde korozyona karşı dirençli olmaktadır. Galvaniz kaplama, EAO çalışma koşullarında sıvı çeliğe karışmamakta, bunun yerine çinkonun düşük kaynama sıcaklığı sayesinde hızla buharlaşarak fırın atmosferine geçmektedir. Bu durum, galvanizli hurdanın EAO baca tozundaki çinko içeriğinin temel kaynağı olmasına neden olmaktadır.
EAO prosesinde galvanizli hurda kullanım oranı arttıkça, baca tozunun hem toplam miktarında hem de çinko konsantrasyonunda belirgin bir artış gözlenmektedir. Literatürde, galvanizli

hurdanın yoğun olarak kullanıldığı tesislerde EAO baca tozunun %20–45 aralığında çinko içerebildiği rapor edilmektedir. Buna karşılık galvanizli hurda oranının düşük olduğu veya siyah hurdanın ağırlıklı olarak kullanıldığı proseslerde, baca tozundaki çinko içeriğinin %10 seviyelerine kadar düştüğü bildirilmektedir. Bu durum, baca tozunun kimyasal bileşiminin büyük ölçüde hurda harmanına bağlı olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Galvanizli hurdadan kaynaklanan çinko, EAO prosesi sırasında neredeyse tamamen baca tozuna transfer olmaktadır. Çinko buharı, fırın atmosferinde oksitleyici koşullar altında ZnO veya $ZnFe_2O_4$ gibi oksit fazları oluşturarak baca gazı hattı boyunca taşınmakta ve toz toplama sistemlerinde tutulmaktadır. Bu nedenle galvanizli hurdanın kullanımı, çelik üretim verimi açısından çinkonun sıvı çeliğe katkı sağlamamasına, aksine baca tozu içerisinde yoğunlaşmasına yol açmaktadır.

Çinkonun uçuculuk özelliği nedeniyle, bu tozun doğrudan EAO veya yüksek fırın gibi proseslere geri beslenmesi uygun değildir. Çinko, bu tür proseslerde sirkülasyona girerek ekipmanlarda birikme ve işletme problemlerine neden olabilmektedir. Bu nedenle EAO baca tozlarının değerlendirilmesinde, çinkonun uzaklaştırılmasına yönelik özel geri kazanım teknolojileri geliştirilmiştir.

Endüstride EAO baca tozundan çinko geri kazanımı amacıyla en yaygın kullanılan yöntem, pirometalurjik esaslı Waelz prosesidir. Waelz prosesi, baca tozunun indirgen ortamda yüksek sıcaklıklarda döner fırınlarda işlenmesi prensibine dayanmaktadır. Bu süreçte çinko oksitler, karbon esaslı indirgenler yardımıyla metalik çinkoya indirgenmekte ve buhar fazına geçmektedir. Buharlaşan çinko, fırın çıkışında oksitlenerek ZnO açısından zengin bir ürün olarak yoğunlaştırılmaktadır.

Waelz prosesi, teknik olgunluğu, geniş endüstriyel uygulama alanı ve yüksek çinko geri kazanım verimi nedeniyle günümüzde hâlen aktif ve baskın konumunu korumaktadır. Bununla birlikte proses, yüksek enerji tüketimi ve işlem sonucunda oluşan Waelz cürufunun yönetimi gibi bazı dezavantajlara da sahiptir. Waelz cürufu genellikle demir açısından zengin olup, uygun uygulamalarda değerlendirilebilmekte veya çevresel mevzuatlara uygun şekilde bertaraf edilmektedir.

2.5 Baca Tozunun Çevresel Etkileri ve Mevzuat Kapsamında Değerlendirilmesi

Elektrikli ark ocağı baca tozu, içerdiği ağır metaller ve ince partikül yapısı nedeniyle çevresel açıdan önemli bir endüstriyel yan üründür. Baca tozunda bulunan metaller, kontrolsüz şekilde çevreye salındığında hava, toprak ve su ortamlarında kirliliğe yol açabilmekte; uzun vadede ekosistemler ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler oluşturabilmektedir.

EAO baca tozunun çevresel etkileri, yalnızca ağır metal içeriği ile sınırlı olmayıp, tozun fiziksel özellikleri ve kimyasal reaktivitesi ile de ilişkilidir. İnce partikül yapısı, geniş özgül yüzey alanı nedeniyle çevresel ortamlarda yüksek reaktivite göstermesine yol açmaktadır. Bu durum, ağır metallerin çevresel ortamlarda daha kolay çözünmesine veya taşınmasına neden olarak kirlilik riskini artırmaktadır. Bu nedenle baca tozunun depolanması, taşınması ve bertarafı süreçleri dikkatle planlanmalı ve kontrol altında tutulmalıdır.

Bu çevresel riskler nedeniyle EAO baca tozu, birçok ülkede tehlikeli atık olarak sınıflandırılmaktadır. Avrupa Birliği mevzuatında, elektrikli ark ocağı baca tozu, endüstriyel emisyonlar ve atık yönetimi kapsamında sıkı düzenlemelere tabi tutulmaktadır. Benzer şekilde Amerika Birleşik Devletleri'nde EAO baca tozu, tehlikeli atık kategorisinde değerlendirilmekte ve özel depolama, taşıma ve bertaraf şartlarına tabi olmaktadır. Bu düzenlemeler, baca tozunun çevreye kontrolsüz salımını önlemeyi ve insan sağlığını korumayı amaçlamaktadır.

Türkiye'de ise EAO baca tozu, Atık Yönetimi Yönetmeliği ve ilgili çevresel mevzuatlar kapsamında değerlendirilmektedir. Bu kapsamda, çelik üretim tesislerinde etkin toz toplama sistemlerinin kullanılması, baca gazı emisyonlarının sınır değerler içinde tutulması ve oluşan baca tozlarının lisanslı tesislerde bertaraf edilmesi veya geri kazanılması zorunlu kılınmaktadır. Modern EAO tesislerinde kullanılan torbalı filtreler ve benzeri toz toplama sistemleri, baca

tozunun çevreye yayılmasını büyük ölçüde engelleyerek emisyonların kontrol altına alınmasını sağlamaktadır.

3. SONUÇ

Elektrikli ark ocağı ile hurdadan çelik üretimi sürecinde oluşan baca tozu, prosesin doğası gereği kaçınılmaz bir yan ürün olarak ortaya çıkmaktadır. Yüksek sıcaklıklarda gerçekleşen ergitme işlemleri, metal buharlaşması, oksidasyon reaksiyonları, gaz kabarcığı patlamaları ve sıçrama mekanizmaları, baca tozu oluşumunun temel nedenlerini oluşturmaktadır. Bu çalışmada ele alınan bulgular, baca tozu oluşumunun tek bir faktöre bağlı olmadığını, aksine çok sayıda fiziksel ve kimyasal mekanizmanın birlikte etkisiyle meydana geldiğini açıkça göstermektedir.

EAO baca tozunun kimyasal bileşimi incelendiğinde, demir ve çinko oksitlerin baskın bileşenler olduğu görülmektedir. Özellikle galvanizli hurda kullanımının yaygınlaşması, baca tozundaki çinko içeriğinin önemli ölçüde artmasına neden olmaktadır. Çinkonun düşük kaynama sıcaklığı, EAO koşullarında hızla buharlaşarak baca gazları ile taşınmasını ve toz toplama sistemlerinde yoğunlaşmasını sağlamaktadır. Bu durum, baca tozunu metalurjik açıdan değerli bir ikincil hammadde kaynağı haline getirirken, aynı zamanda çevresel ve işletmesel zorlukları da beraberinde getirmektedir.

Galvanizli hurda kullanımı ile baca tozu oluşumu arasındaki güçlü ilişki, hurda harmanlama stratejilerinin önemini ortaya koymaktadır. Galvanizli hurdanın kontrolsüz şekilde kullanımı, baca tozunun çinko içeriğini artırarak hem toz miktarını yükseltmekte hem de proses ekipmanlarında birikme ve bakım sorunlarına yol açabilmektedir. Bu nedenle hurda kalitesinin ve kompozisyonunun dikkatli şekilde yönetilmesi, baca tozu oluşumunun kontrol altına alınmasında temel bir araç olarak değerlendirilmektedir.

Yüksek çinko içeriği nedeniyle EAO baca tozu, Waelz prosesi gibi pirometalurjik geri kazanım yöntemleri ile değerlendirilebilecek önemli bir potansiyele sahiptir. Bu tür geri kazanım uygulamaları hem tehlikeli atık miktarının azaltılmasına hem de değerli metallerin ekonomiye kazandırılmasına katkı sağlamaktadır. Ancak bu süreçlerin enerji tüketimi ve ikincil atık oluşumu gibi hususlar da dikkate alınarak bütüncül bir değerlendirme yapılması gerekmektedir.

Elektrikli ark ocağı baca tozu yalnızca çelik üretiminin kaçınılmaz bir atığı olarak değil, uygun şekilde yönetildiğinde ekonomik ve çevresel fayda sağlayabilecek stratejik bir malzeme olarak ele alınmalıdır. Proses optimizasyonları, etkin toz toplama sistemleri ve uygun geri kazanım teknolojilerinin birlikte uygulanması, sürdürülebilir çelik üretimi hedeflerine ulaşılmasında önemli rol oynamaktadır. Bu bağlamda EAO baca tozunun oluşum mekanizmalarının, kimyasal ve fiziksel özelliklerinin detaylı şekilde anlaşılması, hem çevresel sorumlulukların yerine getirilmesi hem de döngüsel ekonomi yaklaşımının desteklenmesi açısından kritik öneme sahiptir.

KAYNAKÇA

Guézennec, A. G., Huber, J. C., Patisson, F., Sessiecq, P., Birat, J. P., & Ablitzer, D. (2005). Dust formation in electric arc furnace: Birth of the particles. *Powder Technology, 157*(1–3), 2–11. https://doi.org/10.1016/j.powtec.2005.04.038

Havlík, T., Turzaková, M., Stopić, S., & Friedrich, B. (2004). Atmospheric leaching of electric arc furnace dust. *Hydrometallurgy, 77(*1–2), 41–50. https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2004.09.002

Jha, M. K., Kumar, V., & Singh, R. J. (2001). Review of hydrometallurgical recovery of zinc from industrial wastes. *Resources, Conservation and Recycling, 33*(1), 1–22. https://doi.org/10.1016/S0921-3449(01)00087-6

de Buzin, P. J. W. K. (2017*). Treatment of electric arc furnace dust in the Waelz kiln* (Doctoral dissertation). Université de Liège. http://hdl.handle.net/2268/213356

Omran, M., Fabritius, T., Heikkinen, E. P., & Mattila, O. (2019). Zinc recovery from electric arc furnace dust by a novel hydrometallurgical process. *Journal of Cleaner Production, 206,* 1126–1137. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.226

European Commission. (2013). *Best available techniques (BAT) reference document for iron and steel production.* Publications Office of the European Union. https://eippcb.jrc.ec.europa.eu

European Parliament and Council. (2010). *Directive 2010/75/EU on industrial emissions (integrated pollution prevention and control).* Official Journal of the European Union. https://eur-lex.europa.eu

United States Environmental Protection Agency. (2022). *K061: Electric arc furnace dust hazardous waste listing*. https://www.epa.gov/hw/k061-electric-arc-furnace-dust

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2022). *Atık yönetimi yönetmeliği*. https://www.mevzuat.gov.tr

International Organization for Standardization. (2018). *ISO 1811: Steel and cast iron - Sampling and preparation of samples for the determination of chemical composition*. ISO. https://www.iso.org

Oustadakis, P., Tsakiridis, P. E., Katsiapi, A., & Agatzini-Leonardou, S. (2010). Hydrometallurgical process for zinc recovery from electric arc furnace dust. *Journal of Hazardous Materials, 179(*1–3), 1–7. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2010.02.053

Pickles, C. A. (2009). Thermodynamic analysis of the carbothermic reduction of electric arc furnace dust. *Journal of Hazardous Materials, 166*(2–3), 1030–1042. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.12.003

KAFES BALIKÇILIĞINDA DALGIÇ OPERASYONLARI, MORT YÖNETİMİ VE MESLEKİ RİSKLER: TÜRKİYE VE DÜNYA UYGULAMALARI ÜZERİNE KAPSAMLI BİR DEĞERLENDİRME

Önder AKSU
Munzur University Fisheries Faculty, Aquaculture ABD,
ORCID: 0000-0003-3735-6732

Murat AKPINAR
Directorate General of Coastal Safety, İstanbul,
ORCID: 0000-0002-6350-5060

ÖZET

Kafes balıkçılığı sektöründe dalgıçlar, sualtı altyapısının denetimi, ağ bakımı, sensör yerleştirme ve özellikle ölü balıkların (mortların) toplanması gibi kritik görevler üstlenmektedir. Bu operasyonlar düşük görüş, akıntı, dar çalışma alanları ve çürüyen organik madde birikimi gibi zorlu çevresel koşullarda gerçekleştiğinden dalgıçlar yüksek mesleki risk altındadır. Türkiye'de yapılan çalışmalar, dalgıçların büyük bölümünün sektöre özgü eğitim eksikliği yaşadığını ve özellikle yo-yo dalışı gibi riskli uygulamaların hâlen yaygın olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum dekompresyon hastalığı riskini artırmakta ve dalgıç sağlığını tehdit etmektedir. Mortların hızlı bozulması, dalgıçlar tarafından yapılan ölüm sayımının doğruluğunu azaltmakta ve işletmelerde mortalite yönetimini zorlaştırmaktadır. Chadli ve arkadaşlarının bulguları, mort çıkarma sıklığının düşmesiyle çürüme hızının arttığını ve bunun kayıtlı ölüm oranlarını sistematik olarak hatalı gösterdiğini göstermektedir. Dalgıçların çürümüş organik materyale maruz kalması hem kimyasal hem de biyolojik riskleri artırmaktadır. Türkiye'de dalgıç çalışma koşulları uluslararası standartlara kıyasla daha heterojen olup mevzuatın akvakültüre özgü riskleri yeterince karşılamadığı görülmektedir. Norveç ve Kanada gibi ülkelerde eğitim, sertifikasyon ve denetim süreçleri daha gelişmiş olup sualtı işlerinin önemli bir bölümü ROV ve mekanik sistemlerle desteklenmektedir. Buna karşın Türkiye'de manuel dalış operasyonları hâlen yaygındır. Sonuç olarak, dalgıç güvenliğinin artırılması için mevzuatın güncellenmesi, sektöre özgü eğitim programlarının geliştirilmesi, risk yönetimi kültürünün güçlendirilmesi ve özellikle mort toplama süreçlerinde mekanizasyonun yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bu iyileştirmeler hem üretim verimliliğini artıracak hem de sektörel sürdürülebilirliği güçlendirecektir.

Anahtar Kelimeler: Kafes balıkçılığı, Dalgıç güvenliği, Mort toplama, Mesleki riskler, Mevzuat

DIVER OPERATIONS, MORT MANAGEMENT AND OCCUPATIONAL RISKS IN CAGE FISH FARMING: A COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF TÜRKIYE AND WORLD PRACTICES

ABSTRACT

In the cage fish farming industry, divers undertake critical tasks such as inspecting underwater infrastructure, maintaining nets, installing sensors, and especially collecting dead fish (mort). Since these operations take place in challenging environmental conditions including low visibility, strong currents, confined working spaces, and the accumulation of decaying organic matter, divers are at high occupational risk. Studies in Turkey reveal that a large proportion of divers lack sector-specific training, and risky practices, particularly yo-yo diving, remain prevalent. This increases the risk of decompression sickness and threatens diver health. The rapid decomposition of mortars reduces the accuracy of death counts performed by divers and complicates mortality management in operations. Chadli et al.'s findings show that

decomposition rates increase with decreasing mortar retrieval frequency, systematically misrepresenting recorded mortality rates. Divers' exposure to decaying organic material increases both chemical and biological risks. In Turkey, diver working conditions are more heterogeneous compared to international standards, and legislation does not adequately address aquaculture-specific risks. Countries like Norway and Canada have more advanced training, certification, and inspection processes, and a significant portion of underwater operations are supported by ROVs and mechanical systems. However, manual diving operations are still common in Turkey. Consequently, updating legislation, developing sector-specific training programs, strengthening the risk management culture, and especially promoting mechanization in body recovery processes are necessary to improve diver safety. These improvements will both increase production efficiency and strengthen sectoral sustainability.
Keywords: Cage fish farming, Diver safety, Mortgage collection, Occupational risks, Legislation

1. GİRİŞ

Kafes balıkçılığı, hem deniz hem de tatlısu ekosistemlerinde uygulanan en yaygın yoğun üretim yöntemlerinden biri hâline gelmiştir. FAO'nun 2022 raporuna göre küresel su ürünleri üretiminin %50'den fazlası yetiştiricilikten sağlanmakta olup bunun önemli bir kısmını deniz ve göl kafesleri oluşturmaktadır. Kafes sistemlerinin giderek büyümesi, daha derine yerleştirilmesi ve üretim miktarlarının artması, sualtı bakım ve kontrol faaliyetlerine duyulan ihtiyacı da paralel olarak artırmıştır. Bu durum, profesyonel dalgıçların akvakültür işletmelerindeki rolünü kritik bir noktaya taşımaktadır. Kafeslerin sualtı yapılarının denetimi, yırtıkların tespiti, ağ bakım ve temizlik işlemleri, sensör ve kamera sistemlerinin kurulumu, mooring hatlarının kontrolü ve özellikle ölü balıkların (mortların) toplanması gibi görevler, üretimin sürdürülebilirliği açısından vazgeçilmezdir (Myers, 2010; Akpınar & Düzbastılar, 2021).

Dalgıçların üstlendiği görevler, geleneksel sportif dalıştan oldukça farklıdır; çünkü akvakültürde yapılan dalışlar genellikle düşük görüş, dar çalışma alanı, çürümüş organik materyal, halat ve ağların oluşturduğu engeller, akıntı ve çok sayıda kısa süreli iniş-çıkış gibi karmaşık koşullarda gerçekleşmektedir. Özellikle "yo-yo dalışı" olarak bilinen tekrarlı kısa dalışlar, dekompresyon hastalığı riskini önemli ölçüde artırdığı için profesyonel dalgıçlıkta kaçınılması gereken profil olarak kabul edilmektedir (Gemmp ve Pény, 2016). Smart ve McCartney'nin (1990) Tazmanya'da yaptığı erken dönem araştırmalar, akuakültür dalgıçlarının büyük bölümünün sektöre özgü eğitimden yoksun olduğunu, sportif dalış sertifikalarıyla çalıştığını ve bunun ciddi sağlık riskleri doğurduğunu göstermiştir. Yıllar geçmesine rağmen birçok ülkede benzer sorunlar devam etmektedir.

Türkiye'de bu alandaki en kapsamlı inceleme, Akpınar ve Düzbastılar (2021) tarafından gerçekleştirilmiş, Muğla ve İzmir illerindeki 162 dalgıçla yapılan anket çalışması sonucunda sektörde üç temel yapısal sorun tespit edilmiştir: (i) Profesyonel Sualtı Adamları Yönetmeliği'nin mevcut gereksinimleri karşılamaması, (ii) aday dalgıç eğitim sistemindeki eksiklikler ve (iii) verilen eğitimlerin ölümcül kazaları önlemeye yetmeyecek düzeyde olması. Bu bulgular, Türkiye'deki kafes dalışı uygulamalarının uluslararası standartlarda yeniden düzenlenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Bununla birlikte, dalgıçların en sık gerçekleştirdiği ve en riskli görevi olan mort toplama operasyonları üzerine yapılan çalışmalar, ölü balıkların çevresel faktörlerin etkisiyle çok hızlı bozulduğunu, bu nedenle ölüm sayılarının çoğu zaman dalgıçlar tarafından doğru tespit edilemediğini göstermektedir. Chadli ve ark. (2024), Avrupa levreği üretim kafeslerinde yürüttükleri çalışmada, ölü balık çıkarma sıklığı ile bozulma oranı arasında güçlü bir negatif ilişki olduğunu ($r = –0,841$) belirlemiş, düzenli çıkarım yapılmadığında gerçek ölüm oranlarının

işletme kayıtlarına yansımadığını göstermiştir. Bu durum yalnızca üretim planlamasını değil, biyogüvenlik ve hastalık yönetimini de doğrudan etkilemektedir.
Kafes balıkçılığında dalgıçların karşılaştığı riskler yalnızca fiziksel değildir; mekanik sıkışma, halat veya ağlara takılma, düşük sıcaklık ve akıntı gibi çevresel faktörlerin yanı sıra çürümüş balık materyalinin açığa çıkardığı hidrojen sülfür (H_2S) ve diğer toksik bileşenler ciddi kimyasal riskler doğurmaktadır. Bu tür maruziyetler, özellikle dipte biriken mortların yoğun olduğu dönemlerde daha belirgin hâle gelir. Biyolojik riskler arasında ise Mycobacterium marinum, Vibrio spp. gibi sucul patojenlere temas sonucu gelişen cilt enfeksiyonları ve solunum yolu irritasyonları yer almaktadır (Myers, 2010).
Son yıllarda teknoloji, dalgıçların maruz kaldığı riskleri azaltmak amacıyla akvakültür sektöründe önemli bir dönüşüm başlatmıştır. Yapay zekâ ve bilgisayarlı görü tabanlı ağ kontrol sistemleri (Lopez ve ark, 2024), robotik kol ile mort çıkarma konseptleri (Brandt et al., 2024) ve ROV'ların kafes içi temizlik ve bakım için yaygın şekilde kullanılması, insan müdahalesini azaltarak güvenliği artırmayı hedeflemektedir. Birçok ülkede kafeslerin derinliği 30–60 metreye çıktıkça dalgıçların fiziksel olarak erişemediği veya riskin çok yükseldiği alanlarda ROV tabanlı çözümler standart hâle gelmiştir. Türkiye'de ise bu dönüşüm henüz sınırlı olmakla birlikte, büyük ölçekli işletmelerde ROV kullanımının arttığı ve mekanik mort toplama sistemlerine geçiş arayışlarının hızlandığı görülmektedir.
Genel olarak değerlendirildiğinde, kafes balıkçılığı sektörünün sürdürülebilirliği için dalgıç güvenliği kritik bir konudur. Dalgıçlar, üretimin devamlılığını sağlayan birçok temel sualtı görevinin tek uygulayıcısı olduğundan, hem çalışma koşulları hem de eğitim seviyeleri sektörün başarısını doğrudan belirlemektedir. Bu nedenle işletmelerin, dalgıç risklerini azaltacak teknolojik çözümlere yönelmesi, mevzuatın güncellenmesi ve eğitim standartlarının bilimsel verilere dayalı olarak yeniden şekillendirilmesi gerekmektedir.

2. Kafes Balıkçılığı Dalgıç Operasyonlarının Genel Yapısı

Kafes balıkçılığı işletmelerinde profesyonel dalgıçların yürüttüğü operasyonlar, üretim faaliyetlerinin sürdürülebilirliği, sualtı altyapısının güvenliği ve biyogüvenlik açısından kritik öneme sahiptir. Bu operasyonlar hem rutin bakım faaliyetlerini hem de acil müdahale gerektiren durumları kapsar ve çoğu zaman zorlu çevresel koşullar altında gerçekleştirilir. Dalgıçların çalışma profili; derinlik, görüş mesafesi, akıntı hızı, taban geometrisi ve kafesin teknik özellikleri gibi faktörlere göre değişiklik göstermektedir. Literatürde bu operasyonlar genel olarak yapısal denetim, ağ kontrolü ve bakımı, temizlik, ekipman kontrolü ve onarımı, sensör yerleştirme, mort toplama ve tahliye işlemleri gibi ana kategoriler altında sınıflandırılmaktadır (Myers, 2010; Akpınar & Düzbastılar, 2021).

2.1. Kafes Yapılarının Denetimi ve Altyapı Kontrolleri

Kafeslerin sualtı yapısal bütünlüğünün düzenli olarak kontrol edilmesi, hem balık sağlığının korunması hem de yetiştiricilik altyapısının güvenliğinin sağlanması açısından zorunludur (Fu ve ark., 2024). Dalgıçlar bu kapsamda şamandıra sistemleri, mooring hatları, bağlantı halatları, çapa noktaları ve dairesel yüzdürücü borular gibi temel altyapı unsurlarını inceler (FAO, 2015). Denetimlerde karşılaşılan en yaygın sorunlar arasında halatlarda aşınma, bağlantı ekipmanlarında korozyon, zincirlerde gerilme ve ağlarda sürtünmeye bağlı deformasyonlar yer almaktadır. Norveç Balıkçılık Güvenliği Otoritesi'nin raporları, mooring hatlarında meydana gelen küçük deformasyonların dahi fırtınalı hava koşullarında büyük kafes kopmalarına yol açabileceğini göstermiştir; bu nedenle düzenli dalgıç kontrolleri zorunlu hâle gelmiştir (Fiskeridirektoratet, 2020).

2.2. Ağ Temizliği, Yırtık Tespiti ve Onarım Çalışmaları

Ağlar balıkların kaçmasını önleyen temel bariyer olduğu için dalgıçlar tarafından sık sık kontrol edilir (Chu, 2020). Deniz canlılarının (midye, alg, keseli hayvanlar, biofouling organizmaları) (Cornejo ve ark., 2020), akıntı ve dalga etkisiyle biriken kirleticilerin ağ gözeneklerini tıkaması oksijen transferini azaltır (Bo ve ark., 2007) ve balık stresini artırır (Wang ve ark., 2023). Ağların tıkanmasıyla yem tüketimi azalır, metabolik stres artar ve mortalite oranları yükselebilir (Wang ve ark., 2023). Dalgıçlar bu nedenle hem biyolojik kirleticileri temizler hem de gözeneği daraltacak fiziksel deformasyonları giderir (Akpınar ve Düzbastılar, 2021).

Ayrıca ağ yırtıkları, balık kaçışı ve predatör saldırıları açısından büyük risk oluşturur. Yırtıkların erken tespiti dalgıçların en kritik görevlerinden biridir. Lopez ve ark. (2023), gibi araştırmalar, bu süreci otomatikleştirmek amacıyla yapay zekâ tabanlı görüntü işleme sistemlerinin geliştirildiğini ortaya koysa da Türkiye başta olmak üzere birçok ülkede yırtık tespiti hâlen manuel dalgıç kontrolüne dayanmaktadır (Fu ve ark., 2024).

2.3. Sensör, Kamera ve İzleme Sistemlerinin Yerleştirilmesi

Modern kafes sistemleri, su kalitesi sensörleri (oksijen, sıcaklık, pH), kamera sistemleri, yemleme kontrol cihazları ve davranış izleme ekipmanlarıyla donatılmaktadır. Bu cihazların yerleştirilmesi, düzenlenmesi ve arızalarının giderilmesi genellikle dalgıçlar tarafından yapılır (Fu ve ark., 2024). Sualtı kameralarının açılarının ayarlanması, sensörlerin kafes içinde doğru konuma getirilmesi ve kablo hatlarının güvenli şekilde düzenlenmesi gibi işlemler operasyona dahil edilir. Bu tür görevler özellikle düşük görüş koşullarında teknik beceri gerektirir (Lopez ve ark., 2024).

2.4. Temizlik Operasyonları ve Dip Yapısının Kontrolü

Kafes altı bölgelerde yem kalıntıları, dışkı birikimi ve doğal çökeller zamanla organik yük oluşturur (Sardenne ve ark., 2020). Bu birikimler hem su kalitesini düşürür hem de patojen gelişimi için uygun ortam sağlar (Kong ve ark., 2023). Dalgıçlar bu alanları düzenli aralıklarla kontrol eder, su kalitesine zarar verebilecek birikimleri raporlar ya da bazı işletmelerde mekanik temizleme ekipmanlarının doğru konumlandırılmasını sağlar. Özellikle derin ve konik tabanlı kafeslerde taban kontrolü görüşün en düşük olduğu alanlardan biridir (Lopez ve ark., 2023).

2.5. Mort Toplama: En Riskli Operasyonlardan Biri

Kafeslerde ölü balıklar çoğu zaman konik taban bölgesine çöker ve çürümeye başlar. Bu nedenle mort toplama, dalgıçların en sık gerçekleştirdiği ve en yüksek risk içeren görevlerden biridir. Dalgıçlar ölü balıkları kepçe, ağ torbası veya mekanik toplama ekipmanları yardımıyla su yüzeyine taşır (Chadli ve ark., 2024). Ancak bu işlem tekrarlı kısa dalışlara neden olduğu için "yo-yo dalışı" olarak adlandırılan ve dekompresyon hastalığı riskini ciddi şekilde artıran bir dalış profilinin oluşmasına yol açabilir (Gemmp ve Pény, 2016). Smart ve McCartney (1990) tarafından yapılan çalışmada, akuakültür dalgıçlarının büyük bölümünün dalış fizyolojisi konusunda yeterli eğitime sahip olmadığı ve tekrarlı dalışların risklerinin farkında olmadığı bildirilmiştir.

Mortların sualtında çürümesi çevresel sıcaklık, akıntı ve mikrobiyal aktiviteye bağlı olarak hızlandığından, dalgıçların görsel sayım doğruluğu düşmekte ve çürümüş organik materyale maruz kalmaları artmaktadır. Çürüyen balıklar hidrojen sülfür (H_2S) gibi toksik gazlar açığa çıkarabilir ve dalgıçların solunumunu olumsuz etkileyebilir (Myers, 2010). Bu nedenle literatür, mort toplama görevlerinin mümkün olduğunca mekanize edilmesini önermektedir.

2.6. Onarım Çalışmaları ve Acil Müdahaleler

Kafes sistemlerinde halat kopmaları, ağ yırtıkları, şamandıra hasarları veya predatör saldırıları gibi beklenmeyen durumlar ortaya çıktığında dalgıçların acil müdahalesi gerekebilir. Bu tür

durumlarda dalgıçlar genellikle basınçlı aletlerle kesme, bağlama, dikiş atma, acil ağ yaması uygulama ve ağır yükleri sualtında konumlandırma gibi yüksek beceri gerektiren görevler üstlenir (Akpınar ve Düzbastılar, 2021). Ani akıntı değişiklikleri veya olumsuz hava koşulları acil müdahale çalışmalarını daha tehlikeli hâle getirir.

2.7. Dalgıç Operasyonlarının Çevresel ve Mekânsal Kısıtları

Kafeslerin alt bölgelerinde ışık seviyesinin düşmesi (Di Camillo ve ark., 2025), alg ve plankton patlamaları (Bo ve ark., 2007) nedeniyle görüşün kısıtlanması ve yapay ışık kullanımının zorlaşması dalgıçların hareket kabiliyetini sınırlar (Di Camillo ve ark., 2025). Ayrıca konik tabana doğru daralan geometri, özellikle balıkların yoğun öldüğü dönemlerde dalgıçların sıkışma riskini artırır. Biofouling nedeniyle kayganlaşan ağ yüzeyleri ve metal yapıların keskin kenarları ek tehlikeler oluşturur (Akpınar ve Düzbastılar, 2021; Fu ve ark., 2024).

3. SONUÇ

Bu makalede kafes balıkçılığı sektöründe çalışan dalgıçların görevleri, karşılaştıkları riskler, Türkiye'deki mevcut durum ve uluslararası uygulamalar kapsamlı şekilde incelenmiştir. Bulgular, dalgıçların akvakültür sektöründeki en kritik, ancak en yüksek tehlike altında çalışan gruplardan biri olduğunu göstermektedir. Sektörün sürdürülebilirliği, yalnızca üretim miktarlarının artırılmasıyla değil, aynı zamanda dalgıçların güvenli, sağlıklı ve verimli çalışma koşullarına sahip olmasıyla mümkündür.

Dalgıçların en riskli görevi olan mort toplama operasyonları, düşük görüş, dar alan, organik madde birikimi ve çürüyen materyalin kimyasal–biyolojik etkileri nedeniyle ciddi iş güvenliği tehlikeleri doğurmaktadır. Türkiye'de yapılan çalışmalar (Akpınar & Düzbastılar, 2021), dalış eğitimlerinin sektöre özel olmadığını, yo-yo dalışlarının yaygın şekilde uygulandığını ve mevzuatın akvakültüre özgü riskleri kapsamadığını ortaya koymuştur. Benzer şekilde, uluslararası literatür (Smart & McCartney, 1990; Cavalli ve ark., 2023) farklı ülkelerde de dalgıçların eğitim ve güvenlik altyapısındaki eksikliklere işaret etmektedir.

Çürüyen mortların sayım doğruluğu üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar (Chadli et al., 2024), mortalite yönetiminde dalgıç temelli yöntemlerin yapısal sınırlılıklarını ortaya koymaktadır. Bu nedenle dalgıç operasyonlarının kademeli olarak destekleyici teknolojilerle tamamlanması gerekmektedir. ROV sistemleri, sensör tabanlı izleme teknolojileri ve mekanik mort toplama sistemlerinin yaygınlaştırılması, riskin insan üzerinden teknolojiye aktarılmasını sağlayacaktır (Lopez ve ark., 2023; Fu ve ark., 2024).

Uluslararası karşılaştırmalar, Türkiye'nin önemli bir üretici ülke olmasına rağmen dalgıç güvenliği ve operasyon mekanizasyonu açısından gelişime ihtiyaç duyduğunu göstermektedir. Norveç ve Kanada gibi ülkelerde dalgıçların suya iniş sıklığı teknolojik çözümler sayesinde minimuma indirilirken, Türkiye'de bu operasyonların büyük kısmı hâlen manuel olarak yürütülmektedir. Sektörün büyüklüğü ve ekonomik önemi göz önünde bulundurulduğunda, Türkiye'nin dalgıç güvenliği alanında uluslararası standartlara uyum sağlaması hem üretim verimliliğini artıracak hem de sektörel sürdürülebilirliği güçlendirecektir.

4. ÖNERİLER

Bu bulgular ışığında aşağıdaki öneriler geliştirilebilir:

1. Akvakültüre Özgü Dalış Mevzuatı Oluşturulmalıdır.
2. Eğitim ve Sertifikasyon Standartları Yenilenmelidir.
3. Mort Toplama Operasyonları Mekanize Edilmelidir.
4. İşletme Ölçeğine Göre Güvenlik Standardizasyonu Sağlanmalıdır.
5. Ulusal Dalış Kaza Kayıt Sistemi Kurulmalıdır.

6. Sensör ve İzleme Teknolojileri Yaygınlaştırılmalıdır.
7. Psikososyal Risk Yönetim Programları Geliştirilmelidir.
8. Üniversite–Sektör İşbirliği Artırılmalıdır.

KAYNAKLAR

Akpınar, G., Düzbastılar, F.O. (2021). Evaluation of diving operations for fish cage farming in the Aegean Sea. Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 38(1), 31-41. DOI:10.12714/egejfas.38.1.04

Bo, T., Fenoglio, S., Malacarne, G., Pessino, M., Sgariboldi, F. (2007). Effects of clogging on stream macroinvertebrates: An experimental approach, Limnologica, 37(2), 186-192, https://doi.org/10.1016/j.limno.2007.01.002.

Cavalli, L.S., Tapia-Jopia, C., Gomez, M.A.L., Neis, B. (2023). Salmon mass mortality events and occupational health and safety in Chilean aquaculture. All Life, 16(1). https://doi.org/10.1080/26895293.2023.2207772

Chadli, H., Ennayer, I., Bahida, A., Nhhala, H., Er-Raioui, H. (2024). Impact of Dead Fish Degradation on the Monitoring of Fish Losses in the Pregrowing and Growing Phase of Caged European Sea Bass (Dicentrarchus *labrax*). Aquaculture Research, 2024, 369485, https://doi.org/10.1155/2024/8369485.

Chu, Y.I., Wang, C.M., Park, J.C., Lader, P.F. (2020). Review of cage and containment tank designs for offshore fish farming, Aquaculture, 519, 734928, https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.734928.

Di Camillo, C.G., Turicchia, E., Roveta, C., Quadrini, G., Storari, A., Scarpa, C., Coppari, M., Marrocco, T., Torsani, F., Gregorin, C., Mantas, T.P., Cerrano, C., Ponti, M. (2025). Towards blue diving: analysis and solutions to prevent scuba diving impact in the Mediterranean sea. Ocean & Coastal Management, 269, 107833, https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2025.107833.

FAO. (2015). Aquaculture operations in floating HDPE cages. eds, Cardia, F. and Lovatelli, A., The Food and Agriculture Organization of The United Nations and Ministry of Agriculture of the kingdom of Saudi Arabia Rome, pp 176.

FAO. (2022). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022*. Food and Agriculture Organization.

Fiskeridirektoratet (Norwegian Directorate of Fisheries). (2020). *Regulations for diving operations in aquaculture*. Government of Norway. Pp 17.

Fu, J., Liu, D., He, Y., Cheng, F. (2024). Autonomous net inspection and cleaning in sea-based fish farms: A review, Computers and Electronics in Agriculture, 227,(2), 109609,https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109609.

Gempp, E., Pény, C. (2016). Yo-Yo Diving and Risk of Decompression Sickness in Trainee Military Divers. Journal of Occupational and Environmental Medicine 58(9):p e336-e337, DOI: 10.1097/JOM.0000000000000844

Kong, W., Xu, Q., Lyu, H., Kong, J., Wang, X., Shen, B., Bi, Y. (2023). Sediment and residual feed from aquaculture water bodies threaten aquatic environmental ecosystem: Interactions among algae, heavy metals, and nutrients, Journal of Environmental Management, 326, Part B, 116735, https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116735.

López-Barajas, S., González, J.; Sandoval, P.J., Gómez-Espinosa, A., Solis, A., Marín, R., Sanz, P.J. (2023). Automatic Visual Inspection of a Net for Fish Farms by Means of Robotic Intelligence," *OCEANS 2023 - Limerick*, Limerick, Ireland, 2023, pp. 1-5, doi: 10.1109/OCEANSLimerick52467.2023.10244549.

López-Barajas, S., Sanz, P.J., Marín-Prades, R., Gómez-Espinosa, A., González-García, J., Echagüe, J. (2024). Inspection Operations and Hole Detection in Fish Net Cages through a Hybrid Underwater Intervention System Using Deep Learning Techniques. Journal of Marine Science and Engineering, 12(1), 80. https://doi.org/10.3390/jmse12010080

Myers, M.L. (2010). Review of occupational hazards associated with aquaculture. J Agromedicine, 15(4):412-26. doi: 10.1080/1059924X.2010.512854.

Sardenne, F., Simard, M., Robinson, S.M.C., McKindsey, C.W. (2020). Consumption of organic wastes from coastal salmon aquaculture by wild decapods, Science of The Total Environment, 711, 134863,https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134863.

Smart, D., McCartney, P. (1990). High risk diving. Tasmania's aquaculture industry. SPUMS J, 20 (3): 159-165

SPOR AHLAKI GELİŞİMİNDE FAİR PLAY'İN ROLÜ

Ertuğrul ÖZCAN
Gaziantep University, Faculty of Sport Science, Department of Sport Management, Gaziantep
ORCID: 0009-0001-0575-2899
Kamuran KARA
Gaziantep University, Faculty of Sport Science, Department of Sport Management, Gaziantep
ORCID: 0009-0000-3205-9566
Prof. Dr. Hüseyin ÖZTÜRK
Gaziantep University, Faculty of Sport Science, Department of Sport Management, Gaziantep
ORCID ID: 0000-0002-4968-586X
Arş. Gör. Mete Berk DEMİRYOL
Gaziantep University, Faculty of Sport Science, Department of Sport Management, Gaziantep
ORCID ID: 0000-0002-6149-3529

ÖZET
Bu derlemenin amacı, fair play anlayışının spor ahlakının gelişimindeki rolünü ortaya koymak ve bireylerin etik, sosyal ve kültürel gelişimine sağladığı katkıları incelemektir. Spor, bireylerin yalnızca fiziksel gelişimlerini değil, aynı zamanda sosyal, kültürel ve ahlaki yönlerini de şekillendiren, toplumsal etkileşimi destekleyen ve bireylerin karakter oluşumuna katkıda bulunan önemli bir etkinlik alanıdır. Bu bağlamda fair play, sporun temel değerlerinden biri olarak öne çıkmakta ve sporculara dürüstlük, saygı, sorumluluk ve adalet gibi ahlaki ilkeleri kazandırmanın yanı sıra, takım çalışması, öz disiplin ve empati gibi sosyal becerilerin gelişimine de katkı sağlamaktadır. Fair play anlayışı, rekabetin yalnızca kazanma üzerine kurulmadığını; aynı zamanda rakibe saygı, kurallara uyma, centilmenlik ve etik davranışların sporun vazgeçilmez parçaları olduğunu göstermektedir. Bu değerler, bireylerin yalnızca spor sahasında değil, günlük yaşamlarında da sorumlu ve bilinçli bireyler olarak davranmalarına yardımcı olmaktadır. Spor ahlakının gelişiminde fair play, bireylerin karakter oluşumuna katkıda bulunmakta, toplumsal barışa ve ortak değerlerin güçlenmesine hizmet etmekte, bireylerin sosyal ilişkilerini ve kültürel farkındalıklarını geliştirmektedir. Sonuç olarak fair play, sporun eğitici ve birleştirici yönünü besleyen, etik değerleri güçlendiren ve toplumun genel değerleriyle uyumlu bir spor kültür ve ahlakın oluşmasına öncülük eden en önemli unsurlardan biri olarak değerlendirilmektedir.
Anahtar Kelimeler: Fair play , Spor Ahlakı , Spor Kültürü , Spor Eğitimi , Sosyal Gelişim

THE ROLE OF FAIR PLAY IN THE DEVELOPMENT OF SPORTING MORALITY

ABSTRACT
The purpose of this compilation is to highlight the role of fair play in the development of sports morality and to examine its contributions to the ethical, social, and cultural development of individuals. Sports are an important activity that shapes not only the physical development of individuals but also their social, cultural, and moral aspects, supporting social interaction and contributing to the formation of character. In this context, fair play stands out as one of the fundamental values of sport and, in addition to instilling moral principles such as honesty, respect, responsibility, and justice in athletes, it also contributes to the development of social skills such as teamwork, self-discipline, and empathy. The concept of fair play demonstrates that competition is not solely based on winning; it also shows that respect for opponents,

adherence to rules, sportsmanship, and ethical behavior are indispensable parts of sport. These values help individuals behave as responsible and conscious individuals not only on the sports field but also in their daily lives. In the development of sports ethics, fair play contributes to the formation of individuals' character, serves to strengthen social peace and common values, and develops individuals' social relationships and cultural awareness. In conclusion, fair play is considered one of the most important elements that nourishes the educational and unifying aspects of sports, strengthens ethical values, and pioneers the formation of a sports culture and ethics that is consistent with the general values of society.
Keywords: Fair Play, Sports Morality, Sports Culture, Sports Education, Social Development

Giriş:

Spor, kişilerin psikolojik, sosyolojik açıdan ihyasında ya da inşasında bir araç olarak görülmektedir (Gül ve ark., 2021). Fair-play ise, hakça, dürüst oyun, kurallara uyumlu, rakibe saygılı olma, haksız avantajları kabul etmeme, rakibin kazanmış olduğu haksız dezavantajlardan yararlanmamaya ve en önemlisi rakibi yenmekten değil de rakiple beraber oynadığı oyundan zevk almaya, rakibinin attığı gollerinde güzelliğini takdir etmek anlamına gelmektedir (Pehlivan, 2004). Spor faaliyetlerine katılımın altında belli bir başarı kazanma arzusu yatmaktadır. Sportif mücadele için sahaya çıkan sporcular mutlaka galip gelmek ve rakibini geçmek adına sahaya çıkmaktır. Buna paralel olarak sporda elde edilen başarı, madalya şampiyonluk ve ödül sporcular adına amaç değil bir araç olmaktadır. Buradaki ana unsurun yani sportif erdemin yaşama aktarılması gerekliliğidir. Bu çerçevede sporcuların belirlenen koşullar ve sportmenlik kavramı kapsamında en iyi biçimde mücadele vererek rakiplerini yenmeye çalıştıkları bilinmektedir. Nitekim kazanmak için her yolu mübah gören sportmenlik kavramı ile bağdaştığı görünmektedir. Bugün sportif faaliyetlerini kalite ve değerinin maçın galibi olmaya bağlı olduğu ifade edilmektedir. Bu durumun sporu, her ne olursa olsun galip gelmek için verilen mücadeleye çevirdiği görülmektedir. Başka bir ifadeyle spor, sportif erdem adına yapılması gerekirken , bugün madalya , şampiyonluk ve ödül kazanmak adına yapılmaya başlandığı bilinmektedir. Sporun gerçek gayesinden uzaklaşması,başarıya endeksli hale gelmesi sportif temelli duruma gelmek sportif müsabakalara ahlaki değerlerinde yozlaştığını ortaya koymakta ve sportmenliğin yerini kazanma hırsına bıraktığı anlaşılmakadır (Tanrıverdi,2012). Sporcular olumlu yönde güdülendirerek temel ahlaki değerlere ve fair play ruhuna uygun davranmaya yönlendirilmelidir. Güdülenme, psikolojik bir olgu olup, sportif faaliyetlerde bulunan bireylerin hedefleri istikametinde davranışın amaçlanan başarı düzeyine ulaşmasına yön veren istek olarak ifade edilir. Spor ile direk ilişki halindeki güdü ne kadar yüksekse başarı oranı o kadar fazladır. Güdülerin doğasında var olan sakınma ve yönelme, olumlu ya da olumsuz duygulardan hangisi daha baskınsa o tarafa motive olur (Soyer ve diğ, 2010). Sporcular da oyunları seyreden izleyiciler de eylemlerini etik kurallarına uyacak şekilde şekillendirmelidir. Bu amaçla sporcular ve izleyiciler küçük yaşlardan itibaren Fair Play'a uygun davranışları özümsemeli, olimpizm ideolojisini benimsemelidirler. Spora hangi aşamada ve biçimde katılırsak katılalım (sporcu, antrenör, yönetici, hakem, seyirci vb.) bir disiplin anlayışı çerçevesinde, dürüst, ahlaklı, erdemli, saygılı ve hoşgörüye uygun davranmada herkesin dikkat etmesi gereken nokta şu olmalıdır: Kurallar ister yazılı olsun, ister olmasın, doğruluk ve şeref kavramlarının gereği olan davranışlar sergilenmelidir. Bu bağlamda biçimsel ve biçimsel olmayan tarzda ifade edilen Fair Play kavramını kabul edip benimsemek ve ona uygun davranışlarda bulunmak, toplum eğitiminin yanında; sporcuları da oluşabilecek tehlikelerden koruyacak ve tüm insanlara şeref kavramını benimsetecektir (Orhun, 1992). Tüm bu bilgiler ışığında derlememizin amacı fair play anlayışının spor ahlakının gelişimindeki rolünü ortaya koymak ve bireylerin etik, sosyal ve kültürel gelişimine sağladığı katkıları incelemektir.

Fair Play Kavramı

Fair play kavramının Türkçe karşılığı “adil oyun”olmakta ve fair play kavramına kazandırılan anlam ve sportif erdem olmaktadır. Burada anlatılmak istenen erdem “ahlaki üstünlük”anlamı taşımaktadır (Şebin ve diğerleri , 2007).

Sportif bakımdan incelendiğinde fair play, adil bir şekilde dürüstlüğün ön planda olduğu bir oyun olup haksız avantajlardan kazanma, kurallara bağlı olma, rakibin haksız dezavantajlarından yararlanmama, rakibe saygı, rakibi yenmekten daha çok onunla beraber keyif almaya çalışma, takımınızın attığı gol kadar takımınıza atılan gollere aynı şekilde ilkeli olarak tutum sergileme anlamına gelmektedir. Kavramsal olarak fair play sadece hakem ve sporcu veya iki sporcuyu alakadar eden yeni bir iletişim şekli olmadığı vurgulanmaktadır. Fair play spor olanlarında seyirciden antrenöre, masörden sporculara, yöneticilerden hakemlere kadar spora dahil olan her breyi içine alan bir anlayış türü olamktadır. Fair play kavramının altında takımınızı destekleyebilirsiniz fakat rakibe hareket edemezsiniz ilkesi yatmaktadır (Pehlivan, 2004).

Sporda Fair Play

Fair play sporcunun , rakibiyle eşit koşullarda olması adına samimi bir isteğinin olması , rakibin kötü durumundan yararlanmaması , metin olarak ortaya konulan kurallar kapsamında avantajlı davranması , söz konusu kurallardan tek taraflı olarak faydalanılmaya çalışmaması gerekmektedir. Sporcunun kendi yargı ve faydasına uygun olmasa dahi hakemlerin doğru karar vermelerine destek olması önemli görülmektedir. Sporcular galip geldikleri veya kazanacağı ödül olgusunu ikinci plana atarak istikrarlı şekilde yazılı olan kurallarla beraber sözlü kurallara da uyması beklenmektedir. Takım içindeki sporcular , yalnızca kendilerine değil , aynı zamanda takımın tüm üyelerine karşı da sorumluluk taşımaktadır. Bundan dolayı her sporcu takımında olan diğer sporculara fayda sağlamalı ve onları cesaretlendirmeli bunun yanı sıra birbirlerine hakem görevi yapma gerekmektedir. Bundan dolayı takım kaptanları özellikle fair play konusunda çok becerikli ,istekli, inançlı ve yetenekli sporcular arasından seçilmektedir (Pehlivan, 2004).

Spor Ahlakı

Spor ahlakı, bireylerin spor ortamında sergiledikleri etik tutum ve davranış bütününü temsil eden ve birçok boyutu içinde barındıran bir gelişim noktasıdır. Spor ahlakında, bireylerin kurallara uymak, dürüst ve adaletli olmak, rakibe, hakeme, seyirciye ve takıma saygılı olmak gibi birçok ahlaki temel ilkelere dayanmaktadır(Shields ve Bredemeier, 2007). Çeşitli sportif branşların doğası gereği rekabet hemen hemen çoğu branşta bulunmaktadır. Bu rekabetçi ortam ; bireyleri genellikle yukarıda bahsedilen ilkeler konusunda ikileme düşürmekte ve ikilemlerin çözüm sürecinde yaptıkları davranışları, bireylerin ahlaki gelişim düzeylerini göstermektedir. Bundan dolayıdır ki fair play kavramı, bireylerin sportif ahlakının gelişiminde bir rehber niteliğinde rol almaktadır(Tanrıverdi, 2012)

Fair Play ve Spor Ahlakı İlişkisi

Fair play ile spor ahlakının ilişkisini açıklarken, fair play kavramının soyut olarak düşünülen spor ahlakını somutlaştırabilen bir davranış biçimi olarak düşünülmektedir. Çünkü fair play literatürde sadece adil oyun veya kurallara uyma olarak değilde resmi kurallar dışında empati kurma, dürüst olma, öz güven gibi yazılı olmayan kurallarıda içeren bir değer sistemi olarak tanımlanabilmektedir(Simon, Torres ve Hager, 2015). Kısacası fair play, spor ahlakının somut anlamda pratikte davranışlara dönüşmesini sağlayabilen bir olgu olarak düşünülmektedir. Literatürde fair play davranışlarının benimsendiği sportif ortamlarda sportmenlik dışı davranışların(holiganlık, sporda şiddet, etik ihlal vb.) düşük düzeyde olduğu açıklanmıştır(Ludwiczak, 2022).

Fair Play'in Spor Ahlakı Üzerindeki Gelişimi

Çeşitli sportif müsabakalarda, sporcuların göstermesi gereken fair play'in sportif ahlak üzerinde farklı etkileri mevcuttur. Sporcunun müsabaka esnasında doğru-yanlış ayrımını yapabilme, ahlaki muhakame becerilerini kullanıp davranışına yansıtabilme gibi fair play unsurları ahlaki gelişim ile ilişkilidir. Kohlerberg'in ahlaki gelişim kuramı çerçevesinde değerledirildiğinde, spor ortamında bireylerin ahlaki muhakeme düzeylerini sınayan bir dizi güçlü öğrenme bağlamı bulunmaktadır(Kohlerberg, 1984). Bu bağlamın sürecinde fair play olgusu, karar alma süreçlerini yönlendiren önemli bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Fair play temelli eğitim-öğretim programları bireylerin ahlaki muhakeme düzeyini arttırtığı çalışmalar literatürde mevcuttur (Gibbons, Ebbeck ve Weiss, 1995). Aynı zamanda fair play eğitimi alan sporcuların, rekabet ortamında, antrenör, seyirci gibi kazanma baskısı altında bile etik ilkelere bağlı kalma eğilimlerinin yüksek olduğu bilinmektedir. Bu eğitim programlarının fair play'in ahlaki gelişimini destekleyen içsel bir motivasyon mekanizması olduğu düşünülmektedir.

Fair Play ve Sosyal Gelişim

Ahlaki gelişimi desteklediği bilinen fair play kavramı aynı zamanda sporcularda sosyal gelişimi desteklemektedir. Spor, bireylerin sosyalleşmesi açısından önem arz eden bir mekanizma olarak karşımıza çıkmaktadır. Bireysel ve takım sporlarında bireyler, iş birliği, sağlıklı rekabet, resmi kurallara uyum gibi çeşitli sosyal öğrenme boyutlarıyla karşılaşmaktadırlar. Fair play olgusunun bu karşılaşmaları kolaylaştırabilmek ve sosyalleşmeyi arttırmak için çeşitli sosyal etkileşimleri etik sınırlar içerisine sokarak arttırmayı sağlamaktadır. Literatürde fair play değerlerini benimseyen örnek bireyler, empati düzeylerinin daha yüksek olduğu, etik dışı davranışlara daha az yöneldiklerini açıklayan çeşitli araştırmalar mevcuttur(Bredemier ve Shields, 2006). Özellikle küçük yaşta, okullarda gösterilen beden eğitimi derslerinde öğrencilerin iş birliği ve takım çalışmaları sayesinde sosyal gelişimi arttırmak amacıyla fair temelli etkinlikler düzenlenmekte ve sosyal boyutu geliştirdiği bilinmektedir.

Fair Play ve Kültürel Gelişim

Sosyal ve ahlaki gelişimi etkileyen fair play, bireylerin sportif anlamda kültürel gelişimini de desteklemektedir. Her toplumda farklı kültürel bağlam içerisinde fair play kavramı çeşitli anlamlar kazanarak yalnızca bireysel olarak değerlendirilmemeli aynı zamanda kültürel bir ahlakın inşası için toplumsal olarak değerlendirilmesi gerektiği ifade edilmektedir(Yıldıran, 2002). Literatürde fair play'in çoğu zaman kural bilgisiyle sınırlı algılandığını, ahlaki ve kültürel boyularının yeterince vurgulanmadığı bilinmektedir(Genç, 2023). Buna rağmen fair play eğitiminin, spor kültürünü etik temellerini güçlendirerek, kazanma odaklı ve sonuç merkezli yaklaşıımların olumsu etkilerini dengeleyebilecek potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir.

Sonuç

Bu derlemenin sonucunda, fair play anlayışının spor ahlakı gelişiminde temel ve belirleyici bir rol üstlendiği ortaya konmuştur. Bu kavramın bireylerin etik muhakame becerilerini geliştirmekte, sosyal ilişkilerde saygı ve empati gibi kavramları güçlendirdiği, sporun kültürel değerleri geliştirdiği ifade edilmektedir. Fair play temelli eğitim yaklaşımlarının sportmenlik davranışları arttırdığı ve sportif müsabakalarda etik ihlalleri azalttığı anlaşılmaktadır. Bu bağlamda fair play kavramı, spor ahlakının sürdürülebilirliği sağlayan bir değerler sistemi olarak ele alınmalı ve spor eğitim politikalarının merkezinde yer alması gerektiği önerilmektedir.

Kaynakça

Bredemeier, B. J., & Shields, D. L. (2006). Sports and character development. *President's Council on Physical Fitness and Sports Research Digest*, 7(1), 1–8.

Bingöl, H., Polatoğlu, M., & Deveci, Ş. (2024). Spor Eğitimcileri Açısından Fair Play Önemi Ve Örnekleri. ACADEMIC SOCIAL RESOURCES JOURNAL, 9(1), 9-16.

Erdem, S. (2002). 7. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi. 27-29 Ekim 2002. s: 157- 55.

Gibbons, S. L., Ebbeck, V., & Weiss, M. R. (1995). Fair play for kids. *Journal of Teaching in Physical Education*, 14(3), 356–375.

Genç, N. (2023). *Beden eğitimi derslerinde fair play eğitiminin spor ahlakına etkisi* (Yüksek lisans tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi

Kalkan, T., Olova, N., Roode, M., Mulas, C., Lee, H. J., Nett, I., ... & Smith, A. (2017). Tracking the embryonic stem cell transition from ground state pluripotency. Development, 144(7), 1221-1234

Ludwiczak, M. (2022). Fair play in physical education and sport. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(12), 1–14.

Pehlivan, Z., & Konukman, F. (2004). Fair-Play kavraminin geliştirilmesinde okul sporunun yeri ve önemi. Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 2(2), 49-53.

SARIKOL, E. (2023). SPORDA FAİR PLAY. Spor Bilimleri Alanında Uluslararası Araştırmalar V, 37.

Özmaden,M.(2006).TİCİ Dönemi Sporla İlgili Gelişmeler Ve Döemin sporanlaışı, Atatürk Üniversiesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi 8 (2),11-25

Shields, D. L., & Bredemeier, B. J. (2007). *Advances in sport morality research*. Human Kinetics.

Simon, R. L., Torres, C. R., & Hager, P. F. (2015). *Fair play: The ethics of sport*. Routledge.

Sukys, S., Kavaliauskas, S., & Lazauskas, R. (2021). Moral identity and attitudes toward doping. *International Journal of Sport Policy and Politics*, 13(2), 1–14.

Tang, J., Sokhansanj, S., Yannacopoulos, S., & Kasap, S. O. (1991). Specific heat capacity of lentil seeds by differential scanning calorimetry. Transactions of the ASAE, 34(2), 517-0522

Yıldıran, İ. (2002). Fair play kavramı ve spor ahlakı. *Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 13(4), 1–10.

SPORDA FAİR PLAY EĞİTİMİNDE ELE ALINAN BAŞLIKLAR

Zaman ADLIM
Gaziantep University, Faculty of Sport Science, Department of Sport Management, Gaziantep
ORCID: 0009-0007-0665-6456
Şahin APAYDIN
Gaziantep University, Faculty of Sport Science, Department of Sport Management, Gaziantep
ORCID: 0009-0002-4062-1787
Prof. Dr. Hüseyin ÖZTÜRK
Gaziantep University, Faculty of Sport Science, Department of Sport Management, Gaziantep
ORCID ID: 0000-0002-4968-586X
Arş. Gör. Mete Berk DEMİRYOL
Gaziantep University, Faculty of Sport Science, Department of Sport Management, Gaziantep
ORCID ID: 0000-0002-6149-3529

ÖZET
Bu çalışma sporda fair play eğitiminin önemini ortaya koymaktadır. Fair play kavramı spor kültürünün temel taşlarından biridir ve bireylere dürüstlük, saygı ve sorumluluk bilinci kazandırır. Literatürde fair play eğitiminin bireysel gelişim, takım uyumu ve toplumsal barışa katkı sunduğu belirtilmektedir. Bu çalışmada fair play eğitiminde ele alınan başlıklar genel bir bakış açısıyla incelenmiştir. Genel olarak incelendiğinde kavramsal tanımlar, etik temeller, saygı, dürüstlük, sorumluluk gibi değer eğitimleri, sportif anlamda kazanım hedefleri, spor için yapılan müfredat içerikleri, öğretim yöntemleri, antrenör veya sporcu eğitimleri, sportif anlamda değerlendirmenin sağlanabilmesi için ölçme araçları, sportif politikalar, toplumsal olaylar, aile-kulüp-antrenör-sporcu döngüsü(paydaş katılımı) gibi çeşitli başlıklarla fair play konusu ele alınmaktadır. Bu derlemenin amacı fair play eğitiminin sportif kapsamına dair genel bir bakış açısı oluşturmaktır. Sonuç olarak fair play eğitimi sportif anlamda sporcuda etik bilinci oluşturma, müsabakada, antrenman esnasında kısacası sporun olduğu her alanın içindeyken toplumsal ilişkilerde saygı, sevgi ve eşitlik bilincinde olma ve sporun sadece fiziksel bir yanını değilde sosyal bir alanında olduğunu benimsemesi için eğitim programlarında vazgeçilmez bir unsur olarak kullanılması gerektiği düşünülmektedir. Aynı zamanda fair play eğitiminin sporcuların kişisel ve sosyal gelişiminde önemli rol oynadığı ve bunun için eğitim içeriklerinin daha sistematik ve yaygınlaştırılmış şekilde uygulanması önerilmektedir.
Anahtar Kelimeler: Fair play, Spor Eğitimi, Etik Değerler, Sporda Dürüstlük, Spor Kültürü

TOPICS COVERED IN FAIR PLAY EDUCATION IN SPORTS

ABSTRACT
This study highlights the importance of fair play education in sports. The concept of fair play is one of the cornerstones of sports culture and instills honesty, respect, and a sense of responsibility in individuals. The literature indicates that fair play education contributes to individual development, team harmony, and social peace. This study examines the topics covered in fair play education from a general perspective. Generally speaking, the concept of fair play is addressed under various headings such as conceptual definitions, ethical foundations, values education such as respect, honesty, and responsibility, achievement goals in a sporting sense, curriculum content for sports, teaching methods, coach or athlete training,

measurement tools to enable evaluation in a sporting sense, sports policies, social events, and the family-club-coach-athlete cycle (stakeholder participation). The aim of this review is to provide a general overview of the scope of fair play education in sports. In conclusion, it is considered that fair play education should be used as an indispensable element in educational programs in order to create ethical awareness in athletes in a sporting sense, to be respectful, loving, and aware of equality in social relationships during competitions, training, and in short, in every area where sports are present, and to embrace the fact that sports are not only a physical activity but also a social activity. At the same time, it is suggested that fair play education plays an important role in the personal and social development of athletes and that educational content should be implemented in a more systematic and widespread manner for this purpose.
Keywords: Fair Play, Sports Education, Ethical Values, Integrity in sports, Sports Culture

Giriş

Fair play sporda eşitlik, dürüstlük ve adil oyun gibi anlamlara ifade edilen bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Spor içerisinde fair playi, Sportif branşlarda, müsabaka öncesi, sırası ve sonrasında sporcuların dürüst, saygı gibi ahlaki değerleri, etik dışı davranışlar göstermediği ve diğer kişiler tarafından örnek alınabilecek sporcu olabilmek için, fair play kavramını yansıttığı bir olgu olarakta ifade edilebilir. Sportif anlamda fair play'in önemi birçok çalışma ile kesinleştirilmiş ve çeşitli fair play eğitimleriyle küçük yaştan büyük yaşa kadar çeşitli eğitim programları tasarlanmaya devam etmektedir. Fair play eğitimi, sporun yalnızca fiziksel performans odaklı bir etkinlik olmadığı, aynı zamanda etik, ahlaki, kültür ve sosyal değerlerin kazanımının olduğu bir eğitim alanı anlayışına sahip bir program olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle spor ahlakının gelişiminde fair playin rolünün, resmi kurallara uyum dışında dürüst, adalet, saygı, sevgi gibi ahlaki değerlerin içselleştiren bir çerçeve oluşturmayı amaçlamaktadır(Simon, Torres ve Hager, 2015). Benzer şekilde fair play eğitimleri, tüm yaş düzeyleri için ahlaki gelişim kuramlarıyla ilişkili olduğu bilinmektedir. Her bir spor branşında bulunan sportif ortam, ahlaki gelişimlerin sergilendiği ve bu gelişimlerin deneyimlerle gösterildiği güçlü sosyal alanlar olarak bilinmektedir. Buna rağmen yapılan birkaç çalışma, sporun tek başına ahlaki gelişimi desteklemediği, bilinçli ve çeşitli programlarla yapılandırılmış eğitim programlarıyla birlikte ilerlenmediğinde ahlaki gerilemeye yol açabileceği ifade edilmiştir(Shields ve Bredemier, 2007). Bundan dolayıdır ki fair play eğitimleri, küçük yaştan itibaren spor ahlakını destekleyen planlı bir pedagojik müdahale olarak öne çıkmakta, etik ilkelere dayalı bir başarı anlayışını geliştirmeyi sağlamak amacıyla yapılan ve değer eğitimi, etik eğitimi, karakter eğitimi gibi yaklaşımlarla birlikte ilerleyen önemli programlardır(Lumpkin, Stoll ve Beller, 2012). Kısacası bu eğitim programı spor ahlakının gelişimini hedefleyen, kuramsal temelleri olan, uzun vadeli ve iç, dış paydaş katılımının yoğun olarak yapıldığı eğitim alanı olarak ifade edilebilir. Tüm bu bilgilerin ışığında bu derlemenin amacı fair play eğitiminin sportif kapsamına dair genel bir bakış açısı oluşturmaktır.

Fair Play Eğitiminde Ahlaki ve Etik Değerlerin Kazandırılması

Fair play eğitiminde en temel başlıklardan biri, çeşitli spor ortamlarında oluşan ahlaki ve etik örneklerinin sporculara kazandırılmasıdır. Bu örneklerden yola çıkarak bir dizi ahlaki temel değerler karşımıza çıkmaktadır. Bunlar; Adalet, saygı, dürüstlük, sorumluluk, empati olarak öne çıkmaktadır.

Yapılan çalışmalarda fair play eğitim programlarının, doğrudan ahlak değerler üzerinden ilerlendiğinde sportif anlamda daha kalıcı etkiler yarattığı bildirilmektedir(Bredemier, Shields, 2006). Her bir ahlaki değerin fair play eğitiminde rolü incelendiğinde, adaletin fair play eğitimi sürecinde, bu sürecin merkezinde yer alan temel bir değer olduğu, sporcuların eşit koşullarda yarışmayı kabul etmeleri, hakemin kararlarına saygı duymayı öğrenmeleri, haksız avantaj elde

etmekten kaçınmaları gibi çeşitli uygulamalarla adalet kavramının önemi gösterilmektedir. Literatürde adalet duygusu gelişmiş sporcuların sportmenlik dışı davranışlara daha az yöneldiği ifade edilmiştir(Ludwizcak, 2022). Fair play eğitiminin önemli bir diğer değeri dürüstlük ve sorumluluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Doping, şike gibi etik ihlallerin dürüst değerlerin zayıfladığı ortamlarda daha sık görüldüğü bilinmektedir. Bu değerleri güçlü olan sporcuların doping karşıtı tutumlarının daha yüksek olduğu ve ahlaki kimliklerine bağlılıklarının daha güçlü olduğu belirtilmektedir(Sukys ve ark., 2021). Bir diğer empati ve saygı değer boyutu ise fair play eğitiminin sosyal boyutunu oluşturmaktadır. Sporcunun, karşısındaki rakibinin bir birey olarak görmesi, bu bilincini geliştirmesi, kişiyi agresif ve şiddet içeren davranışlardan uzaklaşmasını sağlamaktadır. Empati temelli fair play eğitiminin özellikle okul sporları müsabakalarında saldırgan davranışları azalttığını göstermektedir(Yılmaz ve ark., 2020). Bundan dolayıdır ki fair play eğitimi sadece kuramsal bilgi üzerinden ilerlememeli, değer temelli bir yaklaşım benimsenmesi gerektiğini ifade etmektedir.

Fair Play Eğitiminde Spor Ahlakı ve Toplumsal Yansımaları

Fair play eğitimi, yalnızca sporcunun bireysel anlamda ahlakını değil, aynı zamanda toplumsal anlamda sorumluluklarına da doğrudan etki göstermektedir. Sporcuların etik değerlere bağlılığı, sporun toplum tarafından bakış açısında güvenirliği ve eğitici rolünü desteklemektedir. Fair play kültürünün güçlü olduğu çeşitli sportif organizasyonlarında şiddet, etik ihlal ve saldırganlık gibi olayların daha az görüldüğü ifade edilmektedir(Ludwiczak, 2022).

Toplumsal düzeyde ele alınması gereken fair play eğitimi, sporun bir ahlaki değer aktarım aracı olarak kullanılmasına destek olabilmektedir. Özellikle adölesan dönemi sonrası gençlerde gerçekleştirilen bu eğitim, ahlaki ve sosyal normların öğrenildiği önemli bir sosyalleşme alanı oluşturduğu ve sadece sportif olarak değilde toplum olarak davranışları şekillendiren bir süreç olarak değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir(Yıldıran, 2002)

Fair Play Eğitiminde Sportif Anlamda Kazanım Hedefleri

Fair play eğitimleri çeşitli ahlaki değerleri geliştirerek toplumsal ve bireysel anlamda birçok gelişimi desteklemektedir. Bu etik davranış kazanımının yanı sıra bu modelin performansla ilişkisinin olduğu, takım sporlarında iş birliği, iletişim ve takım uyumunun; bireysel sporlarda duygusal kontrol, stresle başa çıkma, karar verme süreçleri gibi olayların fair play eğitimiyle gelişimi desteklenmektedir(Boardley ve Kavussanu, 2009). Aynı zamanda uzun vadede yapılan bu eğitim sayesinde, fair play anlayışına sahip sporcular, sportmenlik dışı yollar yerine sürdürülebilir performansa yöneldiği belirtilmektedir. Bu durumun fair play eğitiminin sadece bireysel veya toplumsal değer kazanımı veya performans karşıtı bir model olduğunu değil, performansı arttırabilecek ve destekleyici bir unsur olduğu düşünülmektedir.

Fair Play Eğitiminin Spor Alanında Ele Alınan Diğer Başlıklar

1. Ölçme ve Değerlendirme Araçları

Fair play eğitiminin kalitesini arttırmak aynı zamanda etkinliğinini değerlendirmek amacıyla geçerli ve güvenilir ölçme araçları kullanılmaktadır. Bunlar; Fair Play Tutum Ölçeği, Sportmenlik Davranış Ölçeği ve Ahlaki Karar Alma Ölçekleri olarak bilinmektedir(Gürpınar, 2014) Nicel ölçüm yöntemlerinin yanı sıra gözlem formları, çeşitli yarı yapılandırılmış görüşmeler sayesinde nitel değerlendirme yöntemleriyle fair play davranışlarının derinlemesine incelenmesi mümkün olmaktadır.

2. Antrenör ve Sporcu Eğitimleri

Fair play eğitiminde en etkili uygulayıcılardan biride Antrenörlerdir. Yapılan çalışmalar antrenörlerin etik liderlik davranışlarının ve uygulamalarının sporcularında ahlaki karar alma süreçlerine doğrudan etkilediği ve bu nedenle antrenör eğitim programlarında spor etiği, fair play, değerler eğitimi gibi eğitim modüllerinin zorunlu hale getirilmesi gerektiği ve her sporcunun yaş , gelişim düzeyi ve bulunduğu branşa yönelik yapılması gerektiği önerilmektedir(Hodge ve Lonsdale, 2011).

3. Müfredat İçerikleri ve Eğitim Programları

Fair play eğitimi, okul beden eğitimi derslerinden, antrenörlük kurslarına, çeşitli düzeylerde yayınlanan elit spor programlarında kullanılan müfredatlara entegre edilmeye çalışılmaktadır. UNESCO ve IOC, ahlaki değerler temelli spor eğitim programlarının erken yaşlardan itibaren uygulanması gerektiğini önermektedir(IOC, 2017) Aynı şekilde Türkiye'de beden eğitimi ve spor öğretmenliği öğretim programında fair play eğitimi; sportmenlik, etik davranış ve sosyal sorumluluk kazanımlarıyla ilişkilendirilerek programa entegre edilmiştir(MEB, 2018).

4. Sportif Politikalar ve Kurumsal Yaklaşımlar

Ulusal ve uluslararası kurumların spor politikaları kapsamında, fair play eğitiminin yaygınlaştırmasında kurumsal yaklaşımlar belirleyici bir role sahip olduğu bilinmektedir. IOC, FIFA, UEFA, CIFP gibi sportif kurum ve kuruluşlar, her yıl belirli dönemlerde etik davranış ve fair play ödülleri aracılığıyla bu programın uygulanabilirliğini teşvik etmektedirler(FIFA, 2022).

Sonuç

Bu derlemede sporda fair play eğitimi kapsamında ele alınan başlıklar incelenmiştir. İncelenen başlıklar sonucunda fair play eğitiminin spor alanlarında veya sportif ortamlarda bireylerin dürüstlük, adalet ve sorumluluk gibi ahlaki değerlere sahip olmasını desteklediğini, sadece spor alanlarında değil bireyin olduğu her noktada toplumsal normların gelişmesi için kullanılması gerektiği anlaşılmıştır. Sonuç olarak fair play eğitiminin hem sporcular hem de toplum için önemli bir değer olduğu ve bu eğitimin daha sistematik bir şekilde yaygınlaştırılması, gelecek dönemde yapılacak çalışmalarda fair play eğitiminin farklı kültürlerde uygulanış biçimleri, davranış biçimleri ve etkilerinin araştırılması önerilmektedir.

Kaynakça

Boardley, I. D., & Kavussanu, M. (2009). The influence of social variables and moral disengagement on prosocial and antisocial behaviors in field hockey and netball. *Journal of Sport & Exercise Psychology, 31*(6), 843–864.

FIFA. (2022). *Fair play and social responsibility report*. Fédération Internationale de Football Association.

Gürpınar, B. (2014). Fair play concept in sport and education. *Educational Sciences: Theory & Practice, 14*(5), 1801–1806.

Hodge, K., & Lonsdale, C. (2011). Prosocial and antisocial behavior in sport: The role of coaching style, autonomy support, and moral disengagement. *Journal of Sport & Exercise Psychology, 33*(4), 527–547.

Kavussanu, M. (2012). Moral behavior in sport: A critical review of the literature. *International Review of Sport and Exercise Psychology, 5*(1), 1–24.

Ludwiczak, M. (2022). Fair play in physical education and sport. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(12), 1–14.

International Olympic Committee (IOC). (2017). *Olympic values education programme (OVEP)*. Lausanne: IOC.

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2018). *Beden eğitimi ve spor dersi öğretim programı*. Ankara: MEB Yayınları.

Rutten, E. A., Schuengel, C., Dirks, E., Stams, G. J. J. M., Biesta, G. J. J., & Hoeksma, J. B. (2011). The contribution of organized youth sport to antisocial and prosocial behavior in adolescent athletes. *Journal of Youth and Adolescence, 40*(3), 255–264

Shields, D. L., & Bredemeier, B. L. (2011). *Advances in sport morality research*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Shields, D. L., Funk, C. D., & Bredemeier, B. L. (2018). Predictors of moral behavior in sport. *Kinesiology Review, 7*(2), 163–174.

Simon, R. L., Torres, C. R., & Hager, P. F. (2015). *Fair play: The ethics of sport*. Routledge.

Sukys, S., Kavaliauskas, S., & Lazauskas, R. (2021). Moral identity and attitudes toward doping. *International Journal of Sport Policy and Politics*, 13(2), 1–14.

Vallerand, R. J., Deshaies, P., Cuerrier, J. P., Brière, N. M., & Pelletier, L. G. (1997). Toward a multidimensional definition of sportsmanship. *Journal of Applied Sport Psychology, 9*(1), 1–21.

Yıldıran, İ. (2002). Fair play kavramı ve spor ahlakı. *Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 13(4), 1–10.

TÜRKİYE'DE KÜLTÜR TURİZMİ GELİŞİMİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ

Burcu Kaya Sayarı
Dr. Öğr. Üyesi, Anadolu Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Turizm Rehberliği Bölümü, Eskişehir.
ORCID: 0000-0001-7775-5813

Ebru Düşmezkalender
Doç. Dr., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Turizm İşletmeciliği Bölümü, Eskişehir.
ORCID: 0000-0001-6197-1394

ÖZET
Değişen turist profili, küreselleşmenin etkileri ve deneyim odaklı turizm eğilimlerinin ortaya çıkmasıyla birlikte destinasyonların farklı ve yenilikçi turistik ürünler geliştirmesi zorunlu hale gelmiştir. Bu dönüşüm sürecinde ortaya çıkan rekabet baskısı, birçok destinasyonda doğal ve kültürel kaynakları özensiz, kontrolsüz ve yoğun bir biçimde kullanmaya itmektedir. Bu durum, turizm faaliyetlerinin uzun vadeli sürdürülebilirliği için bir tehdit haline gelmiştir. Özellikle kültür turizmi destinasyonlarında bu sorun daha belirgindir. Bu alanlardaki yüksek ziyaretçi sayısı ve plansız kullanım taşıma kapasitesinin aşılmasına, kültürel varlıkların bozulmasına veya yok olmasına sebebiyet vermektedir. Çekicilik gücü yüksek olan kültürel varlıkların yoğun şekilde kullanılması ve tüketilmesi kültürel mirasın ve destinasyonun sürdürülebilirliğini tehlikeye atmaktadır.
Türkiye bağlamında bakıldığında, ülkenin zengin coğrafi yapısı, köklü tarihi, somut ve somut olmayan kültürel mirası kültür turizmi açısından önemli bir potansiyel sunmaktadır. Antik kentleri, camileri, gelenekleri, ritüelleri, arkeolojik alanları Türkiye'nin kültür turizmindeki gücünü ortaya koymakta, uluslararası pazarda öne çıkarmaktadır. Ancak bu potansiyelin iyi yönetilmesi uygun sürdürülebilirlik modellerine bağlı kalmakla mümkündür. Bazı destinasyonlarda yaşanan ziyaretçi baskısı, koruma-kullanma dengesinin kurulamaması, yerel halkın turizm faaliyetlerine dahil edilememesi ve bütüncül bir paydaş katılımının olmaması gibi durumlar kültür turizminin sürdürülebilir şekilde yapılmasını engellemektedir. Bu nedenle kültürel mirasın korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması için yerel halk, kamu ve özel kuruluşlar, yerel ve merkezi otoriteler etkin iş birliğiyle çalışmalıdır. Bu çalışmada kültür turizmi ve sürdürülebilirlik arasındaki çok boyutlu ilişkinin Türkiye örneği üzerinden kavramsal bir perspektifle incelenmesi amaçlanmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Kültür, Kültür Turizmi, Sürdürülebilirlik, Türkiye.

EVALUATION OF THE CULTURAL TOURISM DEVELOPMENT IN TURKEY WITHIN THE CONTEXT OF SUSTAINABILITY

ABSTRACT
The changing tourist profile, the effects of globalisation, and the emergence of experience-oriented tourism trends have made it imperative for destinations to develop diverse and innovative tourism products. The competitive pressure arising from this transformation process is leading many destinations to use natural and cultural resources carelessly, uncontrollably, and intensively. This situation has become a threat to the long-term sustainability of tourism activities. This problem is particularly pronounced in cultural tourism destinations. The high number of visitors and unplanned use in these areas leads to exceeding the carrying capacity,

and the deterioration or destruction of cultural assets. The intensive use and consumption of culturally significant assets jeopardise the sustainability of cultural heritage and the destination itself.

In the context of Turkey, the country's rich geographical structure, deep-rooted history, and tangible and intangible cultural heritage offer significant potential for cultural tourism. Its ancient cities, mosques, traditions, rituals, and archaeological sites demonstrate Turkey's strength in cultural tourism and highlight its place in the international market. However, the effective management of this potential is only possible by adhering to appropriate sustainability models. In some destinations, factors such as visitor pressure, the inability to establish a balance between conservation and utilisation, the failure to involve local people in tourism activities, and the lack of holistic stakeholder participation hinder the sustainable development of cultural tourism. Therefore, local people, public and private organisations, and local and central authorities must work together effectively to protect and ensure the sustainability of cultural heritage. This study aims to examine the multifaceted relationship between cultural tourism and sustainability from a conceptual perspective, using the example of Turkey.
Keywords: Culture, Cultural Tourism, Sustainability, Türkiye.

GİRİŞ

Kültür ve turizm her zaman ayrılmaz bir bütün olmuştur. Kültürel mekanlar, tarihi ve turistik yerler, etkinlikler seyahat etmek için her zaman önemli bir motivasyon sağlamaktadır. Bununla birlikte seyahatin kendisi de kültürün üretimine katkı sağlamaktadır. Bu bağlantı son yıllarda daha açık şekilde bir tüketim biçimi olarak kültürel turizm şeklinde ifade edilmeye başlanmıştır. UNWTO'ya (Birleşmiş Milletler Dünya Turizm Örgütü) göre kültür turizmi, turistik tüketimin önemli bir unsuru olup turizme bağlı faaliyetlerin %39'unu oluşturmaktadır (Richards, 2018). Kültür turizminin bu denli yaygınlaşması sürdürülebilirlik kavramını da kültür turizmi uygulamaları ve turizm politikalarının merkezine taşımaktadır. Sürdürülebilirlik, kaynakların korunarak uzun vadede gelecek kuşaklara aktarılmasını amaçlamaktadır. Bu bağlamda kültürel miras; somut ve somut olmayan kültürel mirasın tamamını kapsamakta ve turizm faaliyetlerinin temel bileşenlerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Kültür ve turizm arasındaki ilişki dinamik bir yapıya sahip olup, bu ilişkinin sürdürülebilir şekilde uygulanması büyük önem taşımaktadır.

Türkiye özelinde değerlendirildiğinde, Anadolu coğrafyasının birçok medeniyete ev sahipliği yapmış olması, ülkeye zengin ve çok katmanlı bir kültürel miras kazandırmıştır. Antik kentlerden, tarihi yapılara, dini yapılardan geleneksel yaşam biçimlerine ve etkinliklere kadar uzanan bu çeşitlilik Türkiye'yi önemli bir kültür turizmi destinasyonu haline getirmiştir. Ancak bu potansiyelin korunması sürdürülebilir turizm anlayışına bağlı kalarak mümkün olmaktadır.

Bu çalışmada kültür turizmi ve sürdürülebilirlik arasındaki çok boyutlu ilişkinin Türkiye örneği üzerinden kavramsal bir perspektifle incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu bağlamda kültürel kaynaklar, yerel kalkınma ve sürdürülebilirlik arasındaki ilişkiler değerlendirilerek literatüre katkı sağlanması beklenmektedir.

KÜLTÜR TURİZMİ

Kültür turizminin sosyal bir olgu ve akademik bir konu olarak ortaya çıkması II. Dünya Savaşı sonrasında artan tatil amaçlı seyahatlere dayanmaktadır. 1960 ve 1970'li yıllarda gelir ve tüketim eğiliminin artışına bağlı olarak uluslararası seyahatler de artmıştır. 1980'lerde ise kültür turizmi yeterli ilgiyi görmeye başlamıştır. Kültür turizmi ile ilgili akademik çalışmalar bu dönemde ortaya çıkmış ve ilk tanım Dünya Turizm Örgütü tarafından yapılmıştır (Richards, 2018).

Son yıllarda ise kavrama ilişkin çok çeşitli tanımlar yapıldığı görülmektedir. Bu tanımlama farklılığı, kültürün hem yerel hem de küresel aynı zamanda hem çağdaş hem de tarihsel

niteliğine bağlanmaktadır. Bunun yanında fiziksel veya maddi, soyut ya da somut, politik ya da sembolik veya günlük yaşam pratiklerine kadar geniş kapsamda değerlendirilmektedir. Ayrıca kültür, bu sürece dâhil olan çok fazla paydaş tarafından şekillenir ve bu durum tanımlamayı zorlaştırır (Smith, 2015).

Kültürel turizmin yalnızca kültürel nedenlerle yapıldığına dair çok az kanıt bulunmaktadır. Bununla birlikte turistlerin kültürel motivasyonlarının ne olduğuna ilişkin farklılık oluştuğu için kültür turizmini tanımlamasında da çeşitlilik oluşmaktadır (Jovicic, 2016). En genel haliyle kültür turizmi; ziyaretçilerin bir destinasyondaki somut ve somut olmayan kültürel miras alanlarını keşfetme ve deneyimleme motivasyonuyla gerçekleştirdikleri bir turizm türüdür (istanbul.ktb.gov.tr).

Kültür turizmi insanların seyahat ederken kültürel tüketimde bulunmalarını içermektedir (Richards, 2020). Bu bağlamda kültürel kaynaklar temelinde gerçekleşmektedir. Kültür; sanat, dil, tarih, din, inanç, mimari, yaşam tarzı gibi birçok unsuru içine alan geniş bir kapsamda değerlendirilir (Meydan Uygur ve Baykan, 2007). Kültür turizmi açısından bakıldığında; bu unsurlara ek olarak tarihi kalıntılar, yerel halka ait gelenek-görenekler, el sanatları, yeme içme şekilleri, kıyafetler kültür turizminin çekici unsurları olarak değerlendirilmekte ve turistik ürün niteliği taşımaktadır. Bu turistik ürünleri ve varlıkları görmeye yönelik yapılan ziyaretler kültür turizmi olarak tanımlanmaktadır (Emekli, 2021).

Kültür turizmi destinasyona ekonomik katkı sağladığı gibi turizmin kaynağı olarak görülen kültür varlıklarına sahip çıkmanın bir yolu olarak da düşünülmektedir. Sürdürülebilir ilkeler doğrultusunda yapılan kültür turizmi yok olması muhtemel olan birçok varlığın tekrar turizme kazandırılması bağlamında önem taşımaktadır.

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE SÜRDÜRÜLEBİLİR TURİZM

Son dönemlerde artan kirlilik ve çevresel bozulma endişesi zorunlu olarak çevrenin korunması ve sürdürülebilirlik konusunu gündeme getirmiştir. Ancak sürdürülebilirlik konusunun geçmişi çok daha eskilere dayanmaktadır. Sürdürülebilir kalkınma kavramı ilk kez 1987 yılında Brundland Raporu olarak adlandırılan ve ortak geleceğimiz başlığı ile yayınlanan Birleşmiş Milletler Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu raporunda gündeme gelmiş ve bu tarihten sonra yaygınlaşmaya başlamıştır. Sürdürülebilir kalkınmanın hedefi kaynakları koruyarak kullanmak ve geliştirmektir (Akış, 1999). Sürdürülebilirlik kavramı, kaynakların dengeli ve akıllıca kullanımı anlamına gelmektedir (Lu ve Nepal, 2019).

Brundland Raporu'nda vurgulanan sürdürülebilirlik kavramına ilişkin tartışmalar ve kavramsallaştırma ihtiyacı bir süre sonra turizm alanına da sıçramış ve kavram turizm alanında da sıklıkla ele alınmıştır. Bu durum temelde turizm ve çevre arasındaki yakın ilişkiye bağlanmaktadır. Turizm, kaynaklara bağımlı bir sektördür ve bu nedenle hem ulusal hem de uluslararası ölçekte hesap verebilir olmalı (Lu ve Nepal, 2019), sürdürülebilirlik felsefesine bağlı kalınarak yapılmalıdır. Sürdürülebilir turizmi gerçekleştirmenin temel ilkesi bir destinasyondaki taşıma kapasitesinin aşılmamasıdır. Ayrıca küçük ölçekli ve uzun dönemli planlamalar yapılmalı, sürdürülebilir turizm faaliyetlerinin küçük ölçekli olarak planlanması ve yerel halkın turizm faaliyeti için karar verme hakkına sahip olması gerekmektedir (Akış, 1999).

YÖNTEM

Bu çalışmada, kültür turizmi ve sürdürülebilirlik arasındaki çok boyutlu ilişkinin Türkiye örneği üzerinden kavramsal bir perspektifle incelenmesi amaçlanmaktadır. Çalışmada, Türkiye'deki kültür turizminin sürdürülebilirliğine yönelik yapılan çalışmalar incelenmiştir. Bu kapsamda, The European Association of Historic Towns and Regions (EAHTR; Avrupa Tarihi Şehirler ve Bölgeler Birliği, 2006) tarafından ortaya konulan turizmde sürdürülebilir kültürel kalkınma ilkeleri doğrultusunda, farklı şehirlere yönelik yapılan çalışmalar üzerinde bütünleştirici bir literatür incelemesi gerçekleştirilerek genel bir tablo çıkarılması amaçlanmıştır.

Kültür turizminin yarattığı etkilerinin güvenilir bir şekilde değerlendirilmesi ancak doğru kriterlerle mümkün olmaktadır. Diğer yandan, bu değerlendirmeye yönelik kullanılan birçok kriter bulunmaktadır. Bu da seçim yapmayı zorlaştırmaktadır (Durovic ve Lovrentjev, 2014). Dahası, güncel araştırmalar, mevcut göstergelerin sayısının çokluğuna eksikliklerine işaret etmekte ve yeni göstergelere ihtiyaç duyulduğuna dikkat çekmektedir (Spencer ve Sargeant, 2024).

EAHTR (2006) kriterlerini ortaya koyarken önde gelen birçok çerçeveye dayanarak bir çalışma gerçekleştirmiştir. Avrupa Konsülü'nün çağrısı üzerine düzenlenen söz konusu çalışma ile sürdürülebilir kültürel turizmin temel prensipleri ortaya konulmuştur. Bu prensipler şu şekilde sıralanmıştır:

1. İklim değişikliği öncelikli önem verilen konulardan biri olmalıdır. Bu bağlamda, atık yönetimi ve kaynakların korunması önemlidir.
2. Tarihi yerlerdeki kültür ve miras unsurları turizm boyutundan daha fazla özen gösterilmelidir.
3. Özgünlük, kültür turizminin merkezinde olmalı ve yerel halklara saygılı bir yaklaşım benimsenmelidir.
4. Kültürel turizm ekonomik olarak önemli bir faaliyettir. Sürdürülebilir gelişime katkıda bulunacak şekilde planlanmalıdır.
5. Kültür turizmi, kültürel ve mirasla ilgili unsurların korunmasına katkı sağlamalıdır.
6. Yerel halkın ihtiyaçları kritik öneme sahip olduğundan kültürel turizmin de sahipliği bu doğrultuda olmalıdır.
7. Kültürel turizmin yerel halka sağladığı faydada eşitlik benimsenmelidir.
8. Etkin yönetim ve gelişme tüm yerel paydaşların iş birliğini gerektirmektedir.
9. Kültürel turizm, ziyaretçilerin ihtiyaçlarına yanıt verirken yüksek kaliteli bir deneyimi hedeflemelidir.
10. Turizmin etkisi, fiyatlara yansıtılmalıdır.
11. Kültürel turizm daha sürdürülebilir bir ulaşım çerçevesinde planlanacaktır.
12. Kültürel turizmin planlanmasında değişimlere yanıt verecek şekilde ilerlenmelidir.

İlgili raporda, sürdürülebilir kültürel turizm yaklaşımında, bu unsurlar dikkate alınarak, 4 ana başlıkta gruplanan bir yapılandırmanın göz önünde bulundurulabileceği belirtilmiştir (EAHTR, 2006):

1. ***Ziyaretçiler:*** İstekleri ve iyi oluş hali (kaliteli deneyim)
2. ***Endüstri:*** Turizm işletmelerinin karlılığı
3. ***Yerel Halk:*** Yerel halkın değerlerine ve yaşam kalitesine saygılı turizm pratikleri
4. ***Çevre:*** Kültürel ve fiziksel çevre unsurlarının korunması

Bu kapsamda, çalışmada Türkiye'nin farklı bölgeleri üzerine yapılmış kültür turizmine ve sürdürülebilirliğe odaklanan çalışmalardan faydalanılmıştır. Kültür turizmi destinasyonlarına dair yukarıda sıralanan sürdürülebilirlik odaklı, dört ana başlıktan yararlanılmıştır. Bu yolla, Türkiye'nin kültür turizmine dair bir durum tespiti ortaya konulmuştur.

BULGULAR

İlgili kriterler bağlamında, yapılan çalışmalarda destinasyonlar özelinde işaret edilen durumlar tablo halinde aşağıda özetlenmiştir.

Yer	Ziyaretçiler	Endüstri	Yerel Halk	Çevre
Kütahya (Aizonai Antik Kenti) (Dinç ve Arı, 2021)	Alt yapı sorunları mevcuttur. Ulaşım sorunları mevcuttur. Turistler tarafından ekonomik görülmektedir. İşletmelerin hizmet kalitesi yetersizdir.	Tanıtım faaliyetlerine ihtiyaç vardır. Turizm mevsimseldir. Gastronomi değerleri ön plana çıkarılmaya ihtiyaç duymaktadır, yöreye özgü ürünler kullanılmalıdır.	Yerel halkın turizm konusunda bilgilendirilmesi gerekmektedir.	Turizme yönelik stratejik planlamaya ihtiyaç vardır. İlçenin doğal güzellikleri vardır.
Konya (Güneş ve Pekerşen, 2019)		Tanıtım faaliyetlerine ihtiyaç vardır. Kültürel mirasın korunması maddi olarak desteğe ihtiyaç duymaktadır.	Yerel halk kültürel mirasın korunması konusunda bilinçlendirilmelidir. Yerel halkın turizmin kültürel miras unsurlarına zarar verebileceği fikri önemsenmelidir. Turizm çalışmalarında yerel halkın aktif olarak yer alması gerekmektedir. Yerel halk arasında turizmin gelişimine yönelik fikir birliği yoktur.	İyi bir turizm planlamasına ihtiyaç duyulmaktadır. Somut kültürel miras unsurları bakım ve yenileme yapılarak korunmaya ihtiyaç duymaktadır.
Gaziantep (Giritlioğlu ve Bulut, 2015)		Bölgede çekilen dizi ve filmler, şehrin tanıtım için faydalı olmaktadır. Ancak tanıtım	Yerel halkın turizm bilincinin arttırılmasına yönelik çalışmalara ihtiyaç vardır.	Gelişmiş yemek kültürü ve tarihi, kültürel değerleri yönünden zengindir.

		çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır.		
Ordu (Perşembe) (Karadeniz, 2014)		Tanıtım çalışmalarına ihtiyaç vardır.	Sivil toplum kuruluşlarının daha işlevsel olmaları ve aktif rol üstlenmeleri gerekmektedir. Yerel halkın bilgilendirme çalışmalarına ihtiyacı vardır.	Doğal ve kültürel değerleri ile önemli bir turistik potansiyele sahiptir.
Mersin (Aydıncık) (Akkuş ve Güneş, 2016)	Konaklama işletmeleri hizmet kalitesi bakımından yetersizdir. Kentsel altyapıda eksiklikler vardır.	Tanıtım çalışmalarına ihtiyaç vardır. Kurumlararası koordinasyon ve iş birliği eksikliği vardır.	Yerel halkın turizm konusunda bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Sivil toplum kuruluşları yeterince etkin değildir.	İlçenin turizm planlamasına ihtiyacı vardır. Fizibilite çalışmalarına ihtiyaç vardır. Mavi bayrak adayı plajları vardır. Doğal ve kültürel mirası zengindir.
İzmir (Çatalbaş ve Kılıç, 2021)		Ortak vizyon, strateji ve hedef eksiklikleri yaşanmaktadır. Ortak koordineli projeler mevcuttur. Yetki çatışmaları mevcuttur.	Kent paydaşları senkronize olmakta zorlanmaktadır. Sivil toplum kuruluşları aktiftir.	
Sivas (Şahin ve Baştürk, 2019)	Konaklama tesisleri yetersizdir. Yeme-içme mekânları artış göstermiştir. YHT mevcuttur.	Tanıtım çalışmalarına ihtiyaç vardır. Nitelikli/eğitimli turizm çalışanı eksikliği mevcuttur. Gastronomi unsurlarından daha fazla faydalanılmalıdır.	Yerel halkın turizm bilincinin arttırılması gerekmektedir.	Arkeolojik eser bakımından zengindir. Kültürel varlıklar çeşitlidir. Şehir mimarisi iyileşmektedir.
Bursa (Cumalıkızık) (Pekerşen, Güneş Secuk, 2019)	Altyapı eksiklikleri mevcuttur.	Tanıtım faaliyetlerine ihtiyaç vardır. İş eğitimlerine ihtiyaç vardır.	Yerel halk turizm planlaması sürecine dâhil edilmelidir. Yerel halk koruma hakkında	Taşıma kapasitesi çalışmalarına ihtiyaç vardır. Ziyaretçiler koruma faaliyetleri konusunda

			bilinçlendirilmelidir.	bilinçlendirilmelidir. Kültürel miras unsurlarının bakıma ihtiyacı vardır. Kimlik kaybının önlenmesi için çalışmalara ihtiyaç vardır.
Edirne (Er ve Bardakoğlu, 2016)	Yürüme ve bisiklet parkurlarına ihtiyaç vardır.	Esnafa yönelik turizm eğitimlerinin planlanması gerekmektedir. Bölgeye özgü hediyelik eşyalar tasarlanabilir. Tanıtım çalışmalarının desteklenmesi gerekmektedir.	Yerel halkın turizm ve sürdürülebilirlik konusunda bilinçlendirilmelidir. Paydaşlar arasında iş birliğine ihtiyaç vardır.	Nehir yatağında taşkınlar yaşanmaktadır, ıslah çalışmalarına ihtiyaç vardır. Turizm master planı hazırlanma aşamasındadır.
Kars (Kocalar, 2024)	Turizme yönelik ulaşım altyapısına ihtiyaç vardır. Gastronomi alanında gelişime ihtiyaç vardır.	Turizmden sağlanan gelirin arttırılma potansiyeli vardır. Turizm mevsimseldir. Geceleme sayısı azdır. Turizm ürünleri çeşitlendirilmelidir.	Sivil toplum kuruluşları turizm gelişiminde daha aktif yer almalıdır.	İyi korunmuş tarihi değerler mevcuttur. Planlı koruma ve kalkınma çalışmalarına ihtiyaç vardır.
Çanakkale (Sezgin ve Buluk Eşitti, 2024)	Konaklama işletmeleri yetersizdir. Ulaşım zordur.	Gökçeada ve Bozcaada adalarından önemli gelir elde edilmektedir. Tanıtım çalışmalarına ihtiyaç vardır. Geceleme sayısı azdır.	Sürdürülebilir turizm konusunda yüksek bilinç vardır.	Birçok plaj mavi bayraklıdır. Somut kültürel miras ve turistik ürünler açısından zengindir.

SONUÇ

Araştırma kapsamında ele alınan çalışmalardan şu değerlendirmeleri yapmak mümkündür:

- Türkiye zengin tarihi ve doğal güzelliklere sahiptir. Ancak çalışma kapsamında yer verilen her destinasyonun tanıtım çalışmalarına ihtiyaç duyduğu görülmektedir.

- Destinasyonların bazılarında yerel halkın turizmi desteklemediği ve birçoğunda yerel halkın turizm konusunda bilinçlendirilmesi ortak bir ihtiyaç olarak görülmektedir.
- Bazı destinasyonlarda, ulaşım altyapısı, geliştirilmesi gerek bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Destinasyona ve destinasyon içindeki ulaşım altyapısının güçlendirilmesi, turizm potansiyelini artırmanın yanı sıra turist deneyimini iyileştirmek için gereklidir.
- Birçok destinasyonda turizmin mevsimsellik gösterdiği ya da geceleme sayısının az olduğu görülmektedir. Alternatif turizm çeşitlerinin canlandırılması ve izlenecek planlama çalışmaları ile Türkiye bu sorunun üstesinden gelmeyi hedeflemektedir.
- Destinasyonlarda paydaşlar arası iş birliğinin arttırılmasına ve yerel halkın turizm gelişiminde daha aktif rol almasına ihtiyaç duyulduğu görülmektedir.
- Destinasyonlardaki işletmelerin hizmet kalitesinin iyileştirilmesi daha iyi bir ziyaretçi deneyimini beraberinde getirebilir. Benzer şekilde, bazı destinasyonlarda konaklama kapasitesinin eksikliği belirtilmiştir.
- Bazı destinasyonlarda turizm planlaması eksikliklerine işaret edilmiştir. Sürdürülebilir kültürel turizmin gelişimini desteklemek için dünya genelindeki en iyi uygulamalar izlenerek, ulusal plan ve politikalarla uyumlu yerel süreçler planlanabilir.

KAYNAKÇA

Akış, S. (1999). Sürdürülebilir turizm ve Türkiye. *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi, 10*(1), 36-46.

Akkuş, O., & Güneş, G. (2016). Mersin-Aydıncık ilçesi ve çevresinin kültür turizmi potansiyeli açısından değerlendirilmesi. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 16*(2), 73–98.

Çatalbaş, F., & Kılıç, S. E. (2021). Farklı kentsel paydaşların kültürel mirasın korunması ve kültür turizmine ilişkin görüşlerinin üst ölçekli planlar çerçevesinde değerlendirilmesi: İzmir örneği. *Ege Coğrafya Dergisi, 30*(1), 167–186.

Dinç, A., & Arı, S. (2021). Sürdürülebilir kültür turizmi bağlamında antik kentler: Aizanoi Antik Kenti örneği. *VIII. Uluslararası KOP Bölgesel Kalkınma Sempozyumu Bildiriler Kitabı* (26–28 Ekim 2021, Nevşehir), 541–549.

Durovic, M., & Lovrentjev, S. (2014). Indicators of sustainability in cultural tourism. *The Macrotheme Review, 3*(7), 180–189.

Emekli, G. (2021). Coğrafya, turizm, kültür ilişkilerinin turizm coğrafyasına yansımaları ve kültürel turizm. *Ege Coğrafya Dergisi, 30*(2), 405-428.

Er, Ö., & Bardakoğlu, Ö. (2016). Kültürel mirasın sürdürülebilir turizm ürünü çeşidi olarak değerlendirilmesi: Edirne örneği. *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 17*(2), 95–111.

Giritlioğlu, İ., & Bulut, E. (2015). Yerel halkın bakış açısına göre Gaziantep turizmi ve sürdürülebilirlik. *International Journal of Social and Economic Sciences, 5*(1), 25–31.

Güneş, E., Pekerşen, Y., Nizamlıoğlu, H. F., & Ünüvar, R. T. (2019). Konya ilinde sürdürülebilir turizm kapsamında kültürel mirasın korunması ve kullanımına yönelik yerel halkın görüşleri. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi, 10*(Ek Sayı), 1–14.

https://istanbul.ktb.gov.tr/TR-276244/kultur turizmi.html#:~:text=K%C3%BClt%C3%BCr%20turizmi%2C%20ziyaret%C3%A7inin%20temel%20motivasyonunun,oldu%C4%9Fu%20bir%20turizm%20etkinli%C4%9Fi%20t%C3%BCr%C3%BCd%C3%BCr. (Erişim Tarihi: 12.12.2025).

Jovicic, D. (2016). Cultural tourism in the context of relations between mass and alternative tourism. *Current Issues in Tourism, 19*(6), 605-612.

Karadeniz, C. B. (2014). Sürdürülebilir turizm bağlamında sakin şehir Perşembe. *Journal of International Social Research, 7*(29).
Kocalar, A. C. (2024). Kültür turizmi ve sürdürülebilir kalkınma politikaları bağlamında Kars. *Journal of Humanities and Tourism Research*, *14*(2), 124–145.
Lu, J. & Nepal, S. K. (2009) Sustainable tourism research: an analysis of papers published in the Journal of Sustainable Tourism, Journal of Sustainable Tourism, 17(1), 5-16.
Meydan Uygur ve Baykan, E. (2007). Kültür turizmi ve turizmin kültürel varlıklar üzerindeki etkileri. *Gazi Üniversitesi Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2, 30-49.
Pekerşen, Y., Güneş, E., & Seçuk, B. (2019). Kültürel miras turizmi değerlerinin korunması ve sürdürülebilirliği kapsamında yerel halkın tutumu: Cumalıkızık örneği. *Türk Turizm Araştırmaları Dergisi*, *3*(3), 350–368.
Richards, G 2020, Cultural tourism. in Routledge Handbook of Leisure Studies. Taylor and Francis, pp. 483-492. https://doi.org/10.4324/9781003074717-48
Richards, G. (2018). Cultural tourism: A review of recent research and trends. *Journal of hospitality and tourism management*, *36*, 12-21.
Şahin, D., & Baştürk, Y. A. (2019). Sürdürülebilir kültür turizmi: Sivas ili örneği. *Sivas İnterdisipliner Turizm Araştırmaları Dergisi*, (4), 71–89.
Sezgin, F., & Eşitti, B. B. (2024). Sürdürülebilir turizm kapsamında Çanakkale kültür turizminin SWOT analizi: Kent turizmini geliştirmek için öneriler. Journal of Global Food Research, 5(1), 1–20.
Smith, M. K. (2015). Issues in cultural tourism studies. Oxon: Routledge.
Spencer, D. M., & Sargeant, E. L. (2024). The use of indicators to measure the sustainability of tourism at cultural heritage sites: A critical review. *Tourism Recreation Research*, *49*(3), 563–576. https://doi.org/10.1080/02508281.2022.2069454
The European Association of Historic Towns and Regions. (2006). *Sustainable cultural tourism in historic towns and cities*. United Kingdom.

MİRAS TEMSİLİ VE PERFORMANS ARASINDA: ÖZGÜNLÜĞÜN AKTÖRLERİNİN ORTAYA ÇIKARILMASI

Burcu KAYA SAYARI[1]
[1]Dr. Öğretim Üyesi, Anadolu Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Turizm Rehberliği Bölümü, Eskişehir. [1]**ORCID:** 0000-0001-7775-5813

ÖZET
Miras temsilleri ve bunların özgünlüğü kültür turizmi için kritik önem taşımaktadır. Turistlerin arzu ettiği otantiklik konusunda tartışmalar olsa da (Boorstin, 1961; Bruner, 1991; MacCannell, 1973), otantikliğin üretimine katkıda bulunan taraflar üzerine de düşünülmelidir. Bu çerçevede, otantiklik deneyimi sürecinde üretici ve tüketicilerin iş birliği yaptığı birlikte yaratma yaklaşımı, miras temsillerinde önemli bir rol oynamaktadır (Bruner, 1994; Chronis, 2015). Birlikte yaratma kavramı, özgünlük tartışmasında yalnıza ziyaretçilerin bakış açısını dikkate alan perspektiflerden uzaklaşıldığına işaret etmektedir. Bununla birlikte, literatürde miras deneyimlerinin yaratılmasında rol alan üreticiler gibi diğer aktörlerle ilgili boşluklar da bulunmaktadır (Farrelly, Kockb ve Josiassen, 2019). Miras turizminde özgünlük üreten çeşitli aktörlerle ilgili araştırmalardan yola çıkan bu çalışma, miras deneyimlerinde özgünlük inşası süreçlerinin yanı sıra mevcut alan yazında değinilen aktörlerin incelenmesini amaçlamaktadır. Böyle bir yaklaşım sadece miras turizmi ve özgünlük tartışmalarının dinamik bir şekilde kavranmasını değil, aynı zamanda aktörler arasındaki ilişkilerin daha derin bir şekilde anlaşılmasını da sağlayacaktır.
Anahtar Kelimeler: özgünlük, miras turizmi, turist deneyimi, performans.

BETWEEN HERITAGE REPRESENTATION AND PERFORMANCE: UNVEILING ACTORS OF AUTHENTICITY

ABSTRACT
Heritage representations and their authenticity are of critical importance for cultural tourism. While there are debates about the authenticity sought by tourists (Boorstin, 1961; Bruner, 1991; MacCannell, 1973), consideration should also be given to the parties contributing to the production of authenticity. In this context, the co-creation approach, in which producers and consumers collaborate in the process of experiencing authenticity, plays an important role in heritage representations (Bruner, 1994; Chronis, 2015). The concept of co-creation indicates a shift away from perspectives that consider only the visitors' point of view in the authenticity debate. However, there are also gaps in the literature regarding other actors involved in the creation of heritage experiences, such as producers (Farrelly, Kockb and Josiassen, 2019). Building on research on various actors who produce authenticity in heritage tourism, this study aims to examine the processes of constructing originality in heritage experiences, as well as the actors discussed in the literature. Such an approach will not only enable a dynamic understanding of heritage tourism and authenticity debates but also provide a deeper understanding of the relationships between actors.
Keywords: authenticity, heritage tourism, tourist experience, performance.

GİRİŞ
Turizm araştırmalarında özgünlük kavramı hala kullanışlı olduğu savunulsa da, doğasındaki sorunların çözümüne yönelik farklı fikirler ortaya atılmaktadır. Özgünlüğü, nesne hakkında olan gerçeklik ya da doğruluk perspektifinden çok, etiketin ötesine geçmeyi başaran bir süreç doğrultusunda ele almanın gerekliliği vurgulanmaktadır. Bu bağlamda, süreç boyunca ortaya

çıkan bağlantılar, epistemolojik, ontolojik ve deneyimin merkezindeki özne bakımından sorgulanmaktadır (Moore vd., 2021).
Özgünlüğü mümkün kılan temel unsur ve süreçler farklılık gösterdikçe onun araştırma yaklaşımındaki kavranış biçimi de paralel olarak değişmektedir. Böylece, özgünlük üzerine olan güncel araştırmalar, nesnenin ötesine geçen, kavramın toplumsal olarak inşa edilmiş yönünün önemine de vurgu yapmaktadır. Bu nedenle, özgünlüğün anlaşılmasında toplumsal inşa edilmesi süreci ile bireysel boyutu arasındaki aktarım sürecinin daha detaylı tasvirine yönelik çalışmalar da devam etmektedir (örn, Rickly ve Canavan, 2024).
Turistlerin özgünlük algısı birçok faktörden etkilenebilmektedir. Bunların içinde toplumsal gerçeklikler ve deneyimler de bulunmaktadır. Ayrıca turistlerin algıladıkları estetik, deneyim kalitesini zenginleştirebilmektedir. Ne var ki yalnızca özgünlük odaklı bir planlama yaklaşımı da işletmelerin başarısı ya da sürdürülebilirlik için yeterli olmamaktadır (Xu vd., 2022). Bu nedenle, sürece dahil olan tüm aktörlerin saptanması destinasyon başarısı için önemli olduğunu söylemek mümkündür. Bunlardan biri olan teknolojinin yer aldığı deneyimlerin yükselen bir trend olması özgünlük deneyimlerinin sanal ortamlara yönelik de gündeme gelmesine neden olmuştur. Yapılan araştırmalardan sanal ortamların deneyimler üzerinde olumsuz etkilerinin olduğunu ve özgün bir hava yaratamadıklarını savunan çalışmaların yanı sıra nesnel, inşacı ve varoluşsal özgünlüğü de mümkün kılabileceğini savunan çalışmalar da mevcuttur (Samaniego-Ch´avez vd., 2025).
Miras turizminde özgünlük üreten çeşitli aktörlerle ilgili araştırmalardan yola çıkan bu çalışma, miras deneyimlerinde özgünlük inşası süreçlerinin yanı sıra mevcut alan yazında değinilen aktörlerin incelenmesini amaçlamaktadır. Böyle bir yaklaşım sadece miras turizmi ve özgünlük tartışmalarının dinamik bir şekilde kavranmasını değil, aynı zamanda aktörler arasındaki ilişkilerin daha derin bir şekilde anlaşılmasını da sağlayacaktır.

KÜLTÜREL MİRAS TURİZMİNDE ÖZGÜNLÜK

Özgünlük turizm araştırmalarının en fazla tartışılan kavramlarından biridir (Rickly, 2022). Kavram, miras korunmasından turizm alan yazınına geçmiştir ve "sahnelenmiş özgünlük" ya da inşacı bağlam veya turist deneyimi ile arasındaki ilişki gibi farklı perspektiflerden ele alınmıştır (Wang vd., 2015). Araştırmalardaki farklı bakış açılarının uzlaşması mümkün olmamıştır. Bu nedenle, "tek bir terimden sayısız ve uzlaşmaz anlamı temsil etmesini istemenin uygun olmadığı" da öne sürülmüştür (Reisinger ve Steiner, 2006, 81).
Özgünlük nesnel bir terim olarak, gerçek ve sahici olanı imler. Böylece uzun süre değişmeden kalma ya da kopya olandan ziyade orijinal olana işaret etmektedir (Park, 2019). Benzer şekilde, nesnelere ilişkin ya da nesnel özgünlük, gezilen nesnelerin özgün olmaları ya da bu şekilde algılanmalarını ifade etmektedir (Mkono, 2013). Boorstin ve MacCannell nesnel özgünlüğün belirli bir standarda dayalı olarak ölçülebileceğini savunmaktadır. Modernist anlayışın bir uzamı olarak karşımıza çıkan nesnel özgünlük, gerçeklik ve doğruluk için sabit, bilinebilir kriteler ortaya koymaktadır (Reisinger ve Steiner, 2006). Bu anlayışta temel aktör nesnedir.
İnşacı özgünlükte ise Cohen ve MacCannell'ın yaklaşımlarından farklılaşma öne çıkmaktadır. Bu bağlamda, nesnenin özgün olup olmaması sosyal olarak inşa edilir ve değişkendir (Mkono, 2013). İnşacı özgünlük, modernist ve nesnelci fikirlerin karşısında inşacı fikirler bulunmaktadır. Özgünlük bu yaklaşımda biraz daha kaygan bir zemine sahiptir ve bu zeminin sosyal veya kişisel yapısı ona değişkenlik kazandırmaktadır (Reisinger ve Steiner, 2006). Bu sınıflama, somut bir unsuru ya da somut nitelikteki turizm nesnelerine içkin özellikleri ifade etmez. Bu süreçte, farklı değerlendirme kriterleri atfedilen değerler ve inançlar bir bakıma toplum ya da belirli güçler tarafından belirlenmektedir. İnşacı yaklaşıma sahip araştırmacılar, nesnel özgünlük kriterlerinin bile nesnel olarak belirlenmekten ziyade benzer süreçlerden geçerek

ortaya konulduğunu öne sürerek, nesnel özgünlüğün, inşacı özgünlük kapsamında ele alınmasını savunmuştur (Zhou vd., 2023).

Toplumsal inşacı yaklaşımlarda yeni tartışmalar toplumsal inşa edilen süreç ile bireyin deneyiminin kesintisiz olarak tasvir edilebilmesine de odaklanmaktadır. Bu bağlamda, özgünlüğü inşa eden taraflar arasındaki akışın da netlik kazandığını belirtmek mümkündür. Rickly and Canavan (2024) özgünlüğü mümkün kılan unsurlardan yola çıktıları çalışmalarında özgünlüğün yokluğu noktasından başlayan, varlığının yerinde ortaya çıkması ve özgünlük sonrası aşamaların izlediği bir sürece yer vermişlerdir. Bu tür bir yaklaşım, özgünlüğün farklı kavramsallaştırmalarının da araştırma yaklaşımına dahil edilebilmesini sağlamıştır. Böylece turistlerin seyahat öncesi hayal kurma, performans ve ortak yaratıcı eylem yoluyla anlam oluşturulması ve sonrasında turistlerin karşılaştıkları durumlara verdikleri tepki özgünlük sonrasında da devam etmektedir (Rickly and Canavan, 2024). Süreci geniş bir yaklaşımla tasvir eden bu bakış açısının yer verdiği aktörler de turist ve deneyimin toplumsal kökenleri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Varoluşsal özgünlük ise doğrudan kişinin kendi deneyimi ile ilgili bir olgudur (Mkono, 2013). Aktivite temelli bir yaklaşımdır (Wang, 1999). Bu çalışmalara bir örnek olarak Xu vd. (2022) Şangay'ın banliyölerindeki iki turistik kasaba üzerinde gerçekleştirdikleri araştırmada, kültürel turist kasabaların özgünlüğüne odaklanmıştır. Çalışma kapsamında, ziyaretçiler tarafından kullanılan fotoğrafçılık yöntemi kullanılmıştır. Araştırma, katılımcıların nesnel özgünlük konusunda endişe taşımadıkları ve daha çok deneyimin keyif boyutuna odaklandıklarını ortaya koymuştur. Çalışma kapsamında, katılımcıların turist alanlarında yine de nesne-temelli (nesnel ve inşacı) özgünlüğe değer verdiklerini, bazıları için de varoluşsal özgünlüğün tercih edildiği bulgusuna ulaşılmıştır. Ayrıca, araştırma kapsamında, özgünlük ve keyifli deneyim unsurlarının bir arada arandığına dikkat çekmektedir (Xu vd., 2022). Çalışmada, özgünlüğün deneyimlenmesinde mekanların da rolü ön plana çıkmaktadır. Bu kapsamda planlama çalışmalarına yönelik de öneriler getirilmiş, sofistike tasarımlarla ziyaretçilerin deneyimlerinden alabileceği keyfin arttırılabileceği belirtilmiştir.

TEKNOLOJİ

Özgünlüğün turizm deneyimlerinde sanal gerçeklik doğrultusunda deneyimlenmesinde yargıya dayalı özgünlük, algılanan özgünlük, cihaza dayalı varoluşsal özgünlük ve hiper-özgünlük boyutlarının mevcut olduğu ortaya konulmuştur (Gao vd., 2025). Güncel alan yazında, teknolojinin turizm deneyimi yaratmadaki rolü nedeniyle etkileşimli tarafının ele alınmasına yönelik yeni yaklaşımlara ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir. Bunun sebebi olarak ise pazarlamanın iki tarafa da yer veren ve çift yönlü etkileşim doğrultusunda bir yaratımı içeren doğası işaret edilmiştir (Vo vd. 2023).

Sanal gerçeklik uygulamaları, bir miras alanının sahip olduğu olanakları uzaktan tanıtabilmektedir. Bu tanıtım, anlatım ve atmosfer açısından etkili yöntemlerle birleştiğinde bireylerde bu destinasyonların bizzat ziyaret edilmesi isteğini arttırmaktadır (Atzeni, 2021). Diğer yandan, güncel araştırmalarda, özgünlük inşasını olumlu etkileyebilen bir aracı olan teknolojinin, olumsuz taraflarına da yer verilmektedir. Bu kapsamda, AI, robotlar ya da Metaverse gibi yenilikçi teknolojilerin miras turizminde kullanımının ilk olarak gizlilik endişelerini de beraberinde getirdiğine işaret edilmektedir (Jia vd., 2025). Bu duruma ek olarak, etik kaygıların gündeme gelmesi, katılımcı psikolojisinin olumsuz yönde etkilenmesi ve turizmde sızıntı yaşanması gibi potansiyel risklere de dikkat çekilmektedir. Özgünlük alanında ise teknoloji ile desteklenen turist deneyimlerinde, mirasın gerçeği ile tutarlı şekilde sunulmasında ya da gerçeklikle kurulan bağın korunmasında sorun yaşanabileceği belirtilmektedir (Jia vd., 2025). Aynı doğrultuda, karar vericiler, simülasyon yoluyla oluşturulmuş bir turist deneyiminin gerçek tarihi alana olan ziyaretçi ilgisini olumsuz etkileyebileceğini de düşünmektedir. Bu nedenle, metaverse deneyimlerinin turizm

deneyimlerinin bir alternatifi değil bir tamamlayıcısı olarak kurgulanmasının özgünlük konusundaki endişeleri giderebileceği belirtilmektedir (Almasooudi, 2024).
Teknoloji hem miras özgün deneyimin ortak üretimine katkıda bulunan bir aktör hem de farklı tarafların ortak üretimini mümkün kılmaktadır. Samaniego-Ch´avez vd., (2025) canlı yayınlanan müze turlarındaki özgünlüğün inşasına odaklandıkları araştırmalarında, özgünlüğün semiyotiği yaklaşımından faydalanmışlardır. Araştırmacılar, fiziksel müzelerde özgünlüğün maddeliğe ve kurumsal otoriye dayandığını, diğer yandan, dijital ortamlarda gerçek zamanlı izleyicilerin kolektif yorumları ve onaylamaları ile sürecin farklılaştığını savunmaktadır. Bu koşullar, izleyiciler arasında ortak üretim, ortak onaylama ve doğrulamaya da uygun bir ortam yaratmaktadır (Samaniego-Ch´avez vd., 2025).

YERİNDE DENEYİMDE ARACILAR

Deneyim canlı ve cansız unsurlarla yaşanan etkileşimlerle şekillenirken bireyde farklı duygular uyandırır. Aynı doğrultuda, yaşanmış deneyim, yer ve özgünlükle ilgili performatif bakış açılarının ortak noktasıdır (Rickly-Boyd, 2013). "Varoluşsal özgünlük, birey içinde izole bir şekilde yaratılmaz, ancak sosyal, kültürel ve fiziksel karşılaşmaların etkisiyle geçici anlarda ortaya çıkar" (Rickly-Boyd, 2013: 684). Bu nedenle, özgünlük deneyimine dahil olan bu karşılaşmaların da ayrı şekillerde ele alınması farklı aktörlerin aydınlatılmasını sağlayabilir.
Özgünlük turizm alan yazınında başlarda temel olarak iki ideoloji bağlamında ele alınmıştır. Bunlardan ilki inşacı yaklaşım ikincisi ise özcü yaklaşımdır. Bu bağlamda, satın alma sürecinde özgünlük akışının üzerine düşünmek ve özgünlüğün yaratıcılardan alıcılara mı yoksa tersini barındıran bir süreçten mi geçtiğini tespit etmenin önemli olduğu vurgulanmıştır (Chabra, 2005). Chabra (2005) Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'da İskoç malları satan satıcılara odaklandığı çalışmasında arzın önemini ortaya koymuştur. Bu kapsamda, özgünlük olgusunun arz odaklı olduğunu ve satıcıların üreticiler ve tüketiciler arasında bir aracı görevini üstlendiğini ortaya koymuştur. Chabra (2005) Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'da İskoç malları satan satıcılara odaklandığı çalışmasında satıcıların ürünlerin özgünlüğünün sorulması durumunda üreticiye yöneldiklerini ortaya koymuştur. Bu kapsamda, her ne kadar özgünlüğün oluşması sürecinde daha "pasif" olarak algılansalar da turistlerle olan iletişimlerinde verdikleri bilgiler nedeniyle mirasın tasvirini şekillendirmektedirler (Chabra, 2005).
Turist değerinin ortak yaratımı ile hediyelik eşya özgünlüğünü konu aldıkları araştırmalarında Deng vd. (2021) hediyelik eşyanın özgünlüğünün ve turist değerinin ortak yaratımının hediyelik eşyaların da algılanan değeri üzerinde olumlu etkisinin olduğu bulgusuna ulaşmışlardır. Araştırma, turistlerin bölge kültürüne hâkim olmadığı durumlarda, hediyelik eşyanın özgünlüğünü de doğru yorumlamamaları ihtimaline odaklanmaktadır. Böylece, yazarlar, hediyelik eşyanın özgünlüğünün turistler için belirgin hale gelmesinde hediyelik eşya satıcılarının sunumlarının önemine dikkat çekmektedir.
Leong vd (2024) turistlerin tur rehberleriyle ve özgün mekanlarla etkileşime girerek elde ettikleri deneyimlerde hikâye anlatımının rolüne odaklanmıştır. Bu kapsamda, tarihi hikâye anlatımının, tur rehberi etkileşimlerini ve özgünlük algılarını geliştirdiği ortaya koyulmuştur. Tur rehberi etkileşimine farklı bir bakış açısı sunan araştırma, bu etkileşimin hikâyeyi, mekânın özgünlüğüne bağlayan temel unsur olduğu bulguna ulaşmıştır. Bu bağlamda araştırmacılar, hikâye anlatımı, tur rehberi etkileşimi ve mekanların özgünlüğü gibi unsurların bir araya gelerek farklı değerleri birlikte yarattıklarını açıklamaktadır. Böylece, yukarıda belirtilen temel aracı aktörler arasında olan satıcılar ve hediyelik eşyalarla benzer şekilde, bir başka aracı unsur olarak tur rehberleri karşımıza çıkmaktadır. Leong vd'nin (2024) araştırması, tur rehberi etkileşimi, mekanların özgün algılanmasında kültürel miras turizminde hikayeler için bir köprü görevi gördüğünü ortaya koymaktadır.

SONUÇ

Miras turizmi deneyimlerindeki özgünlük kavramının doğasının, ilgili alan yazında sorunlu olduğu belirtilmekte, diğer yandan, kavramın vazgeçilmezliği vurgulanmaktadır. Bu nedenle,

bir çözüm olarak, doğasındaki sorunların üstesinden gelinmesine yönelik farklı fikirler ortaya atılmaktadır. Bu bağlamda, özgünlüğün epistemolojik ve ontolojik olarak anlaşılabilen bir kavram olduğu açıklanmakta ancak deneyim boyutunun anlaşılması için üzerine düşünmemiz gereken sorular olduğuna işaret edilmektedir (Moore vd., 2021). Bu araştırma, miras turizminde özgünlük üreten çeşitli aktörlerle ilgili araştırmalardan yola çıkarak, miras deneyimlerinde özgünlük inşası süreçlerinin yanı sıra mevcut alan yazında değinilen aktörlerin incelenmesini amaçlamıştır. Bu kapsamda, miras turizmi deneyimlerinin özgünlüğü tartışmalarında aktörler arasındaki ilişkilere farklı bir yaklaşım getirilerek özgünlük deneyiminin daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunması beklenmektedir.

KAYNAKÇA

Almasooudi, M. F. (2024). The possibility of applying metaverse in cultural heritage tourism: A case study on the ancient city of Babylon. Tourism and Hospitality Research, 14673584241308167.

Atzeni, M., Del Chiappa, G., & Mei Pung, J. (2022). Enhancing visit intention in heritage tourism: The role of object-based and existential authenticity in non-immersive virtual reality heritage experiences. International Journal of Tourism Research, 24(2), 240-255.

Bo Wendy Gao, Yanan Li, Naipeng (Tom) Bu & Chris Zhen Gan Zhu (07 Apr 2025): Beyond authenticity: scale development and validation for virtual authenticity, Current Issues in Tourism, DOI: 10.1080/13683500.2025.2488033

Boorstin, D. J. (1961). The image: A guide to pseudo-events in America. Vintage.

Bruner, E. M. (1991). Transformation of self in tourism. Annals of Tourism Research, 18(2), 238-250.

Bruner, E. M. (1994). Abraham Lincoln as authentic reproduction: A critique of postmodernism. American anthropologist, 96(2), 397-415.

Chhabra, D. (2005). Defining authenticity and its determinants: Toward an authenticity flow model. Journal of travel research, 44(1), 64-73.

Chronis, A. (2015). Substantiating Byzantium: The role of artefacts in the co-construction of narratives. Journal of Consumer Behaviour, 14(3), 180-192.

Deng, W., Lu, C., Lin, Y., & Chen, W. (2021). A study on the effect of tourists value co-creation on the perceived value of souvenirs: mediating role of psychological ownership and authenticity. Asia Pacific Journal of Tourism Research, 26(2), 200-214.

Farrelly, F., Kock, F., & Josiassen, A. (2019). Cultural heritage authenticity: A producer view. Annals of Tourism Research, 79, 102770.

Jia, S., Chi, O. H., Martinez, S. D., & Lu, L. (2025). When “old” meets “new”: Unlocking the future of innovative technology implementation in heritage tourism. Journal of Hospitality & Tourism Research, 49(3), 640-661.

Le, T. H., Kwek, A., & Wang, Y. (2022). Exploring cultural tourist towns: Does authenticity matter?. *Tourism Management Perspectives*, *41*, 100935.

Leong, A. M. W., Yeh, S. S., Zhou, Y., Hung, C. W., & Huan, T. C. (2024). Exploring the influence of historical storytelling on cultural heritage tourists' value co-creation using tour guide interaction and authentic place as mediators. Tourism Management Perspectives, 50, 101198.

MacCannell, D. (1973). Staged authenticity: Arrangements of social space in tourist settings. American Journal of Sociology, 79(3), 589-603.

Moore, K., Buchmann, A., Månsson, M., & Fisher, D. (2021). Authenticity in tourism theory and experience. Practically indispensable and theoretically mischievous?. Annals of tourism research, 89, 103208.

Park, E., Choi, B. K., & Lee, T. J. (2019). The role and dimensions of authenticity in heritage tourism. *Tourism Management*, *74*, 99-109.

Reisinger, Y., & Steiner, C. J. (2006). Reconceptualizing object authenticity. Annals of tourism research, 33(1), 65-86.
Rickly, J. M. (2022). A review of authenticity research in tourism: Launching the Annals of Tourism Research Curated Collection on authenticity. *Annals of Tourism Research*, *92*, 103349.
Rickly, J., & Canavan, B. (2024). The emergence of authenticity: Phases of tourist experience. Annals of Tourism Research, 109, 103844.
Rickly-Boyd, M. (2013) Existential Authenticity: Place Matters, Tourism Geographies, 15:4, 680-686,
Samaniego-Chávez, C. E., Shi, F., & Khamidullin, T. (2025). What makes online tours authentic? A semiotic analysis. Annals of Tourism Research, 114, 104018.
Vo, D. T., Mai, N. Q., Nguyen, L. T., Thuan, N. H., Dang-Pham, D., & Hoang, A. P. (2024). Examining authenticity on digital touchpoint: a thematic and bibliometric review of 15 years' literature. Journal of Research in Interactive Marketing, 18(3), 463-484.
Wang, Y., Huang, S., & Kim, A. K. (2015). Toward a framework integrating authenticity and integrity in heritage tourism. Journal of Sustainable Tourism, 23(10), 1468-1481.
Zhou, Q., He, Z., & Li, X. (2023). Quantifying authenticity: Progress and challenges. *Journal of Travel Research*, *62*(7), 1460-1479.

TÜRKİYE'NİN ENERJİ ÜRETİMİNDE KULLANILAN GÜNEŞ PANELLERİNİN ATIK GÖRÜNÜMÜ VE EKONOMİK ANALİZİ

Dr. Öğretim Üyesi Kenan KOÇKAYA
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Divriği Nuri Demirağ Meslek Yüksekokulu, Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü, 58300 Divriği, Sivas
ORCID ID: 0000-0002-5253-1511

ÖZET
Teknolojinin hızla gelişmesi elektrikle çalışan cihaz sayısında çok hızlı bir artış yaşanmasına ve bunun sonucunda da enerji tüketiminin ciddi oranda artmasına neden olmuştur. Bunlara ilaveten dünya nüfusundaki artışla birlikte enerji tüketimi yıllık bazda ortalama %1-%2 oranında artmaktadır. 2024 yılında önceki yıla göre enerji tüketimi küresel ölçekte %2.61 oranında artmıştır. Artan enerji talebini karşılamak yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgi sürekli artmaktadır. Toplam enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı yaklaşık olarak %24 olup bu rakamın 2050 yılına kadar %50'ye ulaşması beklenmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde yaygın olarak kullanılan kaynaklardan birisi güvenli, güvenilir, verimli ve çevre dostu, sınırsız bir enerji kaynağı olan güneş enerjidir. Güneş enerjisi kullanımı her geçen daha da artarken, enerji üretiminde kullanılan panellerin kullanım ömürlerinin sonuna geldiğinde ya da çeşitli nedenlerden dolayı kullanılamaz hale geldiğinde ne yapılacağı sorunu ciddi bir tartışma konusu olarak ortaya çıkmıştır. Güneş panelleri türüne bağlı olarak yapısında bakır indiyum selenit, bakır indiyum galyum (di)selenit , hekzafloroetan, polivinil florür gibi toksik bileşenler kadmiyum, arsenik, kurşun, kalay, gümüş gibi ağır metaller, alüminyum gibi hafif metaller ve silikon içermektedir. Bu nedenle güneş panel atıkların geri dönüştürülmesi ile ağır metallerin ve toksik bileşenlerin doğaya karışmasının önüne geçilebileceği gibi doğada az bulunan maddelerin geri dönüştürülmesi enerji israfının önlenmesine, çevre kirliliğinin azaltılmasına ve ekonomik faydalar sağlanmasına katkıda bulunabilir. Avrupa Birliği tarafından 2012 yılı itibarıyla güneş panellerini ve ekipmanları elektronik atık yönetim sistemine eklenmiş ve geri dönüşümü zorunlu hale getirilmiştir.
Bu çalışmada, Türkiye'deki atık güneş panellerin 2050 yılına kadarki atık miktarı ve bileşenleri çoklu regrasyon analizi kullanılarak tahmini olarak hesaplanmıştır. Ayrıca panellerin geri dönüşümü ile elde edilebilecek bileşenlerin ekonomik değeri ve geri dönüşüm enerji tüketimine ilişkin analizlere yer verilmiştir.
Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir enerji, Geri dönüşüm, Güneş Panelleri, Yapay sinir ağları, Yeşil Enerji

WASTE OUTLOOK AND ECONOMIC ANALYSIS OF SOLAR PANELS USED IN TÜRKİYE'S ENERGY PRODUCTION

ABSTRACT
The rapid development of technology has led to a rapid increase in the number of electrically powered devices, resulting in a significant increase in energy consumption. Furthermore, with the increase in the world's population, energy consumption is increasing by an average of 1%-2% annually. Global energy consumption increased by 2.61% in 2024 compared to the previous year. Interest in renewable energy sources to meet increasing energy demand is constantly increasing. Renewable energy sources account for approximately 24% of total energy production, and this figure is expected to reach 50% by 2050. One of the most widely used renewable energy sources is solar energy, a safe, reliable, efficient, and environmentally friendly, unlimited source of energy. While the use of solar energy continues to increase, the question of what to do when panels used in energy production reach the end of their lifespan or

become unusable for various reasons has emerged as a matter of serious debate. Depending on the type of solar panel, they may contain toxic components such as copper indium selenide, copper indium gallium (di)selenide, hexafluoroethane, and polyvinyl fluoride; heavy metals such as cadmium, arsenic, lead, tin, and silver; light metals such as aluminum; and silicon. Therefore, recycling solar panel waste can prevent the release of heavy metals and toxic components into the environment. Recycling naturally occurring materials can contribute to preventing energy waste, reducing environmental pollution, and generating economic benefits. As of 2012, the European Union added solar panels and equipment to its electronic waste management system, making recycling mandatory.
In this study, the amount and components of waste solar panels in Turkey until 2050 were estimated using multiple regression analysis. It also includes analyses of the economic value of the components that can be obtained by recycling the panels and the energy consumption associated with recycling.
Keywords: Renewable energy, Recycling, Solar Panels, Artificial neural networks, Green Energy

1. GİRİŞ

Enerji ulaşımdan barınmaya, sağlıktan eğitime kadar insan hayatının her alanında yaşam kalitemizi sürdürebilmek ve ülkelerin ekonomik kalkınmanın temel bir unsuru olarak olmazsa olmazdır. Enerjiye olan talep teknolojik gelişmelere ve artan dünya nüfusuna bağlı olarak sürekli artmaktadır. Türkiye'de 1990 yılında kişi başı enerji tüketimi 0,94 TEP (Ton petrol eşdeğeri) iken 2023 yılında 1,86 TEP'e yükselmiştir. Avrupa Birliği ülkelerinde 2023 yılında kişi başı enerji tüketimi ise 2023 yılında 2,82 TEP olarak gerçekleşmiştir (cevreselgostergeler.csb.gov.tr, 2025). Türkiye'de enerji tüketimi son 10 yılda %52 ve son 20 yılda %165 oranında artmıştır (enerji.gov.tr, 2025). Dünyada da benzer şekilde enerji arzı yıllık ülkelerin gelişmişlik düzeyine bağlı olarak ortalama %1,6-%3,5 oranında artmaktadır. Enerji üretimde kullanılan kaynaklara bakıldığında fosil kaynaklı yakıtların yaygın olarak kullanıldığı ancak son 10 yılda ülkelerin yenilenebilir enerji kaynaklarına yöneldiği görülmektedir. Yenilenebilir enerji güneş, rüzgar, toprak ve bitkiler gibi kendini yenileyen kaynaklardan elde edilen temiz ve bol miktarda enerji üretim vaadinde bulunmaktadır (Bull, 2011). Yenilenebilir enerji teknolojileri, fosil kaynaklı ve geleneksel enerji kaynaklarına göre önemli avantajlara sahiptir (Algarni et al., 2023). Dünyanın hemen hemen her ülkesinde çeşitli potansiyellerde yenilenebilir enerji kaynakları bulunmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları birbirini tamamladığı için, birlikte ele alındıklarında, siyasi istikrarsızlık veya manipülasyona tabi olan yabancı enerji kaynaklarına bağımlılık olmaksızın, dünyanın her ülkesinde enerji güvenliğine ve bölgesel kalkınmaya önemli ölçüde katkıda bulunabilirler. Dünya genelinde hükümetler, enerji kaynaklı çevresel sorunların üstesinden gelmek ve CO^2 emisyonlarını azaltmada yenilenebilir enerjiye büyük güven duymakta ve yatırım yapmaktadır (Gross et al., 2003). Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan güneş enerjisinin güvenilir, verimli, çevre dostu ve sınırsız olası nedeniyle ısı ve elektrik üretimde yaygın olarak kullanılmakta ve enerji üretimindeki payı her geçen gün artmaktadır (Günay & Yıldırım, 2024).
Güneş enerjisi teknolojilerinin giderek yaygınlaşması beraberinde bir takım problemlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Enerji üretiminde kullanılan fotovoltaik panellerin (PV) kullanım ömürleri 20-30 yıl arasında değişmektedir. 2000 yılların başında yaygın olarak kullanılmaya başlayan PV'lerin 2030 yılına gelindiğinde PV atık miktarının 1,7 ile 8 milyon ton, 2050 yılında ise 68-70 milyon ton olacağı tahmin edilmektedir (Weckend et al., 2016; Maghraby et al., 2025) . Benzer şekilde Türkiye'de PV atık miktarının ise 2030 yılında 19.794 ton 2050 yılında ise 660.579 ton olacağı tahmin edilmektedir (Koçkaya, 2025). Güneş panellerinin kullanım ömrünün sonuna gelindiğinde ya da çeşitli nedenlerden dolayı kullanılamaz hale geldiğinde ne yapılacağı ciddi bir tartışma konusu olarak son yıllarda ortaya

çıkmıştır. PV atıkları yapısında Cu, Ag, Si, Se, In, Ga, Te gibi çok sayıda değerli ve nadir metal içerir (Bigum et al., 2012; Klugmann-Radziemska & Ostrowski, 2010; Rocchetti & Beolchini, 2015). PV panellerinin geri dönüşümü ile bu metallerin geri kazanımı sonucunda ekonomik kazanımlar elde edilirken, çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlanabilir (Fiandra et al., 2019). Benzer şekilde, güneş hücrelerinin geri dönüştürülmesi ile güneş panellerinin yapımında kullanılan silikonun üretimi için yoğun enerji tüketiminin önüne geçilebilir (Huang et al., 2017). Tüm bunlara ilaveten kurşun, kadmiyum, kalay vb. gibi bazı ağır metaller güneş panellerinde yağın olarak kullanılmaktadır. Bu ağır metaller geri dönüştürülmezse ekosistemi kirletebilir ve canlı yaşamını tehdit eder hale gelebilir. Bu nedenle, güneş PV bileşenleri uygun bir biçimde toplanmalı ve doğru bir atık yönetimi ile üretim sistemine dahil edilmelidir (Divya et al., 2023). Bu çalışmada, ikinci bölümünde çoklu regrasyon analizi ve güneş panellerinin yapısı hakkında bilgi verilmiştir. Üçüncü bölümde Türkiye'deki atık güneş panellerin 2050 yılına kadarki atık miktarı ve bileşenleri çoklu regrasyon analizi kullanılarak tahmini olarak hesaplanmış ve elde edilen verilere yer verilmiştir. Dördüncü bölümde panellerin geri dönüşümü ile elde edilebilecek bileşenlerin ekonomik değeri ve geri dönüşüm enerji tüketimine ilişkin analiz bulgularına yer verilmiştir. Son bölümde ise geri dönüşüm ve sürdürülebilirlik açısında elde edilen bulgular yorumlanarak görüş ve öneriler sunulmuştur.

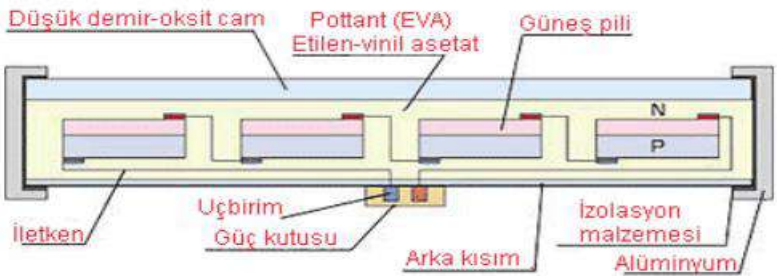
2. MATERYAL

2.1. Güneş Panelleri

Güneş panelleri bilinen adıyla fotovoltaik paneller güneş ışığını elektrik enerjisine dönüştüren malzemelerdir. FV panellerde güneş ışığından fotonların emilmesi sonucunda elektronlar serbest kalır ve elektrik akımı elde edilir. Fotovoltaik etki prensibine göre çalışan paneller, çevreci, yenilenebilir ve sürdürülebilir bir enerji kaynağıdır. Bu özelliklerinden dolayı güneş enerjisi fosil kaynaklara olan bağımlılığı azaltmak, karbon emisyonunu düşürmek ve enerji ihtiyacını karşılamak için yaygın bir şekilde kullanılmakta ve kullanımı her geçen gün artmaktadır (Zakharchenko et al., 2004; Rüstemli et al., 2013).

2.2. Güneş Panellerinin Yapısı ve Bileşenleri

Güneş panelleri, yarıiletken bir malzeme olan silikondan yapılmaktadır. Silikon, güneş ışığını elektrik enerjisine dönüştürebilen, fotovoltaik etki gösteren bir özelliğe sahiptir. Güneş panelleri, bir çok katmanın bir araya gelmesi ile oluşur. Şekil 1'de solar panelin hücre katmanları gösterilmiştir. Bir panel FV hücresi, üst katman, hücreyi koruyan kapsül, arka katman, fiberglas ve çerçeveden oluşmaktadır. FV panellerin en üst katmanın da temperlenmiş cam kullanılmaktadır. Işığın rahatlıkla FV hücrelerine kadar ilerleyebileceği geçirgenliği %90-95 düzeyindedir. Temperlenmiş cam fotovoltaik modüllerin yük taşıma ve dayanıklılığını artırır. Ayrıca panellere şeffaflık ve anti-refleks transparanlık sağlar. Cam tabakanın altında bulunan FV hücrelerin EVA (Etil vinil asetat) ile kapsüllenir. Bu sayede dış ortamın güneş hücrelerinin elektriksel performansını etkilemesi önlenirken, fotovoltaik modüllerin şeffaflığını artırrılır. Diğer bir FV bileşeni güneş hücreleri, doğrudan ışık enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren yarı iletken malzemelerden yapılmış yapılardır. Güneş ışığıyla ışıklandırılması sonucunda P-N bağlayıcı bölgesinde elektrostatik alan oluşur. Bu elektrostatik alanın etkisiyle elektron-delik çiftleri uyarılır ve birbirinden ayrışır. Ayrışan elektronlar ve delikler elektrot aracılığıyla toplanır ve bir akım oluşturur. Güneş hücreleri birbirne bağlamak ve akımı toplamak için kalay bakır karışımı fotovoltaik kaynak şeridi kullanılır. Son katman ise arka örtüdür. Arka örtü, FV hücrelerinin alt katmanını korumakla birlikte fotovoltaik modüllerin yaşlanma ve korozyon direncini artırır. Bunun bir sonucu olarak panellerin uzun ömürlü olmasını sağlar (Anonim, 2011s).



Şekil 1. PV panelin şematik gösterimi (Anonim, 2011s)

2.3. Güneş Panellerinin Geri Dönüşümü

Güneş paneli geri dönüşümü, hizmet dışı bırakılmış veya hasar görmüş fotovoltaik panellerden toksik bileşenlerin bertaraf edilerek çevresel etkilerini azaltmak ve değerli mineralerin yanı sıra metallerin ayrıştırılarak kazanılması ve yeniden kullanılmasını süreçlerini tanımlar. Güneş panelini oluşturan bileşenlerinin tamamının geri dönüşümü ekonomik olarak bir değer teşkil etmektedir. Bununla birlikte, güneş panellerinin en az kayıpla geri dönüştürülmeleri son derece önemlidir. Kullanım ömürleri dolan güneş panelleri geri dönüşüm tesislerinde işlenmekte ve uygun yöntemlerle bileşenlerine ayrılmaktadır. Bu bileşenlerin büyük bir çoğunluğunu alüminyum çerçeveler, cam ve plastik oluşturmaktadır. Gelişmiş ayrıştırma teknikleri ile panel bileşenleri %99 oranında geri dönüştürülebilir.

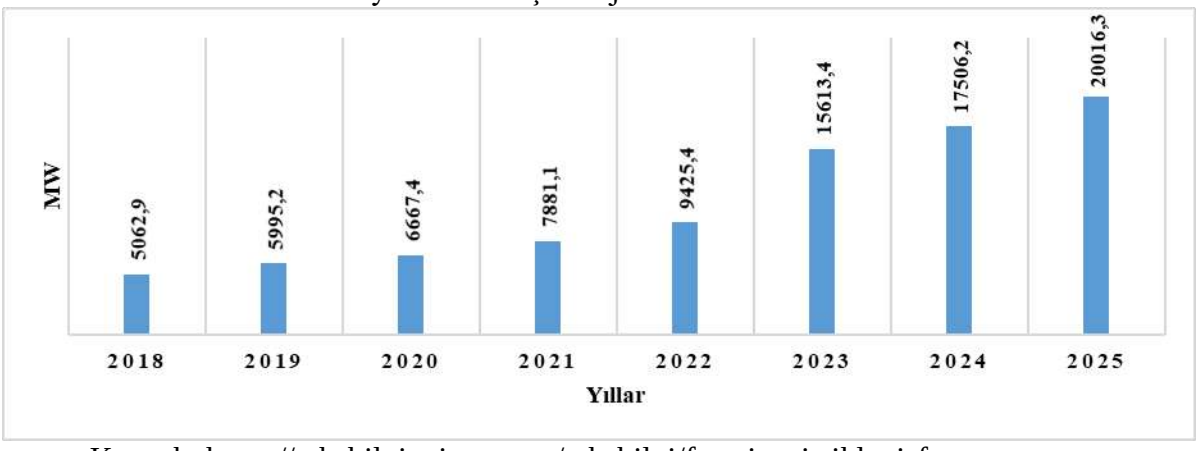
Güneş panellerinin geri dönüşümü stratejisi panel katmanların birbirinden ayrılması (delaminasyon), ayrıştırılması ve doğada sınırlı miktarda bulanan farklı elementlerin saflaştırılması aşamalarından meydana gelmektedir. Geri dönüşümde fiziksel, kimyasal ve termal geri dönüşüm yöntemlerinin yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir (Chi et al., 2014; Liu et al.,2010; Xu et al., 2018, McDonald & Pearce, 2010).

2.4. Türkiye'de Güneş Enerji Potansiyeli ve FV Geri Dönüşümü

2.4.1. Türkiye'nin Güneş Enerji Potansiyeli

Yenilenebilir enerji kaynakları olan ilgi her geçen gün artmaktadır. Güneş enerjisi bakımından Türkiye konumu itibariyle büyük bir potansiyele sahiptir. Güneş enerjisinden elektrik üretim kapasitesi her yıl bir önceki yıla göre daha da artmaktadır (Çanka, 2015). TEİAŞ Ocak 2025 verilerine göre Türkiye'de 31.642 adet güneş enerjisi santrali bulunmakta ve bu santrallerin toplam üretim kapasitesi 20.016,3 MW'dır (TEİAŞ, 2025). Grafik 1 incelendiğinde Türkiye'deki fotovoltaik sistemlerin kurulu güç kapasitesitesinde artışın olduğu görülmektedir.

Grafik1. 2018 ve 2025 Türkiye'nin Güneş Enerjisi Kurulu Gücü



Kaynak: https://ytbsbilgi.teias.gov.tr/ytbsbilgi/frm_istatistikler.jsf

2.4.2. Türkiye'de FV Geri Dönüşümü

Türkiye'de yenilenebilir enerji sektörü sürekli büyüme eğilimindedir. Türkiye'de, FV sistem toplam kurulu gücü 2018 yılında 5062,9 MW iken 2025 ocak ayında bu rakam 20016,3 MW çıkmıştır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) çalışma verilerine göre, Türkiye'nin yenilenebilir enerjiden elde edilen toplam elektrik kurulu gücü 2035 yılında 189,7 GW olacağı

tahmin edilmekte olup, güneş enerjisi kurulu gücünün de 52,9 GW olarak öngörülmektedir (ETKB, 2022). Güneş panellerinin ortalama ömrünün 25-30 yıl olduğu kabulü altında Türkiye'nin yakın gelecekte FV modül atık sorunu ile karşılaşacağını açık bir şekilde göstermektedir.
Türkiye'de son yıllarda atık yönetimi konusunda ciddi çalışmalar yapılmaktadır. 12.07.2019 tarihinde sıfır atık yönetmeliği, 26.12.2022 tarihinde atık elektrikli ve elektronik eşyaların yönetimi hakkında yönetmelik çıkarılmış ve uygulanmaya konulmuştur. Ancak, FV modüllerin geri dönüşüm, geri kazanım yöntem ve hedeflerinin belirlenmesine yönelik yasal bir mevzuat bulunmamaktadır.

2.5. Yöntem

Güneş enerji sektöründeki hızlı gelişme ve maliyet düşüşleri sürdürülebilir enerji kaynaklarına geçişte, FV sistemlerin anahtar bir role sahip olacağını göstermektedir. Yapılan çalışmada Türkiye'nin gelecekteki FV sistem kurulu gücü, FV atık ve bileşenlerinin miktarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada Türkiye'nin fotovoltaik kurulu gücünün tahmininde çoklu regresyon tahmin modeli kullanılmış ve elde edilen verilerden geri dönüştürülebilir FV panel atık miktarı hesaplanmıştır. Hesaplamada 2013 ile 2025 yılları TEİAŞ verilerinden faydalanılmıştır.

2.5.1. Çoklu Regresyon ile Tahminleme Modeli

Regresyon analizi ile bir değişkenin (bağımlı ya da bağımsız) gelecekteki durumu tahmin edilebilir. Birden fazla bağımsız değişkenin kullanıldığı regresyon analizine "çoklu regresyon analizi (multiple regression analysis)" adı verilir (Maxwell, 2000; Uyanık & Güler, 2013). Bu çalışmada FV modül kurulu gücünü tahminleme amacıyla çoklu regresyonu analizi yapılmıştır. Çoklu regresyon denklemi eşitlik 2.1 tanımlanmıştır.

$$Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + \cdots + a_n X_n \quad (2.1)$$

Eşitlik 2.1'de X_1, X_2, X_n giriş bağımsız değişkenlerini; Y, çıkış bağımlı değişkenini; a_0, a_1 ve $a_2$regresyon katsayılarını ifade etmektedir. Yapılan bu çalışmada X_1 birinci bağımsız giriş değişkeni olarak FV modül kurulu gücü, X_2, ikinci giriş bağımsız değişkeni olarak yıllar alınmıştır. Regresyon ile tahminlemesi yapılması amaçlanan Y çıkış bağımlı değişkeni tahmini FV kurulu güç miktarıdır. Eşitlik 2.1 katsayıları sırasıyla aşağıda belirtildiği gibi tanımlanmıştır.

$$x_i = X_i - \bar{X}_i \quad (2.2)$$

$$y = Y - \bar{Y} \quad (2.3)$$

$$a_0 = \bar{Y} - a_1\overline{X_1} - a_2\overline{X_2} \quad (2.4)$$

$$a_1 = \frac{(\sum yx_1)(\sum x_2^2) - (\sum yx_2)(\sum x_1x_2)}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - (\sum x_1x_2)^2} \quad (2.5)$$

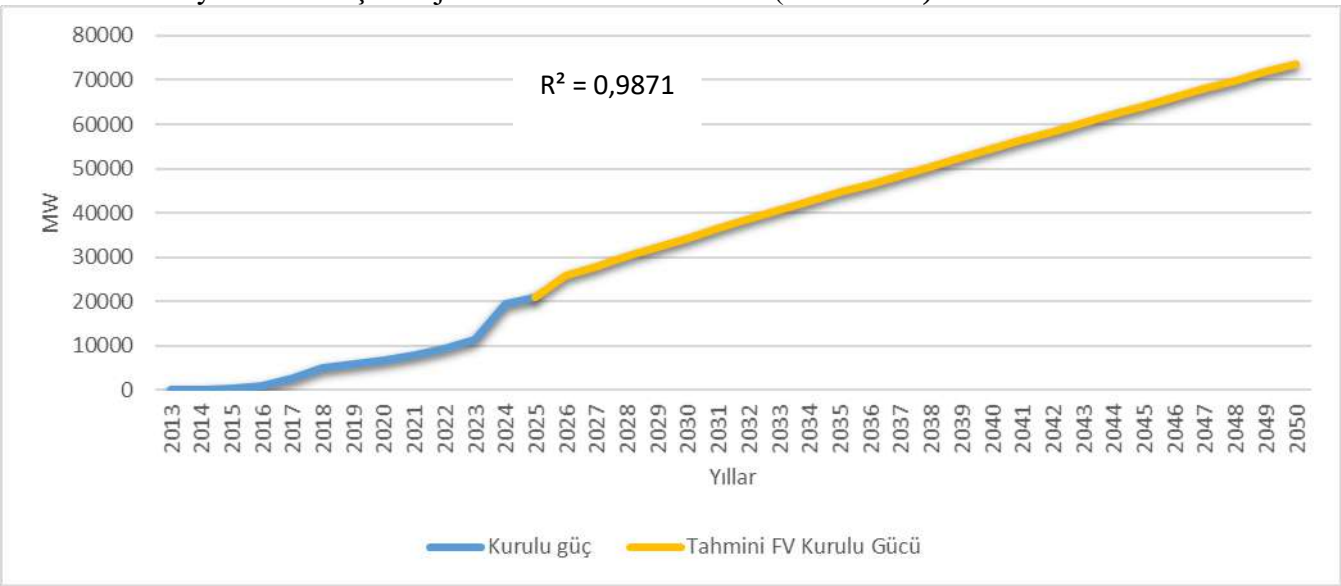
$$a_2 = \frac{(\sum yx_2)(\sum x_1^2) - (\sum yx_1)(\sum x_1x_2)}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - (\sum x_1x_2)^2} \quad (2.6)$$

Regresyon katsayıları hesaplanıp regresyon tahmin modeli kurulduktan sonra belirlilik katsayısı olan R^2 hesaplanarak katsayıların anlamlılığı, modelin uygunluğu araştırılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çoklu regresyon analizi kullanılarak yapılan tahminleme çalışmasında Türkiye'nin toplam FV panel kurulu gücünün değişimi Grafik 2'de gösterilmiştir.

Grafik2. Türkiye'nin Güneş Enerjisi Kurulu Gücü Tahmini (2026-2050)



Grafik 2 incelendiğinde Türkiye'nin FV panel kurulu gücünün yıllar itibariyle sürekli arttığı görülmektedir. Türkiye'nin FV panel kurulu gücünün 2030 yılı itibariyle 34,3 GW ve 2050 yılında ise 73,7GW olarak öngörülmektedir. Yapılan benzetim çalışmasında R^2 =0,9871 olarak bulunmuş olup modelin açıklama gücü oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Güneş panellerinin ömrünü tamamlaması ve çeşitli nedenlerle kullanılmaz duruma gelmesinden dolayı atık güneş panel miktarı eşitlik 8,9 ve 10 (Koçkaya,2025) kullanılarak elde edilmiştir. Benzetim çalışmalarında gücü 300W ve ağırlığı 22,5 kg olan standart kristal silikon panel verileri kullanılmıştır. 2020-2050 yılları arasındaki FV atık miktarını elde etmek amacıyla yapılan tahminleme çalışması sonucunda elde edilen veriler Tablo1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Yıllara Göre FV Atık Miktarı

Yıl	Atık Miktarı (Ton)
2020	1650
2030	23.660
2040	101.882
2050	789.598

Tablo 1 incelendiğinde 2020 yılında 1650 ton olan atık miktarı 2030 yılına gelindiğinde 23.660 ton 2050 yılına gelindiğinde 789.598 ton olacağı tahmin edilmektedir. Tablo 2'de standart kristal silikon panel içeriğine ait malzemelerin miktarlarına ilişkin metrikleri yer verilmiştir.

Tablo 2: Standart Kristal Silikon Panel İçindeki Malzeme Bileşenleri ve Miktarı (Sodhi et al., 2022)

Malzeme	Ağırlık Yüzdesi (%)
Cam	74
Alüminyum	10
EVA	6,5
PVF	3,6
Bakır	0,6
Silikon	3,5
Çinko+Kurşun (Lehimleme)	0,19
Gümüş	0,006
Diğer	1,16

Tablo 2 incelendiğinde güneş panellerinin bileşenlerinin büyük bir çoğunluğunun geri dönüştürülebilir ve ekonomik değerinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Panel bileşen

metrikleri kullanılarak FV panellerin geri dönüşümü ile elde edilebilecek bileşenlere ait veriler detaylı olarak tablo 3'de sunulmuştur.

Tablo 3: Geri Dönüştürülen Malzeme Türü ve Miktarı

Geri Dönüştürülebilecek Malzeme Miktarı(Ton)	2030	2040	2050
Cam	17.508	75.392	584.302
Alüminyum	2.366	10.188	78.960
EVA	1538	6.622	51.324
PVF	852	3.668	28.425
Bakır	142	611	4.738
Silikon	828	3.566	27.636
Çinko+Kurşun (Lehimleme)	44,95	193,6	1500,2
Gümüş	1,42	6,11	47,38
Diğer	274,5	1181,8	9.159,3

Tablo 3 incelendiğinde 2030 yılında 1,42 ton geri dönüştürülebilir gümüş miktarının 2050 yılında 47,38 ton olacağı tahmin edilmektedir. Benzer şekilde diğer malzeme bileşenlerinde ciddi oranda arttığı görülmektedir. Ekonomik değerine bakıldığında hurda cam fiyatının kilogramının yaklaşık 47 TL olduğu düşünüldüğünde 2030 yılındaki cam atığının atık değerinin bugün itibariyle 823 milyon TL, hurda gümüş fiyatının gramının 38 TL olduğu düşünüldüğünde 2050 yılındaki gümüşün güncel değeri yaklaşık 1,8 milyar TL olarak hesaplanmıştır. Güneş panel bileşenlerinin uygun dönüşüm yöntemleri ile elde edilmesi sürdürülebilirlik, karbon ayak izinin azaltılması açısından önemlidir. Bunlara ilaveten gümüş alüminyum …vb değerli metallerin geri kazanımı ile ülke ekonomisine katkıda bulunularak panel üretiminde kullanılacak olan hammadde ihtiyacı karşılanabilir.

4. SONUÇ

Yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi olan güneş enerjisi güvenli, güvenilir, verimli ve çevre dostu, sınırsızdır. Güneş enerjisinden enerji üretimi her geçen gün artmakta ve yeni santraller kurulmaktadır. Enerji üretiminde kullanılan FV panellerin kullanım ömürlerinin sonuna geldiğinde, arızalandığında ya da çeşitli nedenlerden dolayı kullanılamaz hale geldiğinde ne yapılacağı sorunu üzerinde tartışılması gereken bir problem olarak ortaya çıkmıştır. Bunun temel nedeni güneş panellerinin türüne göre yapısında bakır indiyum selenit, bakır indiyum galyum (di)selenit , hekzafloroetan, polivinil florür gibi toksik bileşenler kadmiyum, arsenik, kurşun, kalay, gümüş gibi ağır metaller, alüminyum gibi hafif metaller ve silikon içermesidir. Doğada nadir bulunan bileşenlerin milyonlarca dolarlık ekonomik değeri bulunurken, ağır metallerin ve toksik bileşenlerin doğaya karışması ciddi çevresel sorunlara yol açabilir. FV panellerin geri dönüştürülmesi ile enerji israfı önlenebilir, çevre kirliliği azaltılabilir ve ülke ekonomisine önemli bir katkı sağlanır. Bu veriler dikkate alındığında güneş panellerinin geri dönüşümünün sağlıklı bir şekilde yapılması amacıyla atık yönetimi, geri toplama ve dönüşüm süreçlerine ilişkin yasal düzenlemelerin yapılması çok büyüm bir önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

Algarni, S., Tirth, V., Alqahtani, T., Alshehery, S., & Kshirsagar, P. (2023). Contribution of renewable energy sources to the environmental impacts and economic benefits for sustainable development. *Sustainable energy technologies and assessments*, *56*, 103098.

Anonim, 2011s, www.gunessistemleri.com, [Ziyaret Tarihi: 15 Aralık 2011].

Bigum, M., Brogaard, L., & Christensen, T. H. (2012). Metal recovery from high-grade WEEE: a life cycle assessment. *Journal of hazardous materials*, *207*, 8-14.

Bull, S. R. (2001). Renewable energy today and tomorrow. *Proceedings of the IEEE*, *89*(8), 1216-1226.

Chi, X., Wang, M. Y., & Reuter, M. A. (2014). E-waste collection channels and household recycling behaviors in Taizhou of China. *Journal of Cleaner Production*, *80*, 87-95.
Çanka, F. (2015). Güneş Enerjisi, Türkiye'deki Son Durumu ve Üretim Teknolojileri. Mühendis ve Makina.Divya, A., Adish, T., Kaustubh, P., & Zade, P. S. (2023). Review on recycling of solar modules/panels. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, *253*, 112151.
Fiandra, V., Sannino, L., Andreozzi, C., & Graditi, G. (2019). End-of-life of silicon PV panels: A sustainable materials recovery process. *Waste management*, *84*, 91-101Günay, E., & Yildirim, S. (2024). Yenilenebilir enerji kapasitesi bakimindan Türkiye'nin potansiyelinin değerlendirilmesi. *Journal of Economics and Research*, *5*(2), 61-72.
Gross, R., Leach, M., & Bauen, A. (2003). Progress in renewable energy. *Environment international*, *29*(1), 105-122.
Huang, B., Zhao, J., Chai, J., Xue, B., Zhao, F., & Wang, X. (2017). Environmental influence assessment of China's multi-crystalline silicon (multi-Si) photovoltaic modules considering recycling process. *Solar Energy*, *143*, 132-141.
Klugmann-Radziemska, E., & Ostrowski, P. (2010). Chemical treatment of crystalline silicon solar cells as a method of recovering pure silicon from photovoltaic modules. *Renewable Energy*, *35*(8), 1751-1759.
Koçkaya, K. (2025). Estimation of Türkiye's Solar Panel Waste Using Artificial Neural Networks (ANNs): A Comparative Analysis of ANNs and Multiple Regression Analysis. *Sustainability*, *17*(9), 4085.
Liu, Y. L., & Zhang, Y. F. (2010). Solar photovoltaic industry development prospect in China. *China New Technol. Prod*, *11*, 13.
Maghraby, Y. R., Ibrahim, A. H., Tayel, A., Azzazy, H. M. E. S., & Shoeib, T. (2025). Towards sustainability via recycling solar photovoltaic Panels, A review. *Solar Energy*, *285*, 113085.
Maxwell, S. E. (2000). Sample size and multiple regression analysis. *Psychological methods*, *5*(4), 434.
McDonald, N. C., & Pearce, J. M. (2010). Producer responsibility and recycling solar photovoltaic modules. *Energy Policy*, *38*(11), 7041-7047.
Rocchetti, L., & Beolchini, F. (2015). Recovery of valuable materials from end-of-life thin-film photovoltaic panels: environmental impact assessment of different management options. *Journal of Cleaner Production*, *89*, 59-64.
Rüstemli, S. Dinçer, F. Çelik M., ve Cengiz, M. S. (2013). "Fotovoltaik Paneller: Güneş Takip Sistemleri ve İklimlendirme Sistemleri," Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, vol. 2, no. 2, pp. 141–147.
Sodhi, M., Banaszek, L., Magee, C., & Rivero-Hudec, M. (2022). Economic lifetimes of solar panels. *Procedia CIRP*, *105*, 782-787.
T.C Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/ kisi-basina-enerji-tuketimi-i-85805, Erişim Tarihi: 20.10.2025
T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Information Center. https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji. Erişim Tarihi: 20.10.2025
T.C Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/EVCED/tr/EnerjiVerimlili%C4%9Fi/E%C4%9Fitimler/EY_Mod%C3%BCl_1_E%C4%9Fitim_Sunumlar%C4%B1/1_2.pdf, Erişim Tarihi: 21.10.2025
TEİAŞ (2025). https://ytbsbilgi.teias.gov.tr/ytbsbilgi/frm_istatistikler.jsf, Erişim Tarihi: 21.10.2025
Uyanık, G. K., & Güler, N. (2013). A study on multiple linear regression analysis. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *106*, 234-240.
Xu, Y., Li, J., Tan, Q., Peters, A. L., & Yang, C. (2018). Global status of recycling waste solar panels: A review. *Waste management*, *75*, 450-458.
Weckend, S., Wade, A., & Heath, G. A. (2016). *End of life management: solar photovoltaic panels* (No. NREL/TP-6A20-73852; T12-06: 2016). National Renewable Energy Laboratory (NREL), Golden, CO (United States).
Zakharchenko, R., Licea-Jimenez, L., Pérez-Garcıa, S. A., Vorobiev, P., Dehesa-Carrasco, U., Perez-Robles, J. F., ... & Vorobiev, Y. (2004). Photovoltaic solar panel for a hybrid PV/thermal system. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, *82*(1-2), 253-261.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELEDE YEŞİL BİNALAR: KENTSEL ISI ADALARI VE YEŞİL ÇATI UYGULAMALARI

Hasan Kıvanç YEŞİLTAŞ
Cukurova University, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering
Balcalı
ORCID: 0000-0003-3331-3209

ÖZET
Günümüzün en büyük küresel çevresel krizlerinden biri olan iklim değişikliği, hızlı kentleşme süreçleri ile birlikte yerleşim yerlerinin ekolojik dengesini geri dönülemez bir biçimde etkilemektedir. Doğal bitki örtüsünün yerini asfalt, beton ve metal gibi geçirimsiz yüzeylere dönüştürülmesi neticesinde şehir merkezlerinin çevresindeki kırsal bölgelere oranla önemli derecede daha sıcak olmaktadır. Meydana gelen bu durum için kentsel ısı adası terimi kullanılmakta olup bu bildiri çalışmasında, meydana gelen ısınma probleminin azaltılmasında doğa tabanlı bir çözüm alternatifi olarak yeşil çatıların rolü, teknik özellikleri ve sürdürülebilirlik bağlamındaki etkileri belirtilmiştir. Yeşil çatı kavramı ise sadece estetik bir mimari öğe olmanın ötesinde, kentsel iklime olumlu yönde etki eden, yağmur suyu yönetimini kolaylaştıran ve kentsel biyoçeşitliliği artıran mühendislik sistemleri olarak değerlendirilmektedir.
Bu çalışma kapsamında dünyadan ve Türkiye'den yasal mevzuatlar, teşvik sistemleri ve imar yönetmeliklerindeki güncel durumlar değerlendirilmiştir. Ayrıca, Fransa ve Almanya gibi ülkelerdeki yasal zorunluluklar ile Türkiye'deki "Yeşil Sertifikalı Bina" sistemleri ve yağmur suyu toplama yönetmelikleri arasındaki politikalar işlenmiştir. Bu hususta mimari açıdan yerleşim yerlerine estetik bir yeşil doku kazandırmasının yanı sıra, ekosistemin teşkil edilmesi neticesinde öne çıkan yeşil çatıların, çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması için vazgeçilmez bir bileşen olmaktadır. Çevresel sürdürülebilirlik ve iklim değişikliği ile mücadele de ise tekrardan doğal sistemlerin uyarlamaları işlenmiştir. Bu sistemlerin lüks bir mimari tercih olmaktan uzaklaşarak iklim direncinin arttırılması amacıyla kentsel dönüşüm süreçlerine entegre edilerek temel bir altyapı yatırımı olmuştur.
Anahtar Kelimeler: Kentsel Isı Adası, Yeşil Çatılar, Sürdürülebilirlik, İklim Değişikliği, Enerji Verimliliği.

GREEN BUILDINGS IN THE FIGHT AGAINST CLIMATE CHANGE: URBAN HEAT ISLANDS AND GREEN ROOF APPLICATIONS

ABSTRACT
Climate change, one of the biggest global environmental crises of our time, is irreversibly affecting the ecological balance of settlements due to rapid urbanization processes. The replacement of natural vegetation with impermeable surfaces such as asphalt, concrete, and metal results in city centers being significantly warmer than the surrounding rural areas. This situation is described by the term "urban heat island," and this paper examines the role, technical characteristics, and sustainability impacts of green roofs as a nature-based solution alternative in reducing this warming problem. The concept of green roofs is considered more than just an aesthetic architectural element; they are engineering systems that positively impact the urban climate, facilitate rainwater management, and increase urban biodiversity. This study evaluates current legal regulations, incentive systems, and zoning regulations from around the world and Turkey. Furthermore, the policies regarding legal requirements in countries such as France and Germany, and the "Green Certified Building" systems and rainwater harvesting regulations in

Turkey, are discussed. In this regard, green roofs, which not only provide an aesthetically pleasing green texture to settlements from an architectural perspective but also stand out as a result of the formation of ecosystems, are an indispensable component for ensuring environmental sustainability. In the fight against environmental sustainability and climate change, adaptations of natural systems have been addressed once again. These systems have moved away from being a luxury architectural choice and have become a fundamental infrastructure investment by being integrated into urban transformation processes to increase climate resilience.
Keywords: Urban Heat Island, Green Roofs, Sustainability, Climate Change, Energy Efficiency.

1) İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ KAVRAMI ve KENTLEŞMENİN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE ETKİSİ

İklim değişikliği, sanayi devriminden bu yana atmosferdeki sera gazı birikiminin artmasıyla birlikte gezegenin ortalama yüzey sıcaklığında meydana gelen artışlar ve buna bağlı olarak gelişen aşırı hava olayları bütünü olarak tanımlanmaktadır. İnsan faaliyetlerinden kaynaklanan bu küresel çevre sorununun temelinde ise nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu kent merkezleri yatmaktadır (Satterthwaite, 2008). Yerkürede bulunan yerleşim bölgelerinin Dünya yüzeyinin sadece %3'ünü kapladığı bilinmektedir. Buna karşın, nüfusun yoğun olduğu bu merkezlerde tüketilen enerji miktarının küresel tüketimin %75'ini, sera gazı emisyonlarının ise %80'ini oluşturduğu tahmin edilmektedir. Dolayısıyla, iklim değişikliği ile mücadelenin ilk aşaması, yerleşim bölgelerinde, yani yaşadığımız kentlerde gerçekleştirilecek olan dönüşümler ile mümkün olmaktadır (IPCC, 2021).

Nüfus artışına bağlı olarak artan yaşam alanı ihtiyaçları, doğal arazilerin yapılaşmaya açılmasına ve doğal ekosistemler olan orman ve sulak alanların kaybına sebebiyet vermektedir (Foley ve ark., 2005). Mevcut yeşil alanların tahrip edilmesi neticesinde sistemlerin doğal döngüsü olumsuz etkilenirken, kentsel alanların hava kalitesi de yeşil alanların azalması oranında bozulmaktadır. Beton, asfalt ve metal gibi yapı malzemelerinin yoğun kullanılması ile güneşten gelen radyasyonun emilimi artarken, ısının yeryüzünde depolanması da kentsel bölgelerde sıcaklık artışlarına sebep olmaktadır. Kentleşme ile birlikte artan nüfus yoğunluğu, ulaşım ve endüstriyel faaliyetler, atmosfere salınan atık ısı miktarını artırarak iklim değişikliğinin etkilerini şiddetlendirmektedir (Grimm ve ark., 2008).

Yerleşim alanlarında meydana gelen yapısal artışlar doğrudan hidrolojik döngüyü de etkilemektedir. Suyun toprak altına sızması ve yüzeyde tutulumu azalırken, yağışlar ile yeryüzünde su birikimi sekteye uğramakta; buharlaşma ile atmosfere ulaşan su döngüsü de aşırı tüketim ve betonlaşma neticesinde bozulmaktadır (Arnold ve Gibbons, 1996). Geçirimsiz yüzeylerin artması, yağmur suyunun toprağa sızmasını engelleyerek yeraltı su kaynaklarının beslenmesini durdurmakta ve yüzey akışını artırarak sel riskini yükseltmektedir. İklim değişikliğine bağlı olarak artan sağanak yağışlar, geçirimsiz kent yüzeylerinde felaketlere dönüşebilmektedir. Dolayısıyla, kentleşmenin iklim değişikliğine etkisi sadece emisyon artışı ile değil, aynı zamanda doğal tampon mekanizmalarının yok edilmesi ve kentsel kırılganlığın artması ile de açıklanmalıdır (Seto ve ark., 2012).

2) KENTSEL ISI ADASI KAVRAMI VE ÇEVRESEL ÖNEMİ

Kentsel Isı Adası kavramı, şehir merkezlerindeki hava sıcaklığının, yerleşim yeri çevresindeki kırsal ve daha az yapılaşmış bölgelere göre belirgin bir şekilde daha yüksek olması durumu olarak tanımlanmaktadır. Bu sıcaklık farkı, özellikle rüzgarın az olduğu gecelerde ve yaz aylarında 10°C'ye kadar çıkabilmektedir (Voogt, 2002). Kentsel Isı Adalarının oluşumundaki temel faktör; mevcut binaların, yolların ve diğer altyapı elemanlarının düşük albedo değerine sahip olması ve gündüz güneşten gelen radyasyonu absorbe ederek yapısında depolamasıdır.

Söz konusu durumun olumsuz etkisi ise gece hava karardığında belirginleşmektedir. Güneşin batışını takiben yapısal alanlarda depolanan ısı atmosfere geri salınmakta ve havanın doğal yollarla soğumasını engellemektedir (Oke, 1982).

Kentsel ısı adasının çevresel önemi, enerji tüketimi ile çevre ve halk sağlığı üzerinde doğrudan etkili olmaktadır. Yaz aylarında artan sıcaklıklar, binaların klima kullanım ihtiyacını arttırırken daha fazla enerji gereksinimine sebebiyet vermektedir. Bu durum ise fosil yakıt tüketiminin artmasıyla daha fazla karbondioksit ve benzeri emisyonların meydana gelmesi ile sonuçlanmaktadır. Enerji eldesi ve atmosfere salınan emisyonlar ise doğrudan sera gazı birikimine katkı sağlayarak küresel ısınmayı tetiklemektedir (Akbari, 2005). İklimlendirme sistemlerinin yoğun kullanımı durumunda ise klimanın dış ünitesinden atmosfere yayılan sıcak hava (atık ısı), bölgesel ısınmayı daha da artırarak çözümü zorlaştıran bir kısır döngü yaratmaktadır (Rizwan ve ark., 2008).

Yerleşim bölgelerinde artan ısı miktarı, o bölgede yaşayan canlılığı da doğrudan tehdit etmektedir. Kentsel ısı adası oluşumu, sıcak hava dalgalarının şiddetini ve süresini arttırırken; yaşlılar, çocuklar ve kronik rahatsızlığı olan bireyler için ölümcül olabilecek sağlık risklerine sebebiyet vermektedir (Kovats ve Hajat, 2008). Kentsel alanlardaki yeşil alan azlığı, "buharlaşma ve terleme" (evapotranspirasyon) yoluyla gerçekleşen doğal soğutma döngüsünü sekteye uğratmaktadır. Doğal ekosistemlerde bulunan bitkilerin azalması neticesinde, kökleriyle su temin eden ve bu suyu buharlaştırarak ortam ısısını düşüren doğal mekanizmaların devre dışı kalması, bölgenin daha da ısınmasına doğrudan katkı sağlamaktadır (Bowler ve ark., 2010; Santamouris, 2014).

3) YEŞİL ÇATI KAVRAMI, YAPIDA TEŞKİLİ ve KENTLER İÇİN ÖNEMİ

Bina çatılarının kısmen veya tamamen bitki örtüsü ile kaplanmasıyla oluşturulan sistemler, yapıda "yeşil çatı" olarak tanımlanmaktadır. Yeşil çatılar, bitki örtüsünün altında su yalıtım ve drenaj katmanlarının bulunduğu, binaya entegre edilmiş sürdürülebilir yapı sistemleridir (Getter ve Rowe, 2006). Yeşil çatı kavramı, toprak derinliği ve bakım ihtiyacına göre kendi içerisinde ikiye ayrılmaktadır. İnce toprak katmanına sahip (genellikle 2-15 cm) ve az bakım gerektiren yeşil çatılar seyrek olarak adlandırılırken; toprak katmanının daha derin olduğu, ağaç ve çalı gibi bitkilerin yetiştirilmesine imkan sağlayan sistemler yoğun olarak sınıflandırılmaktadır (Vijayaraghavan, 2016). Yeşil çatı, sadece bir peyzaj düzenlemesi olmanın ötesinde; mevcut yapıyı atmosferik koşullara karşı koruyan, enerji performansını artıran ve yağmur suyu yönetimini sağlayan önemli bir mühendislik çözümüdür (Berardi ve ark., 2014).

Bir yeşil çatı sisteminin yapıda teşkili; alttan üste doğru sırasıyla kök tutucu/koruyucu katman, koruyucu keçe, fazla suyun tahliyesi ve nemin korunması için drenaj sistemi, filtre tabakası ve substrat (toprak)-bitki katmanından meydana gelmektedir (Saadatian ve ark., 2013). Teşkil edilen bu çok katmanlı yapı sayesinde binada ek bir ısı yalıtımı sağlanırken; kışın ısı kaybı önlenmekte, yazın ise güneş radyasyonunun engellenmesiyle yapı içinin aşırı ısınması tamponlanmaktadır (Santamouris, 2014). Geleneksel siyah bitümlü çatıların yaz dönemlerinde 70-80°C yüzey sıcaklığına ulaşabildiği, yeşil çatıların ise bu sıcaklığı 25-30°C seviyelerinde tutabildiği bilinmektedir. Bu durum, kentsel ısı adası etkisinin azaltılmasında olduğu kadar çevresel sürdürülebilirlik açısından da önemli katkılar sağlamaktadır (Liu ve Baskaran, 2003; Castleton ve ark., 2010).

Nüfus artışına bağlı olarak azalan kentsel yeşil alanların bir alternatifi olan yeşil çatılar, şehirlerde teşkil edilebilecek önemli yağmur suyu toplama ve yönetme rezervuarları olarak değerlendirilmektedir. Bu sistemler, yağışın önemli bir kısmını bünyesinde tutarak sel oluşumunu önlerken, yüzey akışına geçen su miktarını da azaltmaktadır (Mentens ve ark., 2006). Doğal ekosistemin çatı seviyesinde taklit edilmesi neticesinde kuşlar başta olmak üzere çeşitli canlılar için habitat yaratılırken; bitkilerin fotosentez yoluyla karbondioksit tüketmesi, sera gazı emisyonlarının kontrolünde de etkin bir rol oynamaktadır (Oberndorfer ve ark., 2007).

4) TÜRKİYE'DE YASAL MEVZUAT ALTYAPISI, DÜNYADAN ÖRNEKLER ve UYGULAMA PROBLEMLERİ

Türkiye'de yeşil çatı uygulamaları 2021 yılına kadar zorunlu bir yasal düzeni olmayan projeye bağlı olarak sürdürülmüştür. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından Planlı Alanlar İmar Yönetmeliğinde yapılan değişiklik ile 2021 yılında 2000 m^2'den büyük olan parsellerde yağmur suyu toplama zorunluluğu getirilerek yeşil çatı kavramının teşkil edilmesi için zorunlu bir adım atılmıştır. Bu yönetmelik dahilinde 2000 m^2'den daha düşük alan tanımlamalarının yapılması ise belediyelere bırakılarak bölgesel politikalar bağlamında yeşil çatı sistemlerinin yaygınlaştırılması sağlanmıştır. Yeşil çatı sistemlerinin teşkili hususunda ilgili yönetmeliğe ek olarak Türkiye'de sürdürülmekte olan Yeşil Sertifikalı Bina sistemi içerisinde yeşil çatı uygulamalarını puanlamaya katılarak zorunluluk dışında sürdürülebilir bir inşaat ve yapı düzeni içinde teşvik bulunmaktadır (Resmi Gazete, 2021).

Dünya üzerindeki örnekleri incelendiğinde Almanya'da 1970'lerden itibaren uygulanan politikalar sayesinde Almanya'da milyonlarca metrekare yeşil çatı bulunmaktadır. Alman yerel yönetimleri, Geçirimsiz Yüzey Vergisi sistemi uygulayarak, yapı çatılarını yeşillendiren mülk sahiplerine atık su vergisinde indirim sağlamaktadır. Almanya dışında bir diğer önemli örnek Fransa ile verilebilmektedir. Fransa'da 2015 yılında çıkartılan yasa ile ticari bölgelerdeki yeni binaların çatılarının kısmen bitkilerle veya güneş panelleriyle kaplanmasını zorunlu kılınmıştır. Toronto (Kanada) ve Kopenhag (Danimarka) gibi şehirlerde ise yeni binalarda yeşil çatı zorunluluğu bulunası hususunda çalışmalar gerçekleştirmiştir (Liberalesso ve ark., 2020).

Ülkemizde yeşil çatı uygulamalarının geliştirilmesi aşamasında en önemli problem maliyet olmaktadır. Yeşil çatıların ilk yatırım maliyetinin geleneksel çatılara göre yüksek olması sebebiyle müteahhit firmalar ve yatırımcılar bu tip ek sistemlerin inşasını ya da eklenmesi her zaman desteklenmemektedir. Doğrudan getirisi olmayan maliyet olarak değerlendirilen bu tip sistemler yapıda enerji tasarrufu gerçekleştirirken uzun vadede bina ömrünü uzatarak ekonomik getiri olarak geri dönüş yapmaktadır. Ayrıca, mevcut binaların statik yük kapasitesinin yetersizliği, su yalıtımına dair önyargılar ve bakım zorlukları, bu tip sistemlerin yaygınlaşmanın önündeki önemli engellerdir. Yasal mevzuatın emlak vergisi indirimi veya imar artışı gibi çeşitli teşvik edici mekanizmalarla desteklenmemesi de sürecin ilerlemesi karşısındaki engeller olarak görünmektedir (Karakaya ve ark., 2018).

5) SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İklim değişikliği ve hızlı kentleşmenin yarattığı baskılar, kentsel alanlarda ekosistem tabanlı çözümlerin kullanılabilirliğini günümüzde oldukça benimsemiştir. Yeşil çatı sistemlerinin sadece estetik birer peyzaj elemanı olmaması ve kentsel ısı adası etkisini azaltan, enerji verimliliği sağlayan, yağmur suyunu yöneten ve biyoçeşitliliği destekleyen önemli bir yapı bütünlüğünü bünyesinde barındırmaktadır. Türkiye'de mevzuatlar çerçevesinde zorunlu altyapısının oluşmaya başlaması bu hususta oldukça önemlidir. Fakat bu gelişmelerin daha geniş kapsamda değerlendirilmesi ve teşkil edilmesi gerekmektedir. Bu hususta ise yerel yönetimlerce uygun teşviklerin sunulması ve bu doğrultuda bireylerin kendilerinin sisteme dahil olması gerekmektedir.

Sürdürülebilir kentleşme hedefleri doğrultusunda, yeşil çatı uygulamalarının kentsel dönüşüm süreçlerine yasal olarak yansıması gerekmektedir. Özellikle yoğun yapılaşmanın olduğu büyük şehirlerde mevcut yapılara ek olarak yapılacak yeni yapılacak kamu binalarında ve ticari faaliyetlerde yeşil çatı zorunluluğu getirilmelidir. Mevcut binalar için ise, statik yükü az olan seyrek yeşil çatı sistemleri teşvik edilmeli ve mülk sahiplerine emlak vergisi indirimi, su faturası avantajı gibi ekonomik motivasyonlar sağlanmalıdır.

Günümüzde iklim dirençli kentler inşa etmek için yeşil/sürdürülebilir çevreye uygun sistemlerin kurulması gereklidir. Yerel yönetimler, üniversiteler ve özel sektör iş birliği ile iklim

koşullarına uygun bitki türleri ve toprak bileşimi ile bu tip sistemlerin desteklenmesi ve gerekli çalışmalar ile bu sistemlerin daha cazibeli hale getirilmesi ile yapı bünyelerinde önemli ekosistemler oluşturulabilecek ve kentsel ısı adaları oluşumu başta olmak üzere çeşitli alanlarda çok değerli alanlar meydana getirilmiş olacaktır.

KAYNAKLAR

Akbari, H. (2005). Energy saving potentials and air quality benefits of urban heat island mitigation. *Lawrence Berkeley National Laboratory*.

Arnold, C. L., & Gibbons, C. J. (1996). Impervious surface coverage: The emergence of a key environmental indicator. *Journal of the American Planning Association, 62*(2), 243-258.

Berardi, U., GhaffarianHoseini, A., & GhaffarianHoseini, A. (2014). State-of-the-art analysis of the environmental benefits of green roofs. *Applied Energy, 115*, 411-428.

Binboğa, G. (2017). İklim değişikliği ile mücadele kapsamında karbon ayak izi ve karbon ticareti. *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 3*(4), 575-586.

Bowler, D. E., Buyung-Ali, L., Knight, T. M., & Pullin, A. S. (2010). Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. *Landscape and Urban Planning, 97*(3), 147-155.

Castleton, H. F., Stovin, V., & Beck, S. B. (2010). Green roofs; building energy savings and the potential for retrofit. *Energy and Buildings, 42*(10), 1582-1591.

Çayırağası, F., & Sakıcı, Ç. (2021). Peyzaj mimarlığı çalışmalarında karbon ayak izi. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 21*(3), 268-281.

Erdoğan, İ. (2020). Karbon ayak izi ve azaltım yöntemleri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (20), 462-469.

Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., . . . Snyder, P. K. (2005). Global consequences of land use. *Science, 309*(5734), 570-574.

Getter, K. L., & Rowe, D. B. (2006). The role of extensive green roofs in sustainable urban development. *Ecological Engineering, 27*(2), 127-143.

Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., Bai, X., & Briggs, J. M. (2008). Global change and the ecology of cities. *Science, 319*(5864), 756-760.

IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.

Karakaya, N., & Eker, Ö. (2018). Türkiye'de yeşil çatı uygulamalarının yaygınlaştırılması önündeki engeller ve çözüm önerileri. *Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi, 3*(2), 45-58.

Kovats, R. S., & Hajat, S. (2008). Heat stress and public health: a critical review. *Annual Review of Public Health, 29*, 41-55.

Liberalesso, T., Oliveira Cruz, C., Silva, C. M., & Manso, M. (2020). Green infrastructure and public policies: An international review of green roofs and green walls incentives. *Land Use Policy, 96*, 104693.

Liu, K., & Baskaran, B. (2003). Thermal performance of green roofs through field evaluation. *Proceedings of the First North American Green Roof Infrastructure Conference, Awards and Trade Show*, 1-10. Chicago, IL.

Mentens, J., Raes, D., & Hermy, M. (2006). Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem: A meta-analysis. *Landscape and Urban Planning, 77*(3), 217-226.

Oberndorfer, E., Lundholm, J., Bass, B., Coffman, R. R., Doshi, H., Dunnett, N., . . . Rowe, B. (2007). Green roofs as urban ecosystems: Ecological structures, functions, and services. *BioScience, 57*(10), 823-833.

Oke, T. R. (1982). The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 108*(455), 1-24.

Özerdem, M. (2024). İklim değişikliğinin halk sağlığına etkileri. *Türkiye Klinikleri Halk Sağlığı Dergisi, 8*(1), 12-20.
Patz, J. A., Grabow, M. L., & Limaye, V. S. (2014). When it rains, it pours: future climate extremes and health. *Annals of Global Health, 80*(4), 332-344.
Pirinç, A., & Hızarcı Beşer, T. (2024). Sera gazları ve küresel ısınma ilişkisi üzerine bir inceleme. *Çevre Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5*(1), 45-58.
Resmi Gazete. (2021, 23 Ocak). Planlı alanlar imar yönetmeliğinde değişiklik yapılmasına dair yönetmelik. *T.C. Resmi Gazete*, Sayı: 31373.
Rizwan, A. M., Dennis, L. Y., & Liu, C. (2008). A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island. *Journal of Environmental Sciences, 20*(1), 120-128.
Saadatian, O., Sopian, K., Salleh, E., Lim, C. H., Riffat, S., & Saadatian, E. (2013). A review of energy aspects of green roofs. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 23*, 155-168.
Santamouris, M. (2014). Cooling the cities – A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments. *Solar Energy, 103*, 682-703.
Satterthwaite, D. (2008). Cities' contribution to global warming: notes on the allocation of greenhouse gas emissions. *Environment and Urbanization, 20*(2), 539-549.
Seto, K. C., Güneralp, B., & Hutyra, L. R. (2012). Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 109*(40), 16083-16088.
Sılaydın Aydın, B., & Kahraman, N. (2022). İklim değişikliği ve etkileri: Türkiye örneği. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 8*(2), 345-360.
Şengün, F., & Özden, S. (2022). İklim değişikliği politikaları ve Türkiye'nin uyum süreci. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 12*(1), 89-105.
Vijayaraghavan, K. (2016). Green roofs: A critical review on the role of components, benefits, limitations and trends. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 57*, 740-752.
Voogt, J. A. (2002). Urban heat island. *Encyclopedia of Global Environmental Change, 3*, 660-666.

TÜRKİYE'DE SÜRDÜRÜLEBİLİR SU POLİTİKALARI: YAĞMUR SUYU HASADI VE GRİ SU YÖNETİMİ

Hasan Kıvanç YEŞİLTAŞ
Cukurova University, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering
Balcalı
ORCID: 0000-0003-3331-3209

ÖZET
Yeryüzünde meydana gelen sıcaklık artışları ve neticesinde meydana gelen kuraklık tehditinin bir sonucu olarak günümüzün önemli bir problemi olan küresel ısınma sonucunda hidrolojik döngü sekteye uğramakta, yağış rejimleri değişmekte ve buharlaşma hızı artış göstermektedir. Hızlı kentleşme, betonlaşma ve kontrolsüz sanayileşme baskısı altında günden güne olumsuz etkilenen doğal alanlar, çevrelerinde meydana gelen suyun doğal döngüye katılamaması sonucunda günden güne su kıtlığı ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu olumsuz ekosistem ortamında su kaynaklarının yönetimi mevcut suyun verimli kullanılması ve yerinde geri kazanım işlemlerinin ön plana çıkmasına sebep olmuştur.
Bu derleme bildiri çalışmasında, Türkiye'nin sürdürülebilirlik politikaları çerçevesinde Yağmur Suyu Hasadı ve Gri Su Geri Kazanım sistemlerinin kavramsal çerçevesi, yasal altyapısı ve çevresel etkileri ele alınmıştır. Suyun binalarda yönetilmesinin sadece teknik bir tesisat süreci olmadığı ve kuraklık ve taşkın gibi iklimsel şoklara karşı da yerleşim yerlerinin önemli bir koruma etmeni olduğu bu çalışmada vurgulanmaktadır. Bu bağlamda, Türkiye'deki mevcut yasal mevzuat, özellikle Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği'nde yapılan son değişiklikler dikkate alınarak işlenmiş; Almanya, Avustralya ve ABD gibi su yönetiminde etkin gelişmeler gerçekleştiren ülkelerin yürürlükte tuttuğu yasal düzenlemeler ve teşvik modelleriyle birlikte değerlendirilmiştir. Bu çalışmada ayrıca yönetimsel stratejilere ve politika analizlerine bağlı olarak suyun kaynağında korunması, mavi-yeşil altyapı sistemlerinin kentler de uygulanabilirliği ve yasal teşvik mekanizmalarının gerekliliği üzerine daha detaylı olarak öneriler yer almaktadır.
Anahtar Kelimeler: Çevresel Sürdürülebilirlik, Yağmur Suyu Hasadı, Gri Su, İklim Değişikliği, Çevre Politikaları

SUSTAINABLE WATER POLICIES IN TURKEY: RAINWATER HARVESTING AND GREY WATER MANAGEMENT

ABSTRACT
As a result of rising temperatures and the resulting threat of drought, global warming, a major problem today, is disrupting the hydrological cycle, changing precipitation patterns, and increasing evaporation rates. Natural areas, increasingly negatively impacted by rapid urbanization, concrete construction, and uncontrolled industrialization, are facing increasing water scarcity due to the inability of surrounding water to participate in the natural cycle. In this adverse ecosystem environment, the management of water resources has led to the emphasis on efficient water use and on-site water recovery processes.
This review examines the conceptual framework, legal infrastructure, and environmental impacts of Rainwater Harvesting and Grey Water Recovery"systems within the framework of Türkiye's sustainability policies. The study emphasizes that water management in buildings is not merely a technical installation process but also a significant protective factor for settlements against climatic shocks such as drought and floods. In this context, the existing legal framework in Türkiye, particularly the recent amendments to the Planned Areas Zoning Regulation, has

been considered. This study evaluates the legal regulations and incentive models in place by countries that have achieved significant advancements in water management, such as Germany, Australia, and the USA. Furthermore, it includes more detailed recommendations regarding water conservation at the source, the applicability of blue-green infrastructure systems in cities, and the necessity of legal incentive mechanisms, based on management strategies and policy analyses.
Keywords: Environmental Sustainability, Rainwater Harvesting, Greywater, Climate Change, Environmental Policies.

1) KÜRESEL SU KRİZİ VE BU KRİZİN ETKİSİNDE TÜRKİYE

Günümüzde 8 milyardan fazla insanın yaşadığı yerkürede, gündelik ihtiyaçların karşılanması ve üretim faaliyetlerinin sürdürülmesi amacıyla doğal kaynaklar yenilenemeyecek bir hızda tüketilmektedir. Sanayi devriminden bu yana artan hammadde tüketimi ve fosil yakıt kullanımının bir sonucu olarak karbondioksit (CO_2), karbonmonoksit (CO), metan (CH_4), kükürt oksitler (SO_x) ve azot oksitler (NO_x) gibi sera gazlarının atmosferdeki birikimi hızla artmıştır. Yakma ürünleri olacak meydana gelecek olan bu emisyonlar yeryüzünden yansıyan ısının uzaya kaçışını engelleyerek atmosferde tutulmasına ve sera etkisi olarak adlandırılan ısınma sürecine neden olmaktadır (Pirinç ve Hızarcı Beşer, 2024). Isınan havanın atmosferde yoğunlaşmasıyla sürmekte olan bu olumsuz süreç, buzulların erimesi, deniz seviyelerinin yükselmesi ve mevsim normallerinin bozulması gibi küresel krizlere yol açmaktadır. Kuraklık ve aşırı yağış gibi olağandışı hava olaylarının sıklığındaki ve doğal afetlerde artışa sebebiyet vererek ekosistemin dengesini geri dönülemez biçimde tahrip etmektedir (Patz ve ark., 2014; Sılaydın Aydın ve Kahraman, 2022; Özerdem, 2024).

Küresel ısınmanın temel nedeni insan kaynaklı faaliyetlerden kaynaklı olup bu olumsuzluğun temel kaynağı ise kentsel bölgeler olmaktadır. Hızlı kentleşme süreciyle birlikte orman ve sulak alanlar gibi doğal ekosistemlerin yerini beton, asfalt ve metal gibi geçirimsiz yüzeyler doldurmaktadır. Bu yapısal dönüşüm, güneş radyasyonunun emilerek depolanmasına ve yerel sıcaklıkların artmasına sebep olurken hidrolojik döngüyü de sekteye uğratmaktadır. (Grimm ve ark., 2008; Seto ve ark., 2012; IPCC, 2021).

İklim değişikliği ile mücadele hususunda 1997 yılında imzalanan Kyoto Protokolü gibi uluslararası anlaşmalar, devletlere sera gazı emisyonlarını belirli oranlarda (1990 yılı verilerine göre %5) azaltma yükümlülüğü getirmiştir (Binboğa, 2017). Ulusal eylem planları ve karbon piyasaları gibi mekanizmalarla desteklenen bu süreçte, emisyonları yüksek olan kurumlar ve devletler karbon ayak izlerini hesaplayarak azaltıcı tedbirler almaya yönelmiştir (Erdoğan, 2020; Çayırağası ve Sakıcı, 2021; Şengün ve Özden, 2022). Dolayısıyla iklim değişikliği ile mücadele; sadece emisyonların azaltılmasını değil, aynı zamanda kentlerin sürdürülebilir dönüşümünü ve doğal tampon mekanizmalarının korunmasını içeren bütünleşik bir stratejiyi gerektirmektedir.

2) YAĞMUR SUYU HASADI VE YAPIDA TEŞKİLİ

Yağmur suyu hasadı, atmosferden düşen yağışın yüzey akışına geçmeden önce veya geçtikten hemen sonra toplanması, depolanması ve ihtiyaç duyulduğunda kullanılması işlemidir. Yapı ölçeğinde bu sistem, genellikle çatı yüzeylerinden gelen suyun oluklar vasıtasıyla toplanarak, basit bir filtrasyon işleminden geçirildikten sonra yeraltı veya yerüstü depolarında toplanılması aşamalarının bir bütünü olarak teşkil edilmektedir. Yağışlar neticesinde toplanan yağmur suları bahçe sulama, tuvaletler, araç yıkama ve yangın söndürme sistemleri gibi kaliteli su gerektirmeyen alanlarda kullanılmaktadır (Güngör ve ark., 2021).

Yağmur suyu toplama sistemleri çatı yüzeyinde bir toplama ve dağıtım yapısı, yaprak vb. safsızlıkların toplanan sudan uzaklaştırılması için basit ızgara sistemleri ve daha kirli ve yoğun gelen ilk yağmur sularının doğrudan sistem dışına aktarılması için deşarj hattı ile yağmur

suyunun depolanması sağlanılmaktadır. Depolanan suyun pH değerinin düzenlenmesi ve yosun oluşumu sebebiyle gerekli önlenlemlerin alınması gerekmekte olup uygun haznelerin teşkil edilmesi ile sistem kullanıma hazır hale gelmektedir. Ayrıca, depolama tankından taşan fazla suyun, kanalizasyon sistemine verilmek yerine yağmur bahçeleri veya sızdırma kuyuları aracılığıyla yeraltı suyuna kazandırılması, sistemin çevresel faydasını arttırmaktadır (Öztürk ve ark., 2019).

Yağmur suyu hasadının yapıda teşkil edilmesi, su tasarrufu sağlarken aynı zamanda da kentsel altyapı üzerinde oluşan yükü hafifletmektedir. Kentleşme ile artan geçirimsiz yüzeyler (beton, asfalt), yağmur suyunun toprağa sızmasını engelleyerek ani sel ve taşkınlara neden olmaktadır. Binalarda kurulan su toplama sistemleri, yağmur suyunu kaynağında tutarak kanalizasyon sistemine ulaşan debiyi azaltarak kentsel drenaj sistemlerinin taşmasını önlenmektedir. (Karaca ve ark., 2022).

3) GRİ SU KAVRAMI VE YAPIDA KULLANIMI

Gri su terimi evlerde ve endüstriyel faaliyetlerin sürdürüldüğü alanlarda meydana gelen, az atık suları ifade etmektedir. Duş, küvet, lavabo ve çamaşır makinelerinden kaynaklanan atıksuları kapsayan bu atıksular toplanırken tuvalet ve mutfak atık suları yüksek yağ ve organik madde içeriği nedeniyle gri su kapsamı dışında tutulmaktadır. Ayrıca mutfak atıksuları uygun arıtımdan geçirilmesi durumunda bu sistemler ile entegre olarak kullanılabilmektedir. Evsel atık suyun hacimsel olarak yaklaşık %50-75'ini oluşturan gri sular, uygun arıtma yöntemleri ile geri kazanılarak, içme suyu kalitesi gerektirmeyen alanlarda yeniden kullanılabilmektedir (Arslan ve ark., 2018).

Yapıda gri su kullanımı, ayrı bir tesisat altyapısı gerektirmektedir. Gri suyun toplanması için binada siyah sudan (tuvalet) bağımsız bir toplama hattı (ayrık sistem) kurulmalı ve bu sular bir arıtma ünitesine iletilmelidir. Gri sular kum filtreleri gibi fiziksel arıtma üniteleri ve biyolojk sistemler olan membran biyoreaktörleri ile arıtılabilmektedir. (Demir ve ark., 2020).

Gri suyun yapıda kullanımı, şebeke suyu tüketiminde %35-50 oranında tasarruf sağlama potansiyeline sahiptir. Özellikle oteller, yurtlar ve büyük konut siteleri gibi su tüketiminin yoğun olduğu binalarda, gri suyun rezervuarlarda ve peyzaj sulamasında kullanılması, işletme maliyetlerini önemli miktarda düşürmektedir. Çevresel açıdan bakıldığında gri suların geri kazanımı, kanalizasyon sistemine verilen atık su miktarını azaltarak yerel yönetimler tarafından işletilen arıtma tesislerinin enerji yükünü düşürmektedir. Ayrıca doğal su kaynaklarından çekilen su miktarını azaltarak ekolojik ayak izini azaltmaktadır (Çetin ve ark., 2019).

4) YAĞMUR SUYU HASADI, GRİ SU YÖNETİMİNDE TÜRKİYE'NİN MEVCUT DURUMU, DİĞER ÜLKELERDE SÜRDÜRÜLEN UYGULAMALAR VE UYGULAMA GÜÇLÜKLERİ

Türkiye'de yağmur suyu ve gri su yönetimi Yeşil Bina sertifikası (LEED, BREEAM vb.) almak isteyen projelerde sürdürülebilirlik temasına uygun projelerde kullanılmıştır. Günümüzde meydana gelen kuraklık problemleri neticesinde ise yasal düzenlemeler ile yapılacak olan projelerde zorunluluk haline getirilmiştir. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından hazırlanan ve 23 Ocak 2021 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan "Planlı Alanlar İmar Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik" ile yağmur suyu hasatı ve gri su yönetiminde yasal mevzuat teşkil edilmiştir. Bu düzenleme ile 2000 m² ve üzeri parsellerde inşa edilecek tüm binalarda yağmur suyu toplama sistemi kurulması zorunlu hale getirilmiştir (Resmi Gazete, 2021).

Yasal mevzuat değerlendirildiğinde merkezi sistem üzerinden süreçler sürdürülürken karar yetkisi aşamasında belediyelere yetkiler verilmektedir. Bu hususta belediyelere ve ilgili idarelere 2000 m²'den daha küçük parseller için de yağmur suyu toplama zorunluluğu getirme yetkisi tanınmıştır. Fakat gri su kullanımı konusunda henüz ülke genelinde yağmur suyu kadar

keskin ve bağlayıcı bir zorunluluk bulunmamaktadır. Gri su sistemleri, genellikle yatırım maliyetinin yüksekliği nedeniyle, sadece kısıtlı projede müteahhit firmalar tarafından ve büyük ölçekli kamu binalarında tercih edilmektedir (Kaya ve ark., 2022). Mevcut binaların ilgili sistemlere dönüşümü için teşvik mekanizmalarının yetersiz olması ve sistemlerin kurulum maliyetlerinin proje maliyetini arttırmasından dolayı bu sistemlerin yaygınlaşmanın önündeki engeller olarak nitelendirilebilir. İmar yönetmeliğindeki değişiklikler olumlu bir başlangıç olurken sistemin teşkili için bütüncül kullanım mevzuatı ile daha doğru bir altyapı teşkil edilebilir olmaktadır (Şahin ve ark., 2023).

Türkiye dışında yer alan ülkeler bu kapsamda değerlendirildiğinde Almanya, Almanya'da, yağmur suyu vergisi uygulaması bulunmaktadır. Mülk sahipleri, parsellerindeki geçirimsiz yüzey miktarına göre vergilendirilmekte; eğer yağmur suyunu toplar veya sızdırırlarsa bu vergiden muaf tutulmaktadırlar. Avustralya'da ise kuraklık dönemlerinde uygulanan yapı sürdürülebilirlik indeksi sistemi ile yeni inşası başlayan konutlarda su tüketiminin %40 oranında azaltılması zorunludur ve bu hedefe ulaşmak için yağmur ve gri su sistemleri standart hale getirilmiştir (Müller ve ark., 2018).

Sürdürülebilir sistemlerin önündeki temel engel kurulacak olan süreçlere ait ilk yatırım maliyeti ve ayrılan bütçenin geri dönmesi için gereken sürenin uzun sürmesidir. Gri su sistemleri, yerinde arıtma ve ayrık sistem tesisatı gerektirmesi sebebiyle yağmur suyu sistemlerine göre daha maliyetli olmaktadır. Arıtma sistemi ve tesisatın işletme ve bakım süreçlerindeki teknik bilgi eksikliği, filtrelerin tıkanması, koku problemleri ve halk sağlığına dair endişeler sebebiyle yapılarda kullanıcılar arasında bu tip sistemlerin teşkil edilmesi sebebiyle yaygınlaştırılması oldukça zor olmaktadır. ABD'nin bazı eyaletlerinde bu tip olumsuzlukların bulunması sebebiyle gri suyun yeniden kullanımını bürokratik olarak zorlaştırılmış bir altyapıya sahip olmaktadır (Johnson ve ark., 2019).

Uygulama güçlüklerinden bir diğeri ise mevcut binaların dönüşümüdür. Tarihi kent merkezlerinde ve/veya bitişik nizam yapılarda oluşacak suyun depolanması için gerekli tankların teşkil edilmesi önemli bir uygulama problemi olmaktadır. Bu aşamada ise bölgesel depolama sistemleri teşkil edilebilmektedir. Japonya'da bu aşamada bölgesel/merkezi toplama sistemleri uygulanmaktadır (Tanaka ve ark., 2020).

5) SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İklim değişikliği ve hızlı kentleşmenin getirdiği kuraklık problemi Türkiye'de su yönetiminin geleneksel yöntemlerle sürdürülemeyeceğini açıkça göstermektedir. Yağmur suyu hasadı ve gri su geri kazanım sistemleri ile su tasarrufu sağlanırken yerleşim yerleri içinde özellikle suyun değerlendirilmesi aşamasında önemli olmaktadır. Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği'nde yapılan değişiklikler bu aşamada oldukça değerli olmaktadır. Fakat sistemin yaygınlaştırılması ve geliştirilmesi aşamasında dikkate değer bir başlangıç olmaktadır. Bu hususta yeni yapılan yapılarda bu sistemler kurulabilecekken eski yapılarda zor olmaması sebebiyle şehrin geneline yayılması yerine yeni yapılar üzerinde durulması daha öncelikli olmaktadır.

Yağmur suyu ve gri su sistemi planlayan projeler için teşvikler sunulması ve teknik açıdan sistemlerin kurulumu ve bakımı için ulusal standartlar belirlenerek asansörlerin denetimlerinin gerçekleştirildiği gibi yerel bir altyapı ile kontrol edilmesi etkin bir şekilde işletilmesi için gereklidir. Bu aşamada yerel yönetimler, su idareleri ve üniversiteler iş birliği ile pilot bölgeler oluşturularak sürekli bilgilendirmeler ve projeler ile bu sistemlerin gerekliliği ve etkinliği arttırılmalıdır.

KAYNAKLAR

Arslan, M., & Köse, E. (2018). Gri suyun arıtımı ve yeniden kullanımı: Konut ölçeğinde bir değerlendirme. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 33*(2), 55-68.

Çetin, N., & Yüksel, İ. (2019). Sürdürülebilir su yönetimi kapsamında yağmur suyu hasadının önemi. *Su ve Çevre Dergisi, 12*(4), 45-52.

Demir, V., & Akpınar, A. (2020). Greywater recycling technologies and applications: A review. *Journal of Water Process Engineering, 38*, 101614.

DSI. (2023). *Türkiye su potansiyeli ve geleceği raporu*. Ankara: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü.

Güngör, B., & Yılmaz, S. (2021). Binalarda yağmur suyu toplama sistemlerinin ekonomik analizi. *Yapı Teknolojileri Dergisi, 8*(1), 12-24.

IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.

Johnson, R., & Smith, L. (2019). Barriers to greywater reuse in urban areas. *Urban Water Journal, 16*(3), 205-215.

Karaca, C., & Öztürk, M. (2022). Kentsel taşkın yönetiminde yeşil çatı ve yağmur suyu hasadının rolü. *Afet ve Risk Dergisi, 5*(2), 112-125.

Kaya, H., & Şahin, T. (2022). Türkiye'de yağmur suyu toplama mevzuatının analizi ve öneriler. *Mimarlık ve Yaşam Dergisi, 7*(3), 345-360.

Müller, K., & Weber, J. (2018). Rainwater management in Germany: Policies and practices. *European Water Management, 22*(1), 18-29.

Öztürk, İ., & Aydın, A. F. (2019). *Sürdürülebilir su yönetimi ve atıksu geri kazanımı*. İstanbul: İSKİ Yayınları.

Resmi Gazete. (2021, 23 Ocak). Planlı alanlar imar yönetmeliğinde değişiklik yapılmasına dair yönetmelik. *T.C. Resmi Gazete*, Sayı: 31373.

Şahin, B., & Koç, A. (2023). Yeşil sertifikalı binalarda su verimliliği kriterlerinin değerlendirilmesi. *Politeknik Dergisi, 26*(1), 89-102.

Tanaka, H., & Lee, S. (2020). Urban water cycle and decentralized systems in Japan. *Water Science and Technology, 81*(5), 890-900.

Yılmaz, G., & Kara, M. (2020). İklim değişikliğinin Türkiye su kaynaklarına etkisi ve uyum stratejileri. *İklim ve Sağlık Dergisi, 2*(1), 1-15.

COMPARISON OF VERTICAL AND INCLINED FAN CONFIGURATIONS IN AN ORCHARD AIR-BLAST SPRAYER IN TERMS OF AIRFLOW AND POWER CONSUMPTION

Assist. Prof. Dr. Keziban YALÇIN DOKUMACI
Selçuk University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering, 42060, Konya, Türkiye
ORCID: 0000-0001-9699-8861
Ali Han GÜNDOĞDU
Önallar Agricultural Machinery Inc. and Design Center, Organized Industrial Zone, 42050, Konya, Türkiye
ORCID: 0009-0003-1789-5584
Assoc. Prof. Dr. Ali Yavuz ŞEFLEK
Selçuk University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering, 42060, Konya, Türkiye
ORCID: 0000-0003-1009-6635

ABSTRACT
This study investigated the effects of fan mounting angle (vertical and 18° inclined) on airflow characteristics and power consumption in air-assisted spraying systems using two identical axial fans under laboratory conditions. For both configurations, air velocity was measured with an anemometer at various vertical positions at the fan outlet (P1, P2, P3, and TP) and at distances of 2–8 m downstream. In addition, power consumption was calculated from torque values measured with a digital torque meter at a PTO speed of 540 min^{-1}. The inclined fan configuration exhibited a more balanced airflow near the outlet, with velocities ranging from 23–26 m s^{-1} on the left side and 22–28 m s^{-1} on the right side. In contrast, the vertical fan configuration produced a more uneven velocity profile, with air speed reaching approximately 34 m s^{-1} at the upper position (TP) and decreasing sharply to an average of 19–20 m s^{-1} at the lower positions (P1–P3). Distance-based measurements revealed that airflow generated by the inclined fan decreased in a more gradual and controlled manner, from approximately 15 m s^{-1} to 4–5 m s^{-1}, whereas the vertical fan generated a higher initial velocity but experienced a more rapid decay with distance, declining from about 17 m s^{-1} to approximately 6 m s^{-1}. In terms of energy demand, the inclined fan operated with a power consumption of 47.98 HP and a torque requirement of 63.63 kpm, while the vertical fan required 70.73 HP and 93.81 kpm. Accordingly, the vertical fan configuration demanded approximately 47% more power than the inclined configuration. Overall, installing the fan at an 18° inclination ensures a more uniform airflow and lower power demand, whereas the vertical configuration produces higher upper-level velocities but weaker lower-level airflow and greater energy consumption.
Keywords: Air-blast orchard sprayer, airflow velocity, power consumption, agricultural spraying

BAHÇE ATOMİZÖRÜNDE DİKEY VE EĞİMLİ FAN KONFİGURASYONLARININ HAVA AKIŞI VE GÜÇ TÜKETİMİ AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI

ÖZET
Bu çalışmada, aynı teknik özelliklere sahip iki eksenel fan kullanılarak laboratuvar koşullarında, fan montaj açısının (yatay düzleme göre dikey ve 18° eğimli) yardımcı hava akımlı püskürtme sistemlerindeki hava akışı özellikleri ve güç tüketimi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Her iki konfigürasyon için hava hızı, fan çıkışındaki farklı dikey konumlarda (P1, P2, P3 ve TP) ve çıkıştan itibaren 2–8 m mesafelerde anemometre ile ölçülmüştür. Ayrıca güç tüketimi, 540 min^{-1} PTO devrinde dijital torkmetre ile ölçülen tork verilerinden

hesaplanmıştır. Eğimli fan konfigürasyonu, fan çıkışına yakın bölgede sol tarafta 23-26 m s^{-1}, sağ tarafta 22-28 m s^{-1} aralığında daha dengeli bir dağılım sergilerken; dikey fan konfigürasyonunda üst noktada (TP) hız yaklaşık 34 m s^{-1} değerine yükselmiş, alt seviyelerde (P1-P3) ise yaklaşık ortalama 19–20 m s^{-1} seviyelerine düşerek daha değişken bir profil oluşturmuştur. Mesafeye bağlı ölçümlerde eğimli fanın hava hızının daha kademeli ve kontrollü biçimde azaldığı (yaklaşık 15 m s^{-1}'den 4-5 m s^{-1}'ye), dikey fanın ise başlangıçta daha yüksek bir değer üretmesine rağmen mesafe arttıkça daha hızlı zayıfladığı (yaklaşık 17 m s^{-1}'den yaklaşık 6 m s^{-1}'ye) belirlenmiştir. Enerji gereksinimi açısından, eğimli fanın 47.98 HP güç tüketimi ve 63.63 kpm tork ile çalıştığı; dikey fanın ise 70.73 HP ve 93.81 kpm değerlerine ulaştığı tespit edilmiştir. Buna göre dikey fan konfigürasyonu, eğimli fana kıyasla yaklaşık %47 daha fazla güç talep etmiştir. Genel olarak, fanın 18° eğimli yerleştirilmesi daha homojen bir hava akışı ve daha düşük güç gereksinimi sağlarken, dikey konfigürasyon üst seviyelerde daha yüksek hızlar üretmesine karşın alt seviyelerde daha zayıf hava akışı ve daha yüksek enerji tüketimine neden olmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Yardımcı hava akımlı bahçe pülverizatörü, hava akış hızı, güç tüketimi, tarımsal ilaçlama

1. INTRODUCTION

Fan configuration and operating parameters are among the fundamental factors that directly affect the performance of air-assisted sprayers. Parameters such as fan speed, blade pitch, and airflow direction are critical in determining the penetration of sprayed pesticide droplets into the inner regions of plant canopies and the extent of off-target drift (Failla et al., 2020). These variables influence not only spraying efficacy but also the energy efficiency of the system. Indeed, a laboratory study by Failla et al. (2020) reported that increasing the fan inclination angle from 20° to 44° could raise power consumption by up to eightfold. This finding clearly indicates that airflow design must consider energy consumption and environmental losses alongside spraying effectiveness.

Although numerous studies have addressed fan structure, blade design, or nozzle arrangement (Grella et al., 2022), the effects of the fan mounting angle on the sprayer body (e.g., vertical versus inclined configurations) on spray quality and energy requirements have not been systematically investigated. Xu et al. (2023), in their study on the influence of airflow angle on deposition on the abaxial leaf surface, emphasized that research examining the overall impact of fan inclination on spraying performance remains limited.

Air-assisted orchard sprayers, which are widely used for chemical control in fruit orchards, are recommended by the Food and Agriculture Organization (FAO) due to their high penetration capability and their ability to provide uniform coverage on both sides of leaves (Feng et al., 2025). Air-blast sprayers have largely replaced conventional handheld applications in orchard and vineyard spraying (Wang et al., 2025). In these systems, high velocity turbulent airflow generated by an axial fan transports pesticide droplets into the inner canopy and to the undersides of leaves, thereby ensuring effective coverage even in regions that are difficult to reach with conventional methods (Li et al., 2022; Failla et al., 2020; Wei et al., 2023). The water pesticide mixture is discharged through nozzles and conveyed to the tree canopy by the fan induced airflow; this airflow causes leaf movement, facilitating droplet penetration into inner leaf surfaces (Salcedo et al., 2015). Leaf inversion and vibration induced by airflow are particularly important mechanisms that expose the abaxial surfaces to the spray (Liu et al., 2024).

The interaction between airflow, droplets, and plant foliage is a key factor governing droplet distribution within porous canopies. Properly adjusted auxiliary airflow accelerates droplet motion, promotes leaf bending and opening, widens transport pathways, improves deposition uniformity (Feng et al., 2025), and reduces drift losses (Shi et al., 2022). Nevertheless, it has

been reported that 30–50% of the applied pesticide may be deposited off-target, with an additional 10–20% lost due to drift (Warneke et al., 2019). Appropriate regulation of auxiliary airflow mitigates the adverse effects of natural wind, reduces drift, and enhances pesticide use efficiency (Wang et al., 2025). For example, Zhu et al. (2004) reported that airflow generated during spraying could reduce drift by more than 20% (Wang et al., 2025). Owing to these advantages, air-assisted sprayers have become a critical technology for effective and timely pesticide application in modern fruit orchards (Wei et al., 2023).

However, when the velocity and direction of the airflow are not properly adjusted, significant application losses may occur. Studies have shown that insufficient air assistance results in inadequate pesticide deposition on shaded leaf surfaces, whereas excessive airflow can remove droplets from leaf surfaces, leading to increased drift and environmental contamination (Wang et al., 2025). In conventional air-assisted sprayers, the powerful radial fans commonly used (approximately 20–30 kW) may cause up to 80% of the applied pesticide to be lost before reaching the target canopy, particularly in dwarf tree orchards (Hołownicki et al., 2017). This situation implies not only substantial pesticide wastage but also high energy consumption. Consequently, optimization of airflow parameters has become a primary engineering objective in the design of modern orchard sprayers.

The effects of fan-generated airflow on droplet behavior and spray coverage have been extensively investigated through both numerical modeling and experimental studies. Delele et al. (2005) employed a computational fluid dynamics (CFD) model to demonstrate the decisive role of the turbulent air jet produced by the fan on droplet transport and deposition patterns. Similarly, Salcedo et al. (2015) examined airflow behavior over citrus trees through field measurements and showed that the resistance created by tree trunks and foliage against the airflow significantly affects velocity distribution and turbulence characteristics.

In the literature, various innovative approaches have been developed to enhance spraying efficiency through the controlled adaptation of airflow. Khot et al. (2012) designed a system capable of adjusting airflow according to the tree canopy profile, while Hołownicki et al. (2017) successfully reduced energy consumption by implementing variable air-volume dual-fan systems. Jiang et al. (2020) applied variable air volume using a multi-outlet sprayer design in which butterfly valves were integrated into each air outlet channel. This approach increased deposition within porous canopies by 17.3%, while reducing off-target deposition in lower zones and gaps by 21.6% and 40.7%, respectively, and decreasing spray drift by 50.9% (Jiang et al., 2020). Similarly, Dou et al. (2023) developed an innovative air-assisted sprayer that allows independent adjustment of fan rotational speed and air outlet area, enabling separate control of outlet air velocity and airflow rate. This design made it possible to apply high-velocity low volume airflow for small trees with dense foliage and low velocity-high volume airflow for large trees with sparse canopies using the same platform (Dou et al., 2023). In parallel with these developments, dual or multi fan systems introduced in recent years have further enabled more precise control of airflow characteristics (Grella et al., 2022; Doruchowski et al., 2023).

Despite these advancements, the effect of the fan mounting angle on the sprayer body on spraying performance has not been directly addressed in the literature. Indeed, in modern systems developed in China, fan angle and airflow rate can be adjusted according to tree structure to improve coverage uniformity and minimize drift (Zhou and Zhou, 2024). Nevertheless, although it has been reported that even small changes in fan mounting angle can significantly influence spraying performance (Salcedo et al., 2015), no systematic study has yet investigated the effects of fan installation angle on airflow distribution and energy consumption. The scope of this study is to investigate the quantitative effect of fan installation angle-defined as the angle between the fan axis and the horizontal plane-on the airflow distribution and energy efficiency of air-assisted orchard sprayers. Within this context, two axial fan units one installed

vertically, the other at 18° relative to the horizontal plane were tested comparatively in laboratory conditions. Air velocities at the fan outlet were measured using an anemometer, while the power consumption was calculated from torque measurements carried out with a digital torque meter. Results show that fan mounting angle optimization is able to enhance plant protection effectiveness by reducing environmental drift and energy losses, thus providing important engineering insights into the design of air-assisted spraying systems.

2. MATERIAL AND METHODS

In these experiments, an inclined fan design prepared by Önallar Agricultural Machinery Inc. and Önallar Design Center, its axis oriented at 18° to the horizontal plane (Figure 1), was used. The fan model was mounted standard vertically as opposed to this. Comparing the air flow velocities created by these two fan configurations independent of external environmental influences was the objective of this study under controlled indoor conditions. All experimental measurements were made at the dedicated test facility within the Önallar Agricultural Machinery Design Center. During the experiments, the ambient temperature was kept constant at 20 ± 2 °C and the relative humidity between 50–60%. An externally isolated environment where external air movements are eliminated was provided and the operating test atmosphere normalized for repeatable test conditions.

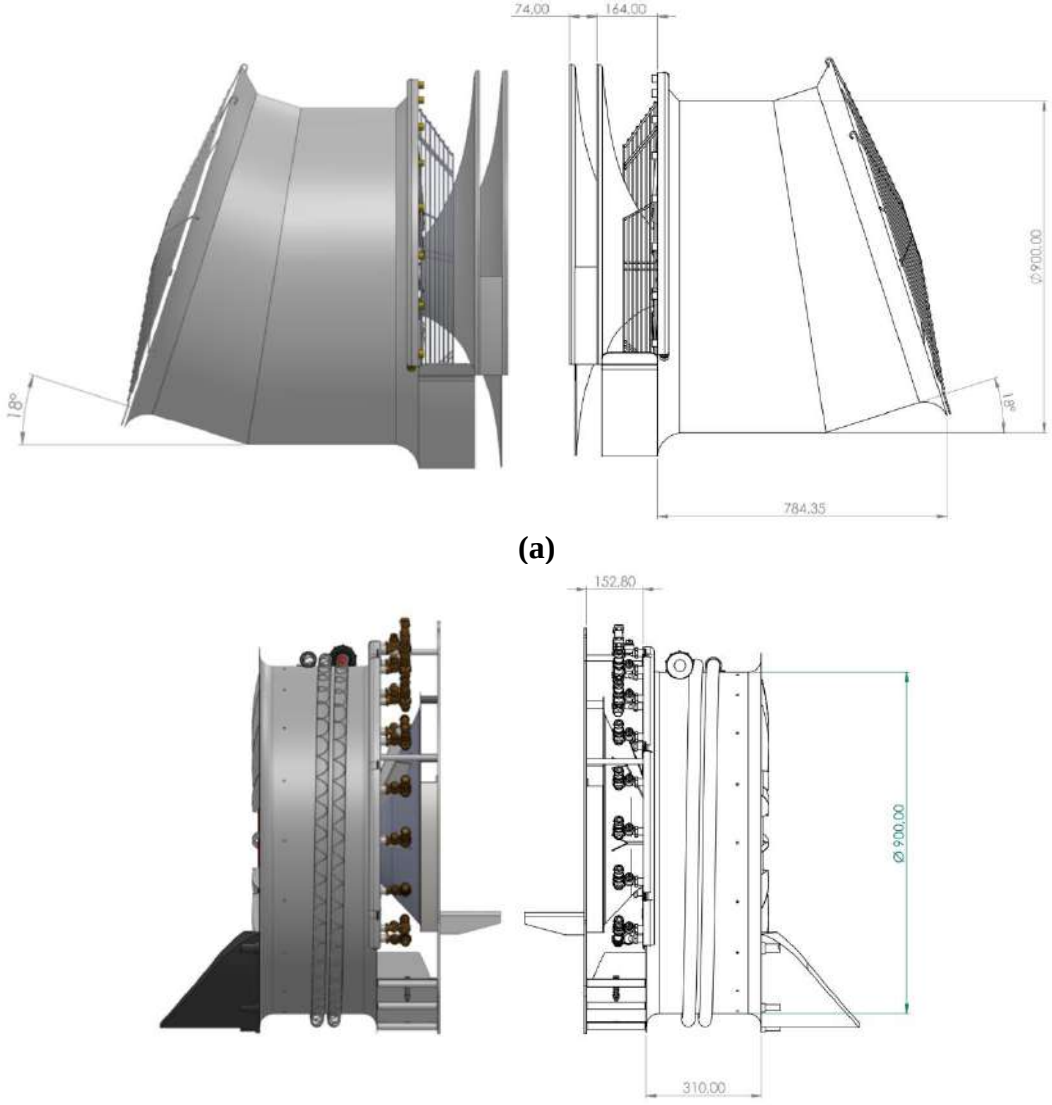


Fig. 1. Images of the fan configurations used in the experiments are presented as follows: (a) inclined fan, (b) vertical fan.

Air velocity measurements were conducted at positions P1, P2, and P3 located 150 cm from the fan center (Figure 2) using an Extech AN100 anemometer (measurement range: 0.40–30 m s^{-1}; accuracy: ±3%). The data collected were comparatively evaluated between both sides of the sprayer and across different vertical levels.

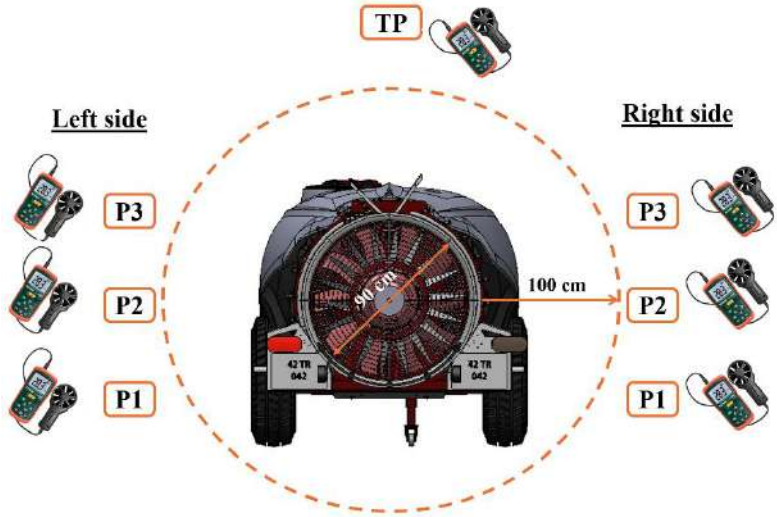


Fig. 2. Schematic representation of the measurement points around the fan where airflow velocity measurements were conducted.

Distance dependent air velocity measurements were conducted for both the inclined and vertical fan at distances of 2 m, 3 m, 4 m, 5 m, and 8 m along the fan centerline (Figure 3). The measurements were carried out to assess the characteristics of air flow generated by sprayers at various distances and to establish differences in airflow width (air swath) as related to the measurement range. Obtained data were analyzed with respect to airflow continuity and homogeneity produced by sprayers. Moreover, revealing fan inclination and the wider air outlet of an inclined fan effect on airflow distribution has been pursued.

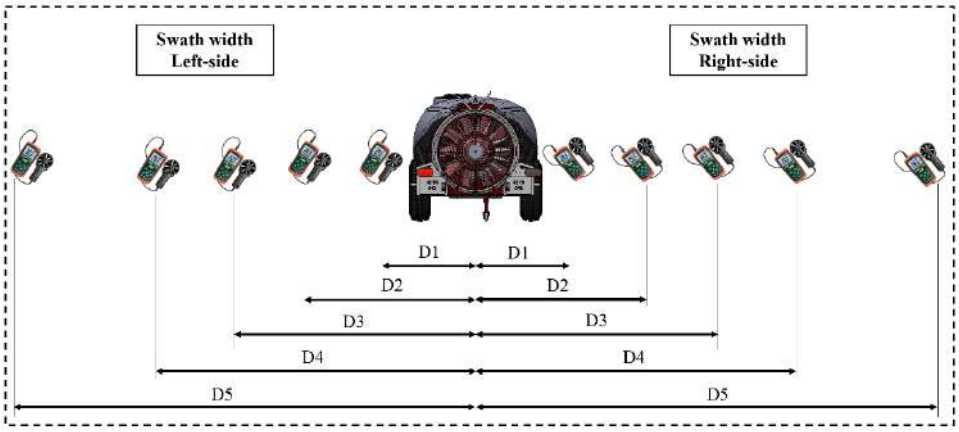


Fig. 3. Schematic view of the places of measurement points across the air swath width

For the measurement of the power consumption of the two fans (inclined and vertical), the measurement of the torques was done using a DATUM digital torque meter (the accuracy of measurement of the torque is ±0.05). The torque sensor used to calculate the shaft power (P) transmitted between the tractor power take-off PTO and the sprayer fan has a maximum measurement capacity of 1800 Nm and can be connected in series between the PTO output of the tractor and the air-belt sprayer. By using the DATUM digital torque meter, real-time measurement of the torques produced by the PTO shaft and transmitted to the fan system can be achieved. The fan rotates counterclockwise; therefore, the reversing feature of the digital torque meter came into use to measure the torques applied to the fan shaft.

Data was collected on the torque (T) measured by the torque transducer during each test, as well as the rotation speed (n, rpm) of the PTO. Equation (1) was employed to determine the power (P) consumed by the fan, where P stands for power (in HP), T stands for torque (in kpm) and n for the PTO rotation speed (in rpm). To obtain dependable data, the test was conducted three times, and the mean value was employed in the data analysis. This method made it possible to assess the power demand of the fan setups based on the test conditions, as well as the efficiency of the setups.

$$P = \frac{T \,.\, n}{716{,}2} \qquad (1)$$

Within this study, the speed of airflow created by two different sprayer fan models and the power consumption of these models was analyzed. In order to avoid the effect of changes in atmospheric conditions on airflow, all experiments in this study were conducted under the indoor conditions of the Önallar Agricultural Machinery Inc. and Design Center.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Airflow velocity measurement

The measurement of air velocity at four points vertically (P1: lowest point, P2: lower-mid point, P3: upper-mid point, and TP: highest point) showed considerable variations in air velocity between the inclined and vertical fan arrangement (Figure 4). The air velocity was more evenly distributed on both sides and at all levels for the inclined fan arrangement. For example, air speeds on the left side varied from 23 m s^{-1} to 26 m s^{-1} and on the right side from 22 m s^{-1} to 28 m s^{-1}, showing minimal variation between the lower and upper points. However, there was more variability in the vertical fan arrangement where air speeds reduced appreciably from 34 m s^{-1} at the top point (TP) to 19-20 m s^{-1} at the lower points (P1-P3), showing that there was more deflection of air toward the upper side at the cost of lower transport.

In both configurations, the slightly higher velocities observed on the right side compared to the left side can be explained by the natural bias in the airflow direction due to the rotation of the fan. Nevertheless, the enhancement of the right left symmetry observed in the inclined configuration of the fan reflects the balancing of the distribution of airflow to both sides.

In an inclined position, orienting the fan at an angle of 18° can be considered a design element, not only for better airflow but also for favorable operating conditions. Elevating the fan inlet position comparatively further from the ground position will minimize direct contact with soil and dust, thus decreasing the possibility of damage or wear and tear on fan blades. This aspect holds a certain practical appeal, especially while operating in a field environment, as it might help extend the lifespan of the fan.

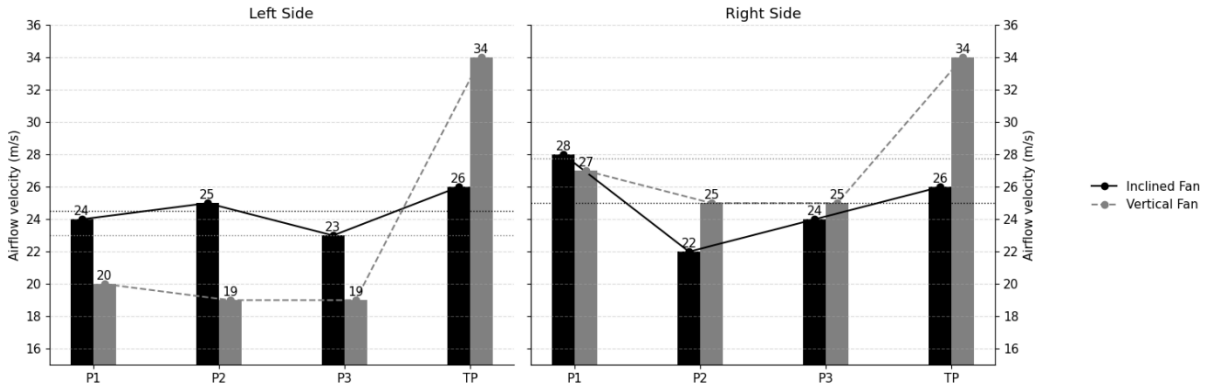


Fig. 4. Comparison of airflow velocity values for inclined and vertical fan placement at "P1, P2, P3, and TP" positions

These results clearly show that fan orientation plays a major role in influencing vertical airflow distribution. Due to more uniform airflow output from the inclined fan, airflow is distributed

evenly to the lower, upper, and middle canopy layers, while from the vertical fan, most of the airflow is directed to the upper canopy layers (Endalew et al., 2010). Corresponding with our findings, it has been observed previously that high air speed and uneven airflow distribution of standard axial orchard spray guns create uneven deposition of droplets in the lower canopy strata and increased spray drift (Qiu et al., 2016; Doruchowski et al., 2025).

The goal of proper air assistance is, thus, a balance sought between increasing penetration capacity and reducing drift potential. A deficit of air flow restricts penetration beyond the canopy, and too large or misdirected air flow can cause water droplets to overshot the target or 'rebound' from leaf surfaces (Qiu et al., 2016; Doruchowski et al., 2025). For the current investigation, a strong jet produced at the TP spot at a velocity of 34 m s^{-1} by a vertical fan at the nozzle may cause over-blowing at the upper canopy layer and insufficient air movement at the bottom canopy layer, thus negatively impacting deposition at lower leaves. This also occurs because, in air-blast sprayers, "sparse canopy regions tend to be over-ventilated at some height above ground level, increasing drift, while dense regions at lower canopy heights receive insufficient air flow, reducing deposition (Qiu et al., 2016).

Furthermore, compared to a balanced airflow pattern, it seems that the inclined fan design provides a relatively more preferable airflow condition for enhancing coverage uniformity, and more notably within the lower and mid-canopy layers, where pesticide penetration is considered more important. In fact, Xu et al. (2023) recently demonstrated that airflow direction is one of the parameters that significantly affect abaxial (lower surface) leaf coverage and that a slightly upward-oriented airflow (around 5-10°) is very effective for enhancing deposition within the mid-canopy layers. This observation suggests that a change in fan position by adopting an inclined fan design may offer a more preferred airflow condition for distributing spray droplets evenly towards all locations, including the lower surface of leaves.

An equally important finding is related to the symmetry of airflow between the right and left sides of the sprayer. In both cases, the air velocity measured on the right side is marginally higher than that on the left side, which can be related to the directional impact of the rotation and orientation of the fans. In contrast, the tilted fan ensured that this difference occurred at a lower level, which indicates that the airflow is distributed under more controlled conditions. Under crosswind situations, well-controlled and balanced airflow is critical as it does not induce the spray process to happen on one side only. Consequently, contemporary designs for Orchard sprayers are tending towards the application of technologies like independent control of airflow on both sides as well as deflectors for directing the air flows (Doruchowski et al., 2025). The experimental findings are adequate in establishing that even the simplest modification, which is passive in nature and relates to the constant angle of inclination of the fan, can account for a balanced and controlled airflow pattern and make unnecessary the adoption of sophisticated systems.

In Figure 5, the air velocity decay at various distances from the fan outlet (D1-D5) for the two types of fans is illustrated. In the case of theinclined fan, the decay of air velocity at both sides of the distance occurred more smoothly. In the left side, the rate at which air velocity decayed from 15 m s^{-1} at D1 to 5 m s^{-1} at D5, while at the right side, it dropped from 15 m s^{-1} at D1 to 4 m s^{-1} at D5. In fact, this regular decay at both sides signifies that air is diffused at a broader distance and sustains its effect throughout the canopy at a longer distance. In other words, this phenomenon is beneficial for increasing the extent to which droplets are transported by air in the rows and increasing transport of droplets towards inner as well as the outer leaves. A different perspective to justify this phenomenon could lie in the broader air outlet opening in case of the inclined fan, which creates less resistance to air and helps achieve balanced expansion of the air jet. A broader air outlet opening facilitates the achievement of desirable outlet velocity while, at the same time, ensuring balanced diffusion of air at various distances, thus increasing the spray intensity at the entry points of the canopy.

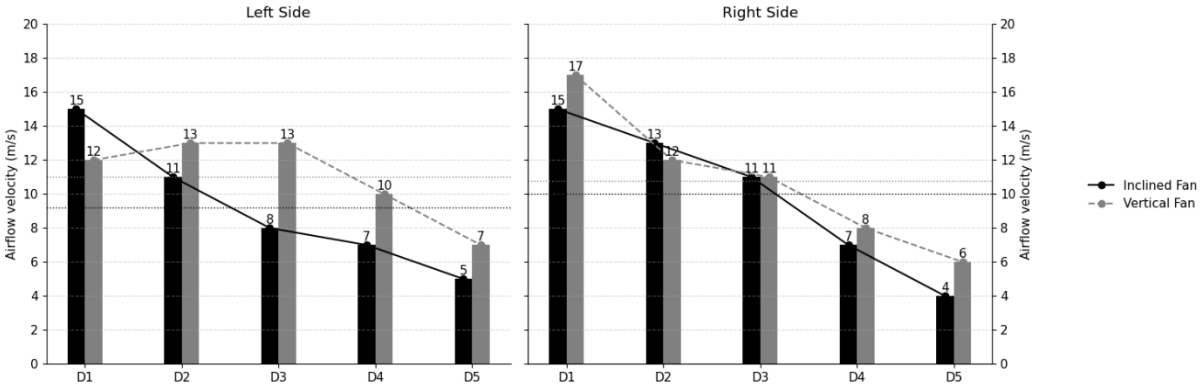


Fig. 5. Evaluation of airflow velocity values on air swath (D1, D2, D3, D4 and D5 positions) for inclined and vertical fan

On the contrary, the airflow created by the vertical fan decreased faster but not evenly as the distance increased. For instance, while the initial velocity showed a higher value of roughly 17 m s^{-1} at point D1 on the right side, it reduced to around 6 m s^{-1} at point D5, which showed a faster reduction than the inclined fan. In addition, the difference in air velocity from right to left continued to be evident along the distance, denoting inequality in the distribution of air velocity. This can be explained by the fact that, compared to the inclined fan, the vertical fan creates a smaller or more focused jet with faster decay when the air or the jet diffuses.

In comparisons involving tower type spray application and conventional axial fans, it has been observed that while high velocities are created near the point of application by a focused jet, it lacks direction at long range target application and drifts rather than reaching its target, resulting in low airflow transport at low canopy levels (Landers & Schupp, 2001). Moreover, Landers and Schupp (2001) also observed that a more horizontal direction of airflow into the canopy enhances application and minimizes drift. Therefore, a tower-type air delivery system results in a higher degree of uniform application with less off-target drift. While a broader and steadier airflow pattern from the slightly inclined fan can partially mimic this strategy, better transfer of all types of droplets across various layers of the canopy can be ensured because of its higher degree of stability. In contrast to this, a high-speed and narrow plume projection from a vertical fan could cause an overshot at canopy levels or inefficient “washing” of low leaves (Endalew et al., 2010). As smaller droplets are more likely to be suspended within high velocity airways, drift, consequently, becomes a jeopardized factor.

Thus, an inclined fan arrangement which offers more moderate and evenly dispersed airflow distribution would help to contain the droplets in the target area and even boost deposition as opposed to environmental drift (Landers & Schupp, 2001). Moreover, the larger shroud/outlet dimension of the inclined fan may help create more stable airflow characterized by less turbulence; less turbulence is assumed to contribute to improved spray deposition quality through more precise direction of pesticide droplets onto target areas.

In general, the data from air velocity measurements suggest that the inclined fan configuration produces a more desirable air flow regime, with higher homogeneity of the vertical air velocity distribution in the canopy, better right versus left symmetry, and more stable air flow effect along the distance. In contrast, the tendency of the vertical fan to produce more concentrated air flows in the top canopy layer and decay more quickly with distance may lead to potential problems associated with inadequate treatment of the bottom canopy layer and higher drift rates in the top canopy layer. In this respect, the optimization of the mounting angle of the fan appears to be an important design adjustment parameter aimed at improving treatment quality in orchards or vineyards characterized by multilayer canopies.

3.2. Measurement of Fan Power Requirements

In addition to the characteristics of air flow, there existed large discrepancies in power/torque demands in the two fan arrangements, as can be inferred from Figure 6. The inclined fan had

an average power of 47.98 HP, which was approximately 35.8 kW, with a torque of 63.63 kpm, while for the vertical fan, it was 70.73 HP, or about 52.7 kW, power, coupled with 93.81 kpm of torque. Therefore, it can be inferred that there was about 47% more power in the vertical fan arrangement compared to the inclined fan arrangement. Such clear discrepancies demonstrate that there exists direct correspondence between fan position, air flow, and power.

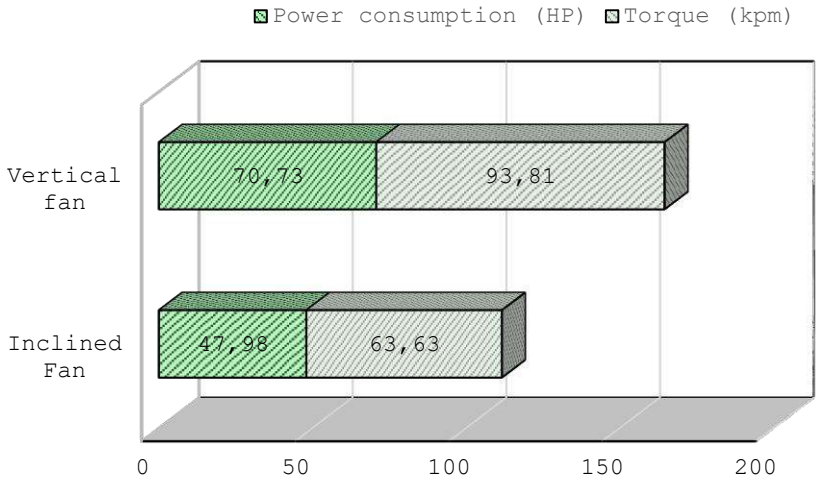


Fig. 6. Effect of fan placement angle on power consumption (HP) and torque values (kpm)

The experimental results indicate that the vertical mounting requires a heavier mechanical load on the tractor PTO, which can be correlated to the stronger and more focused air jets emanating from the vertically mounted fan. Not to forget, to produce a relatively higher peak velocity at the TP position (34 m s^{-1}) might have required higher fan speed or a more agressive cutting style, leading to higher power and torque requirements (Endalew et al., 2010). However, in the case of the inclined fan, a relatively distributed air flow with lower peak velocities (approximating 26-28 m s^{-1}) could be obtained at a relatively reduced fan load, significantly lowering the power demand.

At this stage, it is appropriate to assert that the larger outlet area of air in the inclined position is a direct cause of power savings. This is because a larger outlet area is associated with smaller aerodynamic losses of air, which implies that the fan will be working in a setting of lower aerodynamic resistance. As a result, smaller power requirements of the tractor, as well as smaller fuel consumption, will be realized. This is an important technical reason why there has been a power savings of 47.98 HP in the case of the inclined fan.

These findings are consistent with published literature that suggests that one of the most significant energy consuming elements within orchard sprayers is the fan (Doruchowski et al., 2025). In a published experiment performed on a sprayer operating two independently controlled fans, it was observed that energy consumption from fan use is predominant and that a significant difference in energy savings can be achieved through airflow adjustment (Doruchowski et al., 2025). In addition, Failla et al. (2020) were able to observe that a difference within fan blade angle and outlet design weakens power consumption, observing that fan power consumption grows rapidly with an overall increase within the blade angle. This is as a consequence of a cubic relationship generally observed within airflow speed and power consumption of the fan (Failla et al., 2020). In this experiment, the more focused airflow from the vertical position of the fan has presented a higher aerodynamic burden and, as a direct consequence, increased power consumption. On the other hand, a difference of approximately 16 kW in power consumption within the inclined position presented a significant efficiency improvement with clear economic and environmental advantages.

The increased energy requirements of the vertical fan could be accounted for by a less optimal use of air flow with respect to the desired crop profile. Indeed, a substantial jet of air aimed

directly at the upper canopy area is very likely to create a mass of air that cannot be efficiently used by the canopy, resulting in increased turbulence and drift potential along with increased energy losses. On the contrary, the inclined fan uses air flow distribution with a higher spread and conformity with canopy shape, thereby being more consistent with the concept of "delivered right amount of air in right direction." It is for this reason that sometimes the inclined setup could potentially equal or outperform vertically placed fans with comparable or even reduced energy consumption (Doruchowski et al., 2025). Additionally, a wider shroud shape of the inclined setup could potentially minimize turbulence issues and promote stable air flow, thereby favoring both droplet transport efficiency as well as overall energy efficiency.

4. CONCLUSION

This study compared the impact of fan mounting angle on both airflow characteristics and energy requirements in air-assisted vineyard and orchard sprayers. The experimental results showed that, compared with the vertical one, the 18° inclined fan configuration emitted more balanced and homogeneous airflow. The inclined fan gave a more even distribution of air velocity across the lower, middle, and upper canopy levels, improving the continuity of airflow transport, especially in the lower and middle zones of the canopy. In contrast, a vertical fan had a higher tendency to concentrate most of its airflow toward the upper canopy, while at the lower levels it generated relatively weak airflow.

Distance dependent measurements further revealed the nature of airflow attenuation generated by the inclined fan as much more stable and better controlled, while the vertical fan produced a jet with much steeper narrowing and concentration that lost effectiveness much sooner with distance. From all these, it can be concluded that inclined fans have potential to produce more spatially distributed and sustainable airflow transport effects within the canopy.

From an energetic viewpoint, this reduces the power and torque demands on the fan and thus represents a major saving in total system energy consumption. A broader opening for air at the outlet in the inclined version probably contributes to reduced flow resistance during operation under a lower mechanical load. Translated practically, this may relate to lower power demands on the tractor, reduced fuel consumption, and lower general energy consumption. The wider geometry of the outlet can favor the constitution of an effective initial outlet velocity while regularizing and balancing the distribution of airflow for greater lengths, which can enhance spray coverage efficiency, especially in the canopy entry regions.

Also, the 18° inclination angle is expected to reduce the direct contact of the fan inlet with dust, soil, stones, or other foreign materials, thereby lowering the risk of damage to fan blades. This can be of potential benefit to prolong fan service life and reduce maintenance during long term operations. The wider shroud geometry may decrease turbulence and promote a more stable airflow, contributing to more controlled guidance of spray droplets toward target surfaces.

REFERENCES

Delele, M. A., De Moor, A., Sonck, B., Ramon, H., Nicolaï, B. M., & Verboven, P. (2005). Modelling and validation of the air flow generated by a cross flow air sprayer as affected by travel speed and fan speed. Biosystems engineering, 92(2), 165-174.

Doruchowski, G., Świechowski, W., Hołownicki, R., Godyń, A., & Bartosik, A. (2025). Effect of Airflow Settings of an Orchard Sprayer with Two Individually Controlled Fans on Spray Deposition in Apple Trees and Off-Target Drift. Agriculture, 15(23), 2520. https://doi.org/10.3390/agriculture15232520

Dou, H., Zhai, C., Zhang, Y., Chen, L., Gu, C., & Yang, S. (2023). Research on decoupled air speed and air volume adjustment methods for air-assisted spraying in orchards. Frontiers in Plant Science, 14, 1250773.

Endalew, A. M., Debaer, C., Rutten, N., Vercammen, J., Delele, M. A., Ramon, H., ... & Verboven, P. (2010). Modelling pesticide flow and deposition from air-assisted orchard

spraying in orchards: A new integrated CFD approach. Agricultural and forest meteorology, 150(10), 1383-1392.
Failla, S., Bisaglia, C., Schillaci, G., Longo, D., & Romano, E. (2020). Sprayer Axial Fan Layout Affecting Energy Consumption and Carbon Emissions. Resources, 9(11), 136.
Feng, F., Dou, H., Zhai, C., Zhang, Y., Zou, W., & Hao, J. (2025). Design and Experiment of Orchard Air-Assisted Sprayer with Airflow Graded Control. Agronomy, 15(1), 95.
Grella, M., Marucco, P., Zwertvaegher, I., Gioelli, F., Bozzer, C., Biglia, A., ... & Balsari, P. (2022). The effect of fan setting, air-conveyor orientation and nozzle configuration on airblast sprayer efficiency: Insights relevant to trellised vineyards. Crop Protection, 155, 105921.
Hołownicki, R., Doruchowski, G., Świechowski, W., Godyń, A., & Konopacki, P. J. (2017). Variable air assistance system for orchard sprayers; concept, design and preliminary testing. Biosystems Engineering, 163, 134-149.
Jiang, H., Niu, C., Liu, L., Wang, D., Wang, J., Mao, W. (2020). Design and experiment of air volume control system of orchard multi pipe air sprayer. Trans. CSAM 51, 298–307. doi: 10.6041/j.issn.1000-1298.2020.S2.035
Khot, L. R., Ehsani, R., Albrigo, G., Larbi, P. A., Landers, A., Campoy, J., & Wellington, C. (2012). Air-assisted sprayer adapted for precision horticulture: Spray patterns and deposition assessments in small-sized citrus canopies. Biosystems Engineering, 113(1), 76-85.
Landers, A. J., & Schupp, J. R. (2001). Improving deposition and reducing drift in orchards. New York Fruit Quarterly, 9(1), 3-6.
Li, T., Qi, P., Wang, Z., Xu, S., Huang, Z., Han, L., & He, X. (2022). Evaluation of the effects of airflow distribution patterns on deposit coverage and spray penetration in multi-unit air-assisted sprayer. Agronomy, 12(4), 944.
Liu, Z., Chen, J., Guo, J., & Qiu, B. (2024). Numerical Simulation and Validation of Droplet Deposition on Tomato Leaf Surface under Air-Assisted Spraying. Agronomy, 14(8), 1661.
Qiu, W., Sanqin, Z., Weimin, D., Chengda, S., Jiang, L., Yinian, L., & Jiabing, G. (2016). Effects of fan speed on spray deposition and drift for targeting air-assisted sprayer in pear orchard. International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 9(4), 53-62.
Salcedo, R., Garcera, C., Granell, R., Molto, E., & Chueca, P. (2015). Description of the airflow produced by an air-assisted sprayer during pesticide applications to citrus. Spanish Journal of Agricultural Research, 13(2), e0208-e0208.
Shi, R., Sun, H., Qiu, W., Lv, X., Ahmad, F., Gu, J., ... & Zhang, Z. (2022). Analysing airflow velocity in the canopy to improve droplet deposition for air-assisted spraying: A case study on pears. Agronomy, 12(10), 2424.
Wang, G., Li, Z., Jia, W., Ou, M., Dong, X., Zhang, Z., 2025. A Review on the Evolution of Air-Assisted Spraying in Orchards and the Associated Leaf Motion During Spraying. Agriculture 15, 964.. https://doi.org/10.3390/agriculture15090964
Warneke, B. W., Pscheidt, J. W., Rosetta, R., & Nackley, L. (2019). Sensor sprayers for specialty crop production. Oregon State University.
Wei, Z., Li, R., Xue, X., Sun, Y., Zhang, S., Li, Q., ... & Dou, Q. (2023). Research status, methods and prospects of air-assisted spray technology. Agronomy, 13(5), 1407.
Xu, S., Wang, X., Li, C., Ran, X., Zhong, Y., ... & Song, J. (2023). Effect of airflow angle on abaxial surface deposition in air-assisted spraying. Frontiers in Plant Science, 14, 1211104.
Zhou, L., & Zhou, B. (2024). Research on Deposition Characteristics of a New Air-Assisted Electrostatic Sprayer. European Journal of Agriculture and Food Sciences, 6(5), 37-43.
Zhu, H., Derksen, R. C., Krause, C. R., Brazee, R. D., Fox, R. D., & Ozkan, H. E. (2004). Spray deposition in taxus and air velocity profile for a fiveport, air-assist sprayer. In 2004 ASAE Annual Meeting (p. 1). American Society of Agricultural and Biological Engineers.

GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF HIGH-LEVEL MASSIVE HORNBLENDE GABBROS FROM THE DEVEDAMI AREA (AKSARAY, CENTRAL TURKEY) AND CONSTRAINTS ON THE CRETACEOUS NEOTETHYAN OPHIOLITES

Kerim KOÇAK
Konya Technical University, Faculty of Eng.&Natural Sci., Department of Geo.Eng., 37150 Konya
ORCID:0000-0002-4379-8791
Bilal Faruk KAYIHAN
Türkmenistan
ORCID: 0000-0001-7148-3677

ABSTRACT
The Central Anatolian Ophiolites (CAO) in the Devedamı area consist of hornblende gabbroic rocks composed of hornblende, plagioclase, and minor high-Ca clinopyroxene, displaying holocrystalline granular to rare holocrystalline porphyritic textures. These lithologies preserve geochemical characteristics that provide key constraints on their mantle source and tectonomagmatic evolution. The tholeiitic samples exhibit nearly flat chondrite-normalised REE patterns (La_N/Yb_N = 0.87) without a significant Eu anomaly, suggesting limited plagioclase accumulation or fractionation. Primitive-mantle-normalised trace element spider diagrams display positive Cs and Ba anomalies, together with negative Nb, Ta, Zr, Ti, and P anomalies. Their low Ti/V and high Y/Nb ratios closely resemble those of N-MORB to IAB transitional oceanic crust, which collectively indicate formation in a suprasubduction-zone setting. Melting model results indicate that the gabbros likely formed through high-degree non-modal batch melting of a spinel-bearing mantle source linked to progressive convergence within the İzmir–Ankara–Erzincan (IAE) Oceanic system. This primary melt subsequently evolved through fractional crystallisation dominated by olivine and pyroxene, as reflected in its major- and trace-element systematics. The overall geochemical signatures, including elevated Ba/Th ratios, further imply the involvement of aqueous slab-derived fluids with only minor contributions from subducted sedimentary materials. Collectively, the CAO massive gabbros are interpreted to have formed in a back-arc basin basalt–type suprasubduction setting associated with Late Cretaceous oceanic crust generation.
Keywords: Gabbro, geochemistry, ophiolite, Devedamı

AKSARAY (ORTA TÜRKİYE) DEVEDAMI YÖRESİNDE ÜST SEVİYELERDEKİ MASİF HORNBLENDLİ GABROLARIN JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE KRETASE NEOTETİS OFİYOLİTLERİNE İLİŞKİN SINIRLAMALAR

ÖZET
Devedamı yöresinde Orta Anadolu Ofiyolitleri (CAO), hornblend, plajiyoklaz ve az miktarda yüksek-Ca klinopiroksen içeren, Geç Kretase yaşlı masif hornblendli gabroik kayaçlarla temsil edilir; bu kayaçlar holokristalin taneselden nadiren holokristalin porfirik dokulara kadar değişen dokusal özellikler gösterir. Bu litolojiler, manto kaynağı ve tektonomagmatik evrimlerine ilişkin önemli jeokimyasal kısıtlamalar sağlayan özellikler korurlar. Tholeiitik örnekler, belirgin bir Eu anomalisi içermeyen ve neredeyse düz kondrit-normalli Nadir Toprak Elementi (REE) desenleri (La_N/Yb_N = 0.87) sergiler; bu durum plajiyoklaz yığışımı veya farklılaşmasının sınırlı olduğunu düşündürür. İlkel mantoya normalize iz element örümcek diyagramında pozitif Cs ve Ba anomalileri ile birlikte belirgin negatif Nb, Ta, Zr, Ti ve P anomalileri gözlenir. Düşük Ti/V ve yüksek Y/Nb oranları, N-MORB ile IAB geçiş tipindeki okyanusal kabuğu kimyasına yakın benzerlik gösterir ve tüm bunlar, okyanus ortası sırtı

ortamından ziyade bir dalma batma zonu üstü zonunda oluşuma işaret eder. Ergime modelleri, bu gabroların İzmir–Ankara–Erzincan (IAE) Okyanusu'nun ilerleyen kapanma sürecinde spinel-içeren bir manto kaynağının yüksek dereceli non-modal toplu erigmesiyle üretildiğini öne sürer. Oluşan birincil ergiyik, gözlenen anaoksit ve iz element değişimleri ile uyumlu birşekilde sonradan gelişen olivin ve piroksen hakimiyetinde fraksiyonel kristalleşme geçirerek farklılaşmışlardır. Yükseltilmiş Ba/Th oranları ise ergiyiklerin dalan levha kaynaklı sulu (aqueous) sıvılar tarafından etkilenmiş olduğunu ve sedimanter katkıların yalnızca sınırlı düzeyde yer aldığını gösterir. Toplu olarak, bu özellikler CAO masif gabrolarının Geç Kretase dönemi okyanusal kabuk oluşumu sırasında, yay arkası havza tipi dalma batma zonu üstü ortamında biçimlendiği yorumunu desteklemektedir.
Anahtar Kelimeler: Gabro, jeokimya, ofiyolit, devedamı

1. INTRODUCTION

Ophiolites conventionally mark former oceanic domains that once separated crustal blocks and were later involved in continental collision.

The east–west–oriented suture zones of Turkey (Figure 1a) provide key constraints on regional tectonic processes operating from the Late Triassic through the Late Cretaceous and have long been essential to our understanding of Neotethyan evolution in this region combined with the tectonic architecture of Anatolia during the Late Cretaceous (Dilek et al., 1999; Robertson, 2002; Sengor & Yılmaz, 1981).

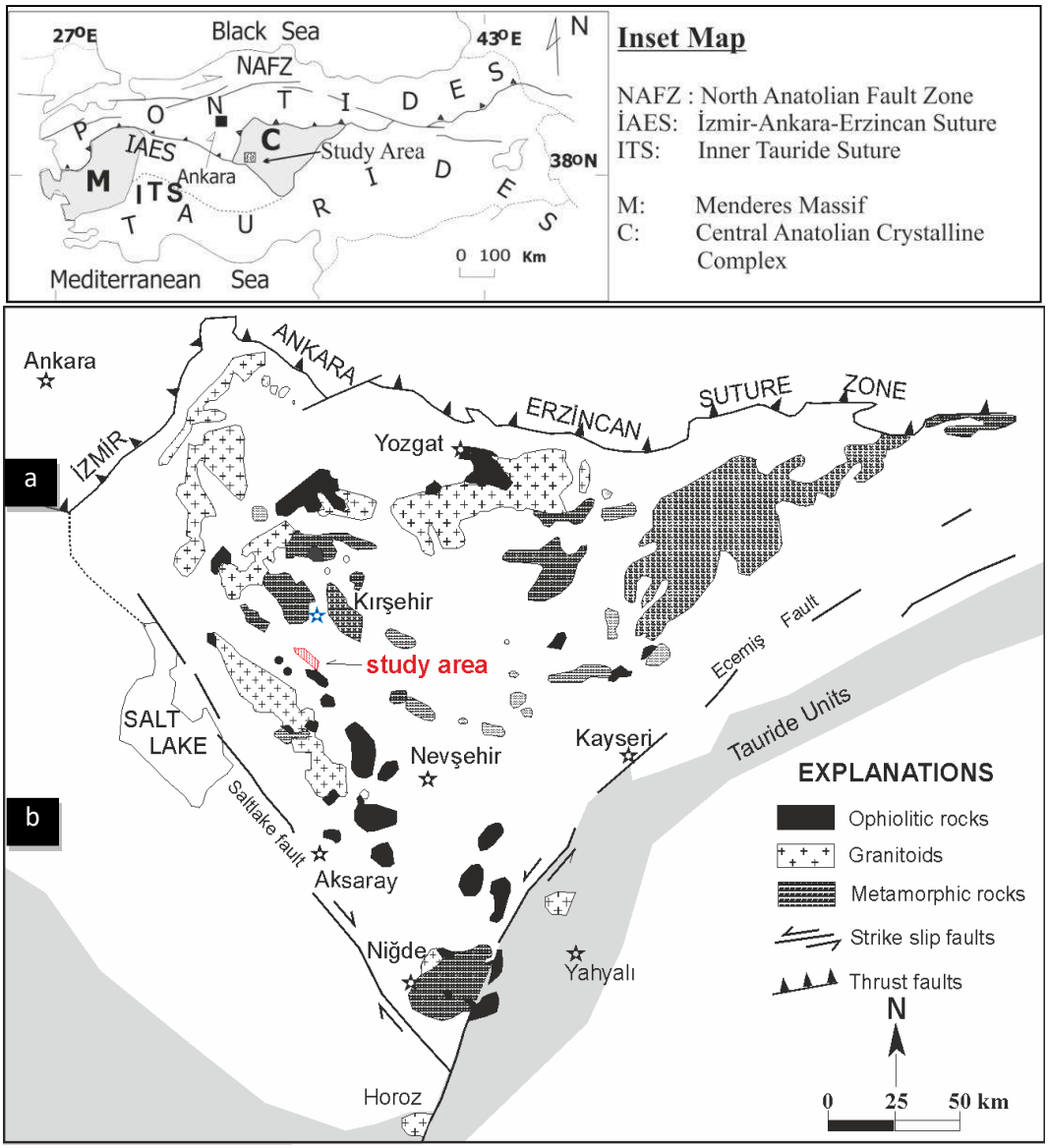


Figure 1: a)Major tectonic units of Turkey (Sengor & Yılmaz, 1981), b) location of the investigated region.

Ophiolite complexes of the Tethyan realm commonly exhibit a complete Penrose-type pseudostratigraphy (Anonymous, 1972) and contain several of the world's most well-documented ophiolite complexes (e.g. Troodos ophiolite (Robinson & Malpas, 1990) and Oman ophiolite (Dilek et al., 1998). Accordingly, the Central Anatolian Ophiolites (CAO), which are defined as isolated outcrops of severely dismembered ophiolitic rocks in the Central Anatolian Crystalline Complex Goncuoglu et al. (1991), a 200 × 200 × 200 km triangular microcontinent, made up of a partly preserved full ophiolitic sequence (Anonymous, 1972) including metamorphic tectonites, cumulate and hornblende gabbro, plagiogranites, diabases, pillow lavas and epi-ophiolitic cover (Yaliniz & Goncuoglu, 1998). Well-developed crustal gabbroic sections are exposed in CAO. The uppermost gabbros constitute a high-level gabbro facies (Kocak et al., 2005). In the Develi-Devedamı area, massive hornblende gabbro of CAO forms isolated lenticular bodies (Figure 1b, Figure 2).

Whole-rock geochemical data from ophiolitic hornblende gabbros in the Develi and Devedamı area (Ankara, central Turkey) are used to investigate the geochemical characteristics of ophiolitic hornblende gabbro within CAO. These data constrain magma source features, melting processes, and subsequent magmatic evolution, providing insights into the tectono-

magmatic setting and petrogenesis of the gabbros within a Late Cretaceous supra-subduction zone context.

2.GEOLOGICAL SETTING

Mesozoic ophiolites in Turkey represent structurally dismembered remnants of Neotethyan crust, which developed during the fragmentation of northern Gondwana and was largely consumed during Late Cretaceous tectonic convergence (Sengor & Yılmaz, 1981). The Neotethys comprised a northern branch with two distinct domains and a southern branch. The northern belt records the Intra-Pontide Ocean, whereas the median belt comprises two groups of allochthonous assemblages related to the IAE Ocean (Ozgul, 1976). The southern belt, which divides Gondwanaland from the Tauride–Anatolide Platform, is referred to as the Peri-Arabic Belt (Ricou, 1971) or the Southern Neotethyan Ocean (Sengor & Yılmaz, 1981). In addition, Gorur et al. (1984) proposed that the Central Anatolian Crystalline Complex (Kırşehir Block) was separated from the Tauride–Anatolide Platform by a discrete oceanic domain termed the Inner Tauride Ocean (ITO).

The presence of more evolved rock types characterizes CAO, distinguishing them from the Tauride ophiolites. (Floyd et al., 2000; Yaliniz et al., 1996). Blueschist blocks have been described from non-metamorphosed mélanges within the Tauride–Anatolide domain (Göncüoglu et al., 1992; Pourteau et al., 2010; Van der Kaaden, 1966). In contrast, HP minerals have not been described in the metamorphosed tectonic assemblages of the CAO (Floyd et al., 2000; Yalınız et al., 2000). Based on the different metamorphic evolution of the CACC and the Tauride-Anatolide Block, it has been suggested that CACC represents the overriding plate, whereas the Anatolide–Tauride Block constitutes the subducted lower plate (Pourteau et al., 2010).

A distinctive feature of the CAO is the occurrence of large gabbro massifs; e.g. Harundagı, Ekecekdagı, Mamasun and Yesilhisar gabbros (Kocak et al., 2005); Kurancali Metagabbro (Toksoy-Koksal et al., 2001); and Aktaş Dam gabbros (Floyd et al., 2000). The ophiolitic gabbro shows typically light to dark green colours and limited compositional variation, with diopside negative Ce anomaly in its REE pattern (Kocak et al., 2005). In CACC, there is also continental gabbro associated closely with granitoids in time and space, found as enclaves within granitoids (Kadioglu et al., 2003; Kocak, 1993). Non-ophiolitic gabbros show light to dark green colours and variable compositions from gabbro to diorites (Isık, 2000; Kocak, 1993). Around Develi–Devedamı (Ankara, Figure 1; Figure 2) area, the massive gabbro forms as dark colored lenticular body, tectonically overlying the CACC. Both the metamorphics and ophiolites were intruded by Upper Cretaceous-Paleocene Ortakoy granitoids.

3. MATERIAL AND METHODS

Petrographic analysis of sixty thin sections was conducted using optical microscopy to characterize mineralogical composition and textures. Whole-rock major and trace elements were determined by ICP–OES, and rare earth elements by ICP–MS at ACME Laboratories, Canada.

4. PETROGRAPHY

The hornblende gabbro usually has a holocrystalline granular texture, and rarely a holocrystalline porphyric texture. The main components are plagioclase, amphibole and pyroxene. Groundmass includes plagioclase, amphibole and opaque iron ore. The rocks show variable degrees of low-grade alteration, as evidenced by alteration mineral assemblages including albite, chlorite, epidote, and serpentine.

Brown–green amphibole, the dominant mafic phase, occurs mainly as subhedral phenocrysts and is locally affected by secondary alteration, resulting in the formation of calcite and chlorite. Pyroxene is retained as remnant cores within amphibole and displays colorless to pale-yellow

colors. Plagioclase is present as subhedral to anhedral phenocrysts and, in places, shows well-developed normal zoning.

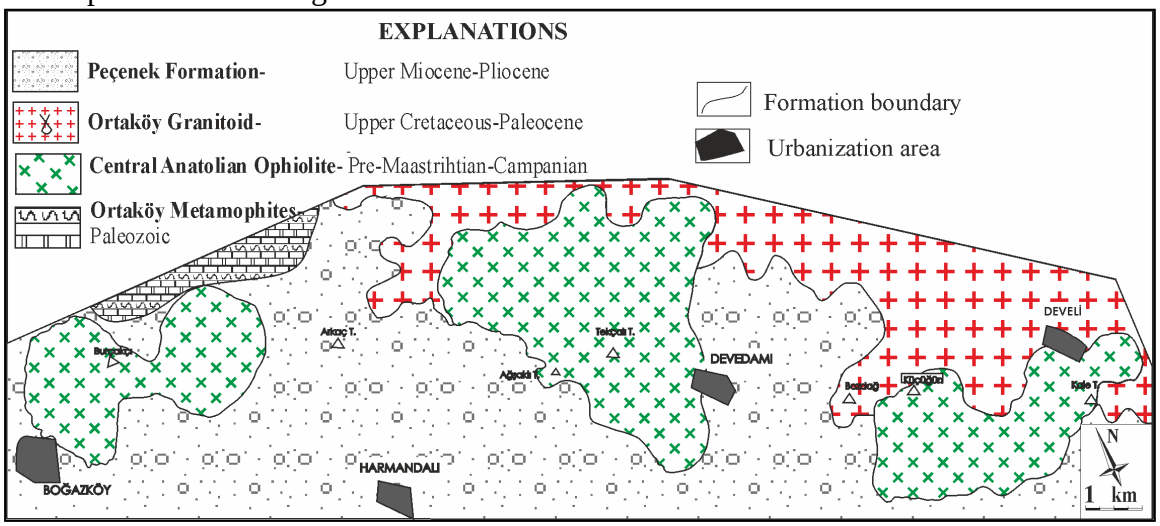


Figure 2: A Geological map showing the investigated region (Kayıhan, 2010).



Figure 3: Close-up view of the gabbroic body in the outcrop

5.GEOCHEMISTRY

In total, 80 rock specimens were obtained from the field studies. The least-altered Major oxides, trace elements, and rare earth elements were determined for a total of ten representative samples (Table 1). The chemical composition of the samples are characterized by low to moderate SiO_2 levels (45.44–56.69 wt.%) and variable alumina abundances (7.16–15.93 wt.%), coupled with moderate to elevated proportions of MgO (4.28–24.26 wt.%) and CaO (6.07–14.79 wt.%). Alkali oxides, P_2O_5 (0.01–0.31 wt.%), and TiO_2 (0.23–0.97 wt.%) are generally depleted, whereas transition metals are comparatively enriched. The samples exhibit mostly a tholeiitic trend on a SiO_2-K_2O diagram (Figure 4a). They are plotted predominantly on basalt and minor andesite-basaltic andesite areas in Figure 4b. SiO_2 shows a direct relationship with Na_2O, whereas it displays inverse trends relative to MgO and CaO, suggesting crystal fractionation (not shown). Primitive mantle normalized spider diagram of the samples exhibits an increase in Large Ion Lithophile (LIL) elements, including Cs, Rb, and Ba and Light Rare Earth (LRE) elements (e.g. La,Ce) (Figure 5a). The samples show consistency mostly with N-MORB and particularly "Average composition of oceanic lower crustal gabbros", except their high Ba and Rb content, except a sample with Oceanic Island Basalt (OIB) affinity. The REE diagram of the samples show generaly consistent patterns (Figure 5b), with almost a flat pattern with average (La_N/Yb_N = 0.87). The REE concentrations vary from 16 to 32X condritic for the samples. It sometimes exhibit slight Eu anomaly (0.81-1.24). A sample is distinct, and showing

similarity to OIB, with LREE enrichment. In general, the samples have pattern similar to N-MORB and average composition of oceanic lower crustal gabbros.

6.DISCUSSION

The gabbros include high MgO (Mg#: 56-81), suggesting that they are possibly derived from peridotite since partial melting of a subducted basaltic slab, whose bulk major-element chemistry approximates that of MORB (MgO ≈ 8 wt.%), is expected to generate melts with Mg# <0.4 (e.g.Rapp et al. (1991). The Lu/Hf vs. La/Sm ratio (Regelous et al., 2003) of the massive gabbro suggests that they might have been derived from higher degrees of mantle melting and moderate pressures within the spinel stability field (Figure 6).

Applying Shaw (1970) non-modal batch-melting model, we constrained plausible mantle source compositions and the degrees/conditions of partial melting necessary to produce melts matching the geochemical characteristics of our samples. Figure 7a shows that some gabbro samples have chemical composition close to the primordial mantle. The distributions of trace elements display characteristic patterns that the gabbroic suite fit mostly those of melts generated through partial non-modal batch melting (approximately 4–31%) of a spinel-bearing mantle source, characterized by a mineral assemblage that includes spinel 3%, olivine 53%, orthopyroxene 27% and clinopyroxene 17%, by applying the partition coefficient factors of (Gorring & Kay, 2001). The gabbro was derived from a source that experienced a relatively elevated extent of partial melting, as suggested by depleted SiO_2, Na_2O, K_2O and HFSE, coupled with enrichment in CaO and LILE Figure 7b shows that spinel in the source

Table 1: Result of the bulk-rock chemical analyses of the representative hornblende gabbro samples.

Sample	**b-1**	**b-7**	**b-21**	**b-34**	**b-50**	**b-77**	**b-82**	**b-85**	**b-89**	**b-90**
SiO_2	50.19	54.46	56.69	45.44	53.47	51.64	49	47.84	48.39	55.61
Al_2O_3	16.23	15.49	15.99	7.16	10.25	13.3	15.76	15.74	16.83	12.34
Fe_2O_3	9.54	8.27	6.73	10.99	10.6	9.9	7.63	9.85	7.78	8.29
MgO	8.4	6.15	4.28	24.26	11.05	9.27	8.24	8.7	7.96	9.01
CaO	11.71	8.78	6.07	6.29	10.94	11.39	14.79	14.11	14.25	9.33
Na_2O	1.39	3.14	2.07	0.64	1.37	2.02	1.59	1.54	1.87	2.99
K_2O	0.14	0.52	5.24	0.18	0.18	0.28	0.09	0.16	0.15	0.2
TiO_2	0.34	0.59	0.97	0.23	0.38	0.51	0.65	0.67	0.72	0.45
P_2O_5	0.02	0.07	0.31	0.01	0.03	0.04	0.05	0.03	0.05	0.04
MnO	0.22	0.14	0.12	0.21	0.18	0.14	0.13	0.14	0.13	0.18
Cr_2O_3	0.021	0.01	0.013	0.284	0.051	0.042	0.038	0.038	0.035	0.049
Total	**100.01**	**100.03**	**99.89**	**99.88**	**99.73**	**100.04**	**99.88**	**100.03**	**99.87**	**100.01**
Ni	54	39	17	654	153	63	75	70	51	75
Sc	42	35	18	29	58	46	49	51	50	48
Ba	83	74	1326	26	523	93	31	53	48	34
Co	34	30	18	75	40	42	31	36	34	32
Cs	1	8	10	1	1	11	1	1	1	1
Ga	12	12	17	6	9	12	12	21	21	19
Hf	1	2	7	1	1	1	1	1	1	1
Nb	1	1	22	0.3	1	0.3	1	1	1	1
Rb	4	15	138	3	5	14	2	4	2	6
Sr	151	191	666	15	160	125	138	166	161	139

Ta	<.1	0.1	1.7	<.1	0.1	<.1	<.1	<.1	<.1	0.1
Th	0.1	0.3	26	<.1	0.4	0.1	<.1	0.2	0.3	0.2
U	0.1	0.1	6.9	<.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	<.1
V	181	209	97	138	231	272	220	267	248	216
W	1	0.4	8	1	1	1	1	1	1	1
Zr	27	55	240	13	40	21	27	33	33	39
Y	12	22	37	8	19	14	16	17	18	20
La	1.5	2.9	49	1.6	2.3	1.2	1.5	1.5	2.2	1.5
Ce	3.4	8	108.1	4.9	5.4	2.8	3.7	3.9	5.7	4.8
Pr	0.5	1.2	11.9	0.71	0.86	0.48	0.63	0.66	0.91	0.79
Nd	2.8	6	43.8	3.1	4.3	2.8	3.5	3.9	4.7	4.8
Sm	0.89	1.75	7.96	0.69	1.41	0.94	1.19	1.35	1.57	1.63
Eu	0.39	0.62	1.75	0.27	0.46	0.39	0.56	0.59	0.75	0.53
Gd	1.41	2.47	6.27	0.93	2.14	1.51	1.83	1.94	2.17	2.33
Tb	0.31	0.55	1.21	0.2	0.48	0.34	0.42	0.42	0.45	0.51
Dy	1.74	3.03	5.36	1.11	2.55	1.87	2.16	2.48	2.63	2.96
Ho	0.39	0.69	1.05	0.26	0.6	0.43	0.5	0.56	0.59	0.7
Er	1.26	2.17	3.18	0.8	1.98	1.43	1.62	1.44	1.54	1.89
Tm	0.18	0.32	0.46	0.12	0.27	0.21	0.22	0.23	0.25	0.3
Yb	1.08	2.03	2.75	0.72	1.81	1.26	1.34	1.44	1.56	1.99
Lu	0,18	0,34	0,44	0,12	0,28	0,2	0,21	0,21	0,23	0,31
Mg	**63.6**	**59.6**	**55.8**	**81.4**	**67.4**	**65**	**68.1**	**63.6**	**67**	**68.3**

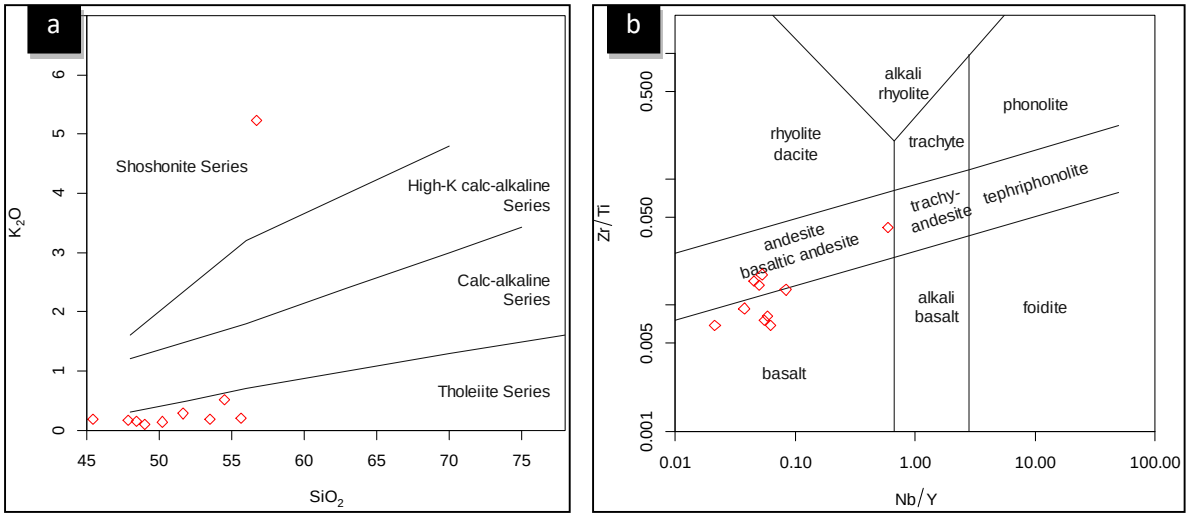


Figure 4: a) Plot of SiO_2 against K_2O (Peccerillo and Taylor, 1976). b) Zr/TiO_2–Nb/Y discrimination diagrams for the gabbro (Winchester & Floyd, 1977).

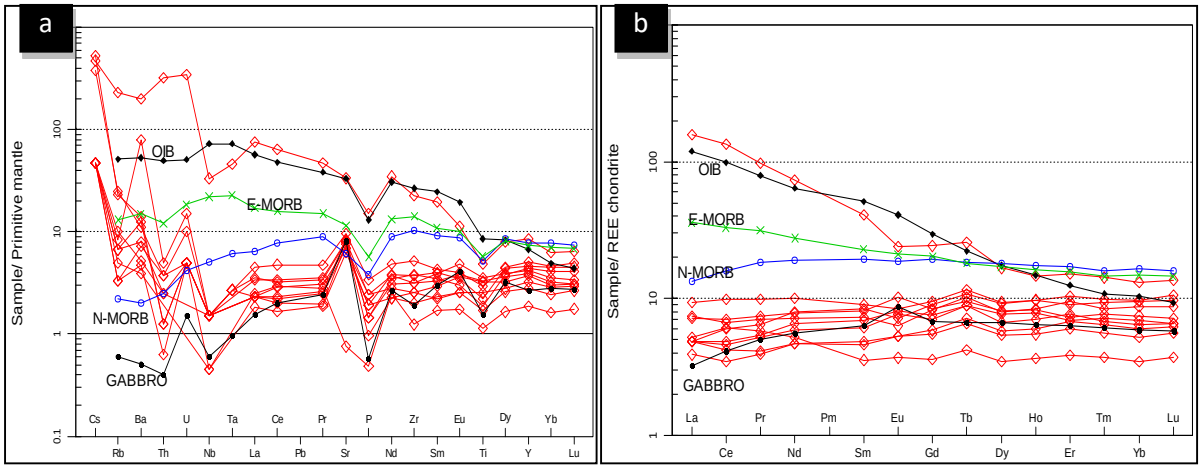


Figure 5:a) Primitive mantle-normalized trace element spidergrams for the hornblende gabbros. Normalization values are from Mcdonough and Sun (1995). Average composition of OIB, E-MORB, N-MORB and oceanic lower crustal gabbros are also shown for comparison.

b) Chondrite- normalized REE diagram of the samples. Normalizing values are from (Boynton, 1984). Composition of OIB, N-MORB and E-MORB (Enriched-Mid Ocean Ridge Basalt) are from Sun and McDonough (1989). GABBRO. Average composition of oceanic lower crustal gabbros are from Niu and O'Hara (2003).

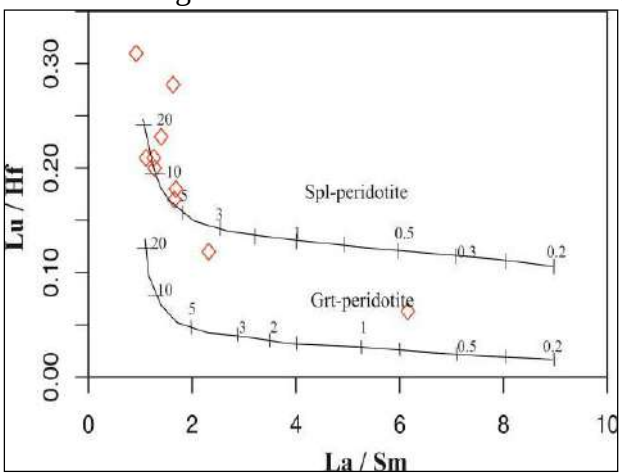


Figure 6: a) La/Sm vs. Lu/Hf diagram for the gabbro samples, shown alongside partial-melting trajectories for spinel- and garnet-bearing peridotite sources (Regelous et al., 2003). The curves illustrate equilibrium melting of spinel- and garnet-bearing peridotite across the 0.01–20% melting interval, and the modeled source composition corresponds to a primitive-mantle signature (Sun & McDonough, 1989). Primitive mantle-derived melts are characterized by elevated Mg numbers (0.68–0.75; Frey (1978); Green (1973)) together with high nickel concentrations (295–500 ppm; Sato (1977)).

rock has been completely melted by 25 % partial melting, and olivine content increased up to ~75% in the solid at 30 % partial melting. However, orthopyroxene content of the source rock has not been changed significantly. The analyzed rocks display moderate to relatively elevated Mg# values (56–81, mean ~66), comparatively depleted Ni concentrations (17–654 ppm, averaging 125 ppm), and a broad compositional spread in SiO_2 contents (45–57 wt%), reflecting progressive differentiation during magma evolution. In Harker diagram, increasing MgO with increasing CaO, FeO, Na_2O, **Ni**; and decreasing SiO_2, Al_2O_3 and Sr suggest that phases with FeO and SiO_2, such as olivine and pyroxene, underwent crystal fractionation (not shown). The inverse relationships between MgO and Al_2O_3–Sr, together with the direct relationship between

SiO_2 and Na_2O, suggest that plagioclase did not participate significantly in fractional crystallization during magma evolution. Positive Sr anomaly on the PM-normalized plot (Figure 5a) may also indicate existence of plagioclase cumulate.

Table 2: Input variables and outcomes of non-modal batch partial melting models (ppm).
C_0^m **:** the abundance of the trace element in the parental material (initial composition)
D_0 **:** The bulk partition coefficient of the trace element

				Partial melting degree				
	C_0^m	***D_0***	***Source***	**4.0%**	**16.0%**	**22.0%**	**25.0%**	**31.0%**
Sr	21.100	0.0179	0.0690	382.738	**126.460**	94.741	84.183	68.841
Zr	11.200	0.0219	0.0765	190.243	66.003	49.756	44.303	**36.339**
La	0.687	0.00926871	0.03611758	14.365	4.202	3.104	2.745	**2.230**
Ce	1.775	0.0148523	0.0578034	33.784	10.718	7.991	7.089	5.783
Nd	1.354	0.03466	0.128035	19.471	7.774	5.978	5.359	4.440
Sm	0.444	0.0553915	0.200579	5.082	2.422	1.920	1.739	1.464
Eu	0.168	0.06465	0.22869	1.759	0.893	0.717	0.652	0.553
Gd	0.596	0.075328	0.256916	5.673	3.069	2.496	2.283	1.950
Dy	0.737	0.096155	0.312565	5.960	3.575	2.979	2.750	2.383
Ho	0.164	0.100274	0.294788	1.276	0.770	0.642	0.593	0.514
Er	0.480	0.10333	0.27712	3.630	2.192	1.830	1.690	1.466

	Partition coefficients				
	Ol	**Opx**	**Cpx**	**Grt**	**Sp**
Sr	0.0000	0.0019	0.1020	0.0020	0.0010
Zr	0.0010	0.0099	0.1100	0.0900	0.0010
La	0.000007	0.0005	0.0536	0.01	0.0006
Ce	0.00001	0.0009	0.0858	0.021	0.0006
Nd	0.00007	0.009	0.1873	0.087	0.0006
Sm	0.0007	0.02	0.291	0.217	0.0006
Eu	0.00095	0.03	0.3288	0.4	0.0006
Gd	0.0012	0.04	0.367	0.6	0.0006
Dy	0.004	0.06	0.442	1.3	0.0015
Ho	0.0065	0.065	0.4145	2	0.0023
Er	0.009	0.07	0.387	3	0.003

Spinel-lherzolite (Kinzler, 1997)

Phases	
Olivine	0.53
OPX	0.27
CPX	0.17
Spinel	0.03

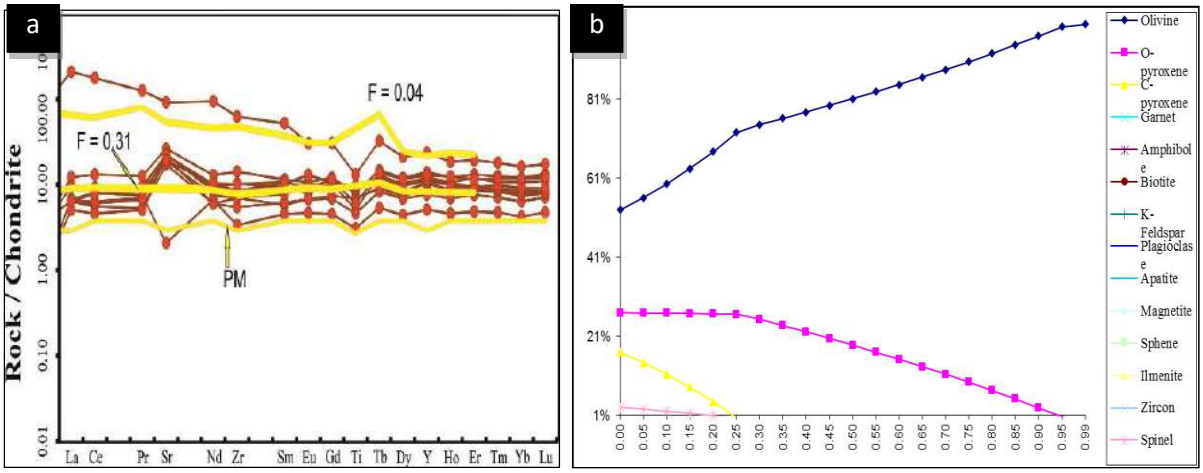


Figure 7: a) Trace element distributions normalized to chondrite for the measured concentrations and b)the nonmodal batch melting model results for hornblende gabbros. F= 0.04: Melts from 4% partial melting, F=0.25: Melts from 31% partial melting. PM: Primordial Mantle (Sun & McDonough, 1989).

Petrographic studies indicate that the Hornblende-bearing gabbros exhibit differing intensities of post-magmatic chemical modification. This process may likely alter the chemical composition of the samples (e.g.Pearce and Norry (1979)), especially for the large ion lithophile elements (LILE, e.g. Ba, Sr and Rb), but immobile elements contain incompatible trace elements (e.g. Ti, P, Zr, Nb, Ta,Th, Y), middle and heavy rare earth element (HREE), as well as some transitional metals (e.g. Ni, Co, Cr, V). Therefore, immobile elements will be taken into consideration in characterising the hornblende-bearing gabbros in terms of their primary geochemical characteristics and the tectonomagmatic setting in which they were generated. The narrow scattering of the gabbro samples in the discriminant diagrams suggests that no significant mobility of these elements took place under alteration/metamorphic conditions and that discrimination plots constructed using these elements are regarded as highly dependable. (Figure 8). On the PM-normalised plot (Figure 5a), the samples show consistent depletion in HFSEs (e.g. depletions in Nb, Ta, P, and Ti relative to neighboring elements), which are widespread in arc environments and generally reflect enrichment related to subduction processes and the influence of slab-derived fluids within convergent margin settings (McCulloch & Gamble, 1991; Pearce et al., 1995). The contribution of fluids released from a subducting slab would increase the Th/Yb ratio without considerably affecting the Nb/Yb ratio, due to negligible Nb in subduction fluids (Pearce et al., 1995). Accordingly, the samples are displaced from MORB-OIB array and follow subduction enrichment (Figure 8 a), confirming a substantial subduction component involved in their petrogenesis.

Since the total distribution coefficient of Nb/U ratio will not considerably change during partial melting or crystallisation, and it exhibits a comparable value with its source, the ratio could be used to trace the source geochemistry. MORB and OIB have a Nb/U ratio of 47 ± 10 (Hofmann, 1988)), and those of primary mantle and continental crust are 34 (Sun & McDonough, 1989) and ~9.7 (Campbell, 2002), respectively. Nb/U ratio of the samples range from 0 to 10. Such low Nb/U ratio may be induced by fluid metasomatism. The fluid in the crust is rich in U and nearly contains no REE. The presence of fluids generally increases the content of U and decreases the Nb/U ratio (Chen & Han, 2006). High Ba/Th and low La/Sm values are suggested to indicate a mantle source altered by oceanic crustal fluids, and low Ba/Th values are attributed to the melting of sediments (Elliott, 2003). High U/Th values represent a mantle source region that has been influenced by aqueous fluids (Stern & De Wit, 2003), while high Zr/Nb values are characteristic of a depleted mantle source region. Consequently, the Ba/Th–La/Sm diagram

can be used to discuss the influence of aqueous fluids and the contribution of the subduction zone material to the magma source (Elliott, 2003; Stern & De Wit, 2003). Figure 8b shows that the majority of the analysed samples show predominantly high Ba/Th and low La/Sm values, which suggests that the samples were influenced by aqueous fluids, rather than subducted sedimentary components.

In a subduction zone, ophiolitic magmatic rocks obviously show a strong IAT and boninitic character (Winther, 2001). Fluid phases in the subduction zone are common and can cause the development of intrusive rocks with hydrous minerals (hornblende±phlogopite). Hornblende in the gabbroic rocks from the subduction zone takes place either as poikilitic crystals enclosing earlier-formed minerals displaying reaction relation as observed in Peninsular Ranges Batholith, California (Smith et al., 1983); Coastal Batholith of Peru (Regan, 1985); or as early formed smaller crystals as seen in Adamello batholith, Italy (Ulmer et al., 1983). Widespread crystallisation of poikilitic hornblende in gabbro bodies proposes activity of hydrous fluid during the late magmatic stage.

In Turkey, most of the ophiolitic bodies have been specified as 'Supra-Subduction Zone (SSZ)' types (Celik et al., 2006; Kocak et al., 2005; Parlak & Delaloye, 1996; Parlak et al., 2004; Parlak et al., 2009; Robertson, 2002; Yaliniz et al., 1996), which have petrologic and geochemical characteristics that propose formation above a subduction zone, and are associated with volcanic arcs, forearcs, and backarc basins. Accordingly, SSZ ophiolite lavas include geochemical compositions that range from mid-ocean ridge basalt (MORB) to volcanic arc basalt (VAB).

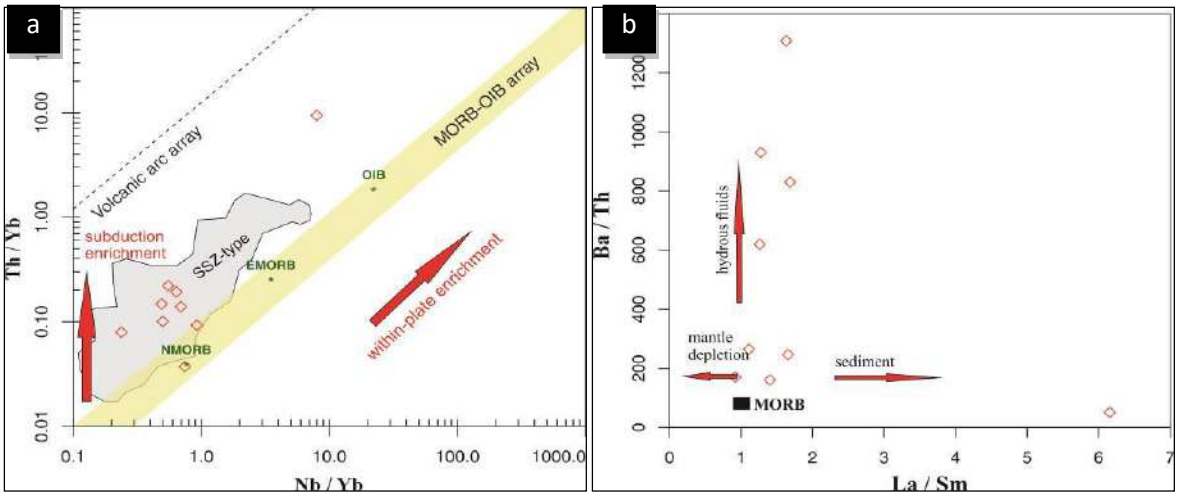


Figure 8: a) Variation of Nb/Y against Th/Yb on the gabbros (after Pearce (2014). The suprasubduction zone type ophiolites are from Furnes et al. (2009) and references herein. Compositions of N-MORB, E-MORB and OIB are from Sun and McDonough (1989). b)Ba/Th–La/Sm diagram (modified after Elliott (2003); The compositions of mid-ocean ridge basalts (MORBs) are given for reference (Hochstaedter et al., 2001; Hofmann, 1988).

7. CONCLUSIONS

The CAO were considered to be derived initially from the IAE Ocean and emplaced southwards onto the CACC (e.g.Goncuoglu et al. (1991). Major, trace, and REE data, together with the mineralogical composition of these rocks, suggest that Late Cretaceous ophiolitic hornblende gabbros from Devedamı area possibly represent fossil remnants of an oceanic basement that developed in a suprasubduction zone (possibly BABB) setting within the IAE branch of Neotethys. They show geochemical features of transitional N-MORB to IAB-type oceanic crust. Trace element content suggests that they are likely to have formed from a spinel-bearing mantle by partial non-modal batch melting from 4 to 31, coupled with fractional crystallisation

of olivine and pyroxene. Fluid mobile/immobile trace elements suggest that the subduction components are mainly fluids derived from the altered oceanic crust, and contributions from the subducted sediments are minor.

ACKNOWLEDGEMENT

This study is based on a part of one of author's (B Faruk Kayıhan) Msc thesis. Thanks to Selcuk University BAP (Konya-TURKEY) for financial support for this research.

REFERENCES

Anonymous. (1972). Penrose field conference on ophiolites. *Geotimes*, *17*, 24– 25.

Boynton, W. V. (1984). Cosmochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. In P. Henderson (Ed.), *Rare Earth Elements* (pp. 63-114).

Campbell, I. H. (2002). Implications of Nb/U, Th/U and Sm/Nd in plume magmas for the relationship between continental and oceanic crust formation and the development of the depleted mantle. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, *66*(9), 1651-1661. https://doi.org/Pii S0016-7037(01)00856-0

Doi 10.1016/S0016-7037(01)00856-0

Celik, O. F., Delaloye, M., & Feraud, G. (2006). Precise (40)Ar-(39)Ar ages from the metamorphic sole rocks of the Tauride Belt Ophiolites, southern Turkey: implications for the rapid cooling history. *Geological Magazine*, *143*(2), 213-227. <Go to ISI>://000237790400005

Chen, L. H., & Han, B. F. (2006). Geochronology, geochemistry and Sr-Nd-Pb isotopic composition of maric intrusive rocks in Wuqiagou area, north Xinjiang: Constraints for mantle sources and deep processes. *Acta Petrologica Sinica*, *22*(5), 1201-1214. <Go to ISI>://WOS:000239220600012

Dilek, Y., Moores, E. M., & Furnes, H. (1998). Structure of modern oceanic crust and ophiolites and implications for faulting and magmatism at oceanic spreading centers. In R. Buck, J. Karson, P. Delaney, & Y. Lagabrielle (Eds.), *Faulting and Magmatism at Mid-ocean Ridges* (Vol. 106, pp. 219-266).

Dilek, Y., Thy, P., Hacker, B., & Grundvig, S. (1999). Structure and petrology of Tauride ophiolites and mafic dike intrusions (Turkey): Implications for the Neotethyan ocean. *Geological Society of America Bulletin*, *111*(8), 1192-1216. https://doi.org/Doi 10.1130/0016-7606(1999)111<1192:Sapoto>2.3.Co;2

Elliott, T. (2003). Tracers of the slab. *Geophys Monogr*, *238*, 23–45.

Floyd, P. A., Goncuoglu, M. C., Winchester, J. A., & Yaliniz, M. K. (2000). Geochemical Character and Tectonic Environment of Neotethyan Ophiolitic Fragments and Metabasites in the Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey. *Geological Society, London, Special Publications*, *173*(1), 183-202. https://doi.org/10.1144/gsl.sp.2000.173.01.09

Frey, F. A. (1978). Integrated models of basaltic petrogenesis: A study of quartz tholeiitic to olivine melilite from southeastern Australia utilizing geochemical and experimental petrological data. *Journal of Petrology*, *19*, 463–513.

Furnes, H., Rosing, M., Dilek, Y., & de Wit, M. (2009). Isua supracrustal belt (Greenland)-A vestige of a 3.8 Ga suprasubduction zone ophiolite, and the implications for Archean geology. *Lithos*, *113*(1-2), 115-132. https://doi.org/10.1016/j.lithos.2009.03.043

Goncuoglu, M. C., Toprak, V., Kuscu, U., Erler, A., & Olgun, E. (1991). *Geology of the Western part of the Central Anatolian Massif, Part 1: Southern Part*.

Gorring, M. L., & Kay, S. M. (2001). Mantle processes and sources of neogene slab window magmas from southern Patagonia, Argentina. *Journal of Petrology, 42*(6), 1067-1094. https://doi.org/DOI 10.1093/petrology/42.6.1067
Gorur, N., Oktay, F., Seymen, I., & Sengor, A. M. C. (1984). Paleotectonic evolution of the Tuzgolu basin complex, central Turkey: sedimentary record of a Neo-Tethyan closure In R. A. Dixon JE (Ed.), *The geological evolution of the Eastern Mediterranean* (Vol. 17, pp. 467-482).
Göncüoglu, M. C., Özcan, A., Turhan, N., & Işık, A. (1992). *Stratigraphy of the Kütahya Region* [ISGB-92. Field Guide Book 3.]. MTA.
Green, D. H. (1973). Experimental melting studies on a model upper mantle composition at high pressure under watersaturated and water-unsaturated condition. *Earth and Planetary Science Letters*, *19*, 37–53.
Hochstaedter, A., Gill, J., Peters, R., Broughton, P., Holden, P., & Taylor, B. (2001). Across-arc geochemical trends in the Izu-Bonin arc: Contributions from the subducting slab. *Geochemistry Geophysics Geosystems, 2*. https://doi.org/ 10.1029/2000gc000105
Hofmann, A. W. (1988). Chemical Differentiation of the Earth - the Relationship between Mantle, Continental-Crust, and Oceanic-Crust. *Earth and Planetary Science Letters*, *90*(3), 297-314. https://doi.org/Doi 10.1016/0012-821x(88)90132-X
Isık, F. (2000). *Ekecek Yenikoy-Mamasun (Aksaray), Yesilhisar (Kayseri) arasının jeolojisi ve gabroyik-granitoyidik kayac¸ların mineralojik petrografik ve jeokimyasal incelemesi* Selcuk University]. Konya.
Kadioglu, Y. K., Dilek, Y., Gulec, N., & Foland, K. A. (2003). Tectonomagmatic evolution of bimodal plutons in the central Anatolian crystalline complex, Turkey. *Journal of Geology*, *111*(6), 671-690. <Go to ISI>://000187623600004
Kayıhan, B. F. (2010). *Develi – Devedamı (Şereflikoçhisar - Ankara) yöresindeki ofiyolitlerin petrografisi ve jeokimyası* Selcuk Uni.]. Konya.
Kinzler, R. J. (1997). Melting of mantle peridotite at pressures approaching the spinel to garnet transition: Application to mid-ocean ridge basalt petrogenesis. *Journal of Geophysical Research-Solid Earth*, *102*(B1), 853-874. <Go to ISI>://WOS:A1997WC62800030
Kocak, K. (1993). *The Petrology and geochemistry of the Ortaköy area, Central Turkey* [PhD thesis, Glasgow U.]. Glasgow.
Kocak, K., Isik, F., Arslan, M., & Zedef, V. (2005). Petrological and source region characteristics of ophiolitic hornblende gabbros from the Aksaray and Kayseri regions, central Anatolian crystalline complex, Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences*, *25*(6), 883-891. https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2004.08.006
McCulloch, M. T., & Gamble, J. A. (1991). Geochemical and geodynamical constraints on subduction zone magmatism. *Earth and Planetary Science Letters*, *102*(3–4), 358-374. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/0012-821X(91)90029-H
Mcdonough, W. F., & Sun, S. S. (1995). The Composition of the Earth. *Chemical Geology*, *120*(3-4), 223-253. https://doi.org/Doi 10.1016/0009-2541(94)00140-4
Niu, Y. L., & O'Hara, M. J. (2003). Origin of ocean island basalts: A new perspective from petrology, geochemistry, and mineral physics considerations. *Journal of Geophysical Research-Solid Earth*, *108*(B4). https://doi.org/Artn 2209 10.1029/2002jb002048
Ozgul, N. (1976). Toroslar ' ın bazı temel jeoloji özellikleri. *TJB, 19*, 65-78.
Parlak, O., & Delaloye, M. (1996). Geochemistry and timing of post-metamorphic dyke emplacement in the Mersin Ophiolite (southern Turkey): New age constraints from Ar-40/Ar-39 geochronology. *Terra Nova*, *8*(6), 585-592. https://doi.org/DOI 10.1111/j.1365-3121.1996.tb00788.x

Parlak, O., Hock, V., Kozlu, H., & Delaloye, M. (2004). Oceanic crust generation in an island arc tectonic setting, SE Anatolian orogenic belt (Turkey). *Geological Magazine*, *141*(5), 583-603. https://doi.org/10.1017/S0016756804009458
Parlak, O., Rizaoglu, T., Bagci, U., Karaoglan, F., & Hock, V. (2009). Tectonic significance of the geochemistry and petrology of ophiolites in southeast Anatolia, Turkey. *Tectonophysics*, *473*(1-2), 173-187. https://doi.org/10.1016/j.tecto.2008.08.002
Pearce, J. A. (2014). Immobile element fingerprinting of ophiolites. *Elements*, *10*(2), 101-108.
Pearce, J. A., Baker, P. E., Harvey, P. K., & Luff, I. W. (1995). Geochemical Evidence for Subduction Fluxes, Mantle Melting and Fractional Crystallization beneath the South Sandwich-Island Arc. *Journal of Petrology*, *36*(4), 1073-1109. <Go to ISI>://WOS:A1995RU63700009
Pearce, J. A., & Norry, M. J. G. (1979). Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y and Nb variations in volcanic rocks. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, *69*, 33-47.
Pourteau, A., Candan, O., & Oberhansli, R. (2010). High-pressure metasediments in central Turkey: Constraints on the Neotethyan closure history. *Tectonics*, *29*. https://doi.org/Artn Tc5004
10.1029/2009tc002650
Rapp, R. P., Watson, E. B., & Miller, C. F. (1991). Partial Melting of Amphibolite Eclogite and the Origin of Archean Trondhjemites and Tonalites. *Precambrian Research*, *51*(1-4), 1-25. https://doi.org/Doi 10.1016/0301-9268(91)90092-O
Regan, P. F. (1985). The early basic intrusions. In PicherWS, A. M. P, K. E. J, & B. R. D (Eds.), *Magmatism at a plate edge* (pp. 72-89). Blackie.
Regelous, M., Hofmann, A. W., Abouchami, W., & Galer, S. J. G. (2003). Geochemistry of lavas from the Emperor Seamounts, and the geochemical evolution of Hawaiian magmatism from 85 to 42 Ma. *Journal of Petrology*, *44*(1), 113-140. https://doi.org/DOI 10.1093/petrology/44.1.113
Ricou, L. E. (1971). Le crossant ophiolitique peri-arabe: Une cein ture de nappes mises en place au Cretace superieur. *Rev. Geogr. Phys. Gcol. Fr.*, *7*(17), 1024-1044.
Robertson, A. H. F. (2002). Overview of the genesis and emplacement of Mesozoic ophiolites in the Eastern Mediterranean Tethyan region. *Lithos*, *65*(1-2), 1-67. https://doi.org/Pii S0024-4937(02)00160-3
Doi 10.1016/S0024-4937(02)00160-3
Robinson, P. T., & Malpas, J. (1990). The Troodos ophiolite of Cyprus: new perspectives on its origin and emplacement. Ophiolites, Oceanic Crustal Analogues., Nicosia.
Sato, H. (1977). Nickel content of basaltic magmas: Identification of primary magmas and a measure of the degree of olivine fractionation. *Lithos*, *10*, 113–120.
Sengor, A. M. C., & Yılmaz, Y. (1981). Tethyan evolution of Turkey: A Plate tectonic approach. *Tectonophysics*, *75*, 181-241.
Shaw, D. M. (1970). Trace element fractionation during anatexis. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, *34*(2), 237-243. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/0016-7037(70)90009-8
Smith, T. E., Huang, C. H., Walawender, M. J., Cheung, P., & Wheeler, C. (1983). The Gabbroic Rocks of the Peninsular Ranges Batholith, Southern-California - Cumulate Rocks Associated with Calc-Alkalic Basalts and Andesites. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, *18*(1-4), 249-278. <Go to ISI>://WOS:A1983RQ28300010
Stern, C. R., & De Wit, M. J. (2003). Rocas Verdes ophiolites, southernmost South America: Remnants of progressive stages of development of oceanic-type crust in a continental margin back-arc basin. *Ophiolites in Earth History*, *218*, 665-683. https://doi.org/Doi 10.1144/Gsl.Sp.2003.218.01.32
Sun, S. S., & McDonough, W. F. (1989). Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. *Geological Society, London, Special Publications*, *42*(1), 313-345. https://doi.org/10.1144/gsl.sp.1989.042.01.19

Toksoy-Koksal, F., Goncuoglu, M. C., & Yaliniz, M. K. (2001). Petrology of the Kurancali phlogopitic metagabbro: An island arc-type ophiolitic sliver in the Central Anatolian Crystalline Complex. *International Geology Review*, *43*(7), 624-639. <Go to ISI>://WOS:000172158100005
Ulmer, P., Callegari, E., & Sonderegger, U. C. (1983). Genesis of the mafic and ultramafic rocks and their genetical relations to the tonalite- trondhjemitic granitoids of the southern part of Adamello batholith (Norway Italy); . *Mem. Della. Societa. Geologica. Italiana*, *26*, 171–222.
Van der Kaaden, G. (1966). Importance and distribution of glaucophane bearing rocks in Turkey. *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi*, *67*, 38-69.
Winchester, J. A., & Floyd, P. A. (1977). Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chem Geo*, *20*, 325-343.
Winther, J. D. (2001). *An introduction to igneous and metamorphic petrology.* Prentice Hall,ü.
Yalınız, K. M., Floyd, P., & Göncüoglu, M. C. (2000). Geochemistry of volcanic rocks from the Çiçekdağ Ophiolite, Central Anatolia, Turkey and their inferred tectonic setting within the northern branch of the Neotethyan Ocean. In E. Bozkurt, J. A. Wınchester, & J. D. A. Pıper (Eds.), *Tectonics and Mangamism in Turkey and the Surrounding Area* (Vol. 13, pp. 203–218). Geological Society.
Yaliniz, M. K., Floyd, P. A., & Goncuoglu, M. C. (1996). Supra-subduction zone ophiolites of Central Anatolia: geochemical evidence from the Sarikaraman ophiolite, Aksaray, Turkey. *Mineralogical Magazine*, *60*, 697–710.
Yaliniz, M. K., & Goncuoglu, M. C. (1998). General geological characteristics and distribution of the Central Anatolian Ophiolites. *Turkish Journal of Earth Sciences*, *20*, 19-30.

GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE COOLED ZONES IN VOLCANIC ENCLAVES FROM THE ERENLERDAĞI VOLCANIC COMPLEX (KONYA, CENTRAL ANATOLIA)

Kerim KOÇAK
Konya Technical University, Faculty of Eng.&Natural Sci., Department of Geo.Eng., 37150 Konya
ORCID:0000-0002-4379-8791

ABSTRACT
The Neogene Erenlerdağı volcanic system contains abundant and compositionally diverse Mafic Microgranular Enclaves (MMEs) that exhibit sharply defined and well-preserved chilled margins. To characterise the physico-chemical processes governing MME–host melt interaction, two chilled-margin transects (samples 2 and 9), together with the corresponding enclaves and host lavas, were subjected to major-, trace-, and Rare Earth Element (REE) geochemical analysis. The combined dataset reveals whole-rock compositions ranging from andesite and basaltic andesite to trachyandesite, all showing a pronounced shoshonitic affinity characteristic of the Erenlerdağı volcanic suite.
The chilled margin of sample 2 is notably enriched in alkalis and Light Rare Earth Elements (LREE), while displaying concomitant depletion in several major oxides. This chemical pattern is consistent with extensive magma mingling, mechanical dispersion, and partial hybridization between the MME and the host melt. In contrast, sample 9 exhibits a narrower compositional range marked by enrichment in MgO and MnO, depletion in LREE, and relative enrichment in Heavy Rare-Earth Elements (HREE). These features suggest rapid quenching, reduced thermal-chemical exchange, and selective sequestration of incompatible elements into accessory mineral phases during the initial stages of cooling.
Overall, textural observations integrated with geochemical systematics demonstrate that chilled-margin formation in the Erenlerdağı volcanic system was governed by rapid thermal equilibration, transient mass transfer, and selective mineral partitioning. These results highlight the fundamental roles of cooling rate, enclave viscosity contrast, and host-magma composition in producing chemical heterogeneity during mafic–felsic magma interaction.
Keywords: Geochemistry, volcanism, enclave, chilled zone, Konya

ERENLERDAĞI VOLKANİK KOMPLEKSI'NDEKİ (KONYA, ORTA ANADOLU) VOLKANİK ANKLAVLARINDAKİ SOĞUMA ZONLARININ JEOKİMYASAL ÖZELLIKLERI

ÖZET
Neojen yaşlı Erenlerdağı volkanik sistemi, belirgin şekilde tanımlanmış ve iyi korunmuş soğuma kenarları (chilled margins) sergileyen, bol miktarda ve farklı bileşimlerde çeşitli Mafik Mikrotaneli Anklavlar (MME'ler) içermektedir. MME–yan kayaç ergiyik etkileşimini kontrol eden fizikokimyasal süreçleri karakterize etmek amacıyla, iki soğuma zonu kesiti (numuneler 2 ve 9) ile bunlara karşılık gelen anklavlar ve ev sahibi lavlar üzerinde ana, iz ve Nadir Toprak Elementi (REE) bileşimleri açısından jeokimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Tüm bu veriler andezit ve bazaltik andezitten trakiandezite kadar değişen tüm kayaç bileşimlerinin, Erenlerdağı volkanik birimine özgü belirgin bir şoşonitik eğilim sergilediğini ortaya koymaktadır.
Numune 2'nin soğuma kenarı, alkali elementler ve Hafif Nadir Toprak Elementleri (LREE) bakımından belirgin bir zenginleşme, buna karşılık çeşitli ana oksitlerde eşzamanlı tüketilme göstermektedir. Bu kimyasal desen, MME ile ev sahibi ergiyik arasında kapsamlı fiziksel magma karışımı, mekanik dağılım ve kısmi melezleşme süreçleriyle uyumludur. Buna karşılık

numune 9, MgO ve MnO zenginleşmesi, LREE tükenmesi ve göreli Ağır Nadir Toprak Elementleri (HREE) zenginleşmesi ile karakterize daha dar bir bileşimsel aralık sergilemektedir. Bu özellikler, hızlı soğuma, sınırlı ısısal–kimyasal değişim ve soğumanın ilk evrelerinde uyumsuz elementlerin aksesuar minerallerde seçici tutulmasına işaret etmektedir.
Genel olarak, dokusal gözlemlerle bütünleştirilen jeokimyasal veriler, Erenlerdağı volkanik sisteminde soğuma kenarı oluşumunun hızlı ısısal dengeleme, kısa süreli kütle transferi ve seçici mineral bölüşümü tarafından kontrol edildiğini göstermektedir. Bu sonuçlar, mafik–felsik magma etkileşimi sırasında kimyasal farklılığın oluşmasında soğuma hızı, anklav–yan kayaç ergiyik viskozite farkı ve yan kayaç magma bileşiminin temel rollerini vurgulamaktadır.
Anahtar Kelimeler: Jeokimya, volkanizma, enklav, soğuma zonu, Konya

1. INTRODUCTION

The Neotectonic evolution of Anatolia, driven by the ongoing collision between the Eurasian and Arabian plates, initiated a complex pattern of westward tectonic motion across the region. This tectonic activity led to the formation and reactivation of major fault systems, including the East and North Anatolian faults, which accommodate lateral extrusion of the Anatolian block (Dewey et al., 1986; Şengör et al., 1985). Extensive Miocene–Pliocene volcanism, including prominent calc-alkaline lavas near Konya, accompanied this tectonic phase across central and western Anatolia (Blumenthal, 1944; Temel et al., 1998).

Previous studies have documented the regional stratigraphy, including the Pre-Triassic Bozdağ Formation, and volcanic sequences, highlighting subalkaline andesite–dacite compositions, assimilation–fractional crystallisation, magma mixing, and hydrothermal alteration (Karakaya, 2009; Kocak & Zedef, 2016; Kurt et al., 2005; Uyanık & K., 2016). Lava dome formation in the region spans 10.9–3.35 Ma, with a south-to-north age progression suggesting older Miocene units in the northern study area (Asan & Erturk, 2013; Keller et al., 1977).

Many intermediate to felsic intrusive and extrusive rocks contain MMEs, which typically form through the mingling and rapid quenching of a hotter mafic magma into a cooler, more silicic magma chamber (e.g. Eichelberger (1980); Vernon (1984); Blundy and Sparks (1992); Dorais et al. (1990)). Similarly, the host lava contains numerous MMEs, which likely formed where strong contrasts in temperature and viscosity existed between host and injected magmas—particularly when the silicic host was volumetrically dominant and mafic injections were relatively small (Andrews & Manga, 2014).

The study area, located east of Sağlık and west of Yatağan, comprises two rock quarries where light grey to grey lavas form the elevated portions of the local topography (Figure 1). These lavas host finer-grained MMEs that occur in irregular sizes, varying from a few centimetres to several meters, and exhibit diverse shapes, including elliptical and rounded-angular forms (Kocak, 2024a; Koçak & Zedef, 2013)(Figure 2). The MME is suggested to have formed by syn-eruptive underplating of a mafic—possibly basaltic—magma beneath a lower-crustal dacitic reservoir; the resultant pressure increase likely induced eruptions of silicic domes (Kocak, 2024a).

A distinct chilled margin is developed at the MME–host contact, attaining a maximum thickness of ~4 mm and commonly measuring between 1.25 and 2.5 mm (Kocak, 2024b). As illustrated in Figure 2c, this well-defined margin also contains an inner, darker-colored chilled layer, indicating multiple cooling stages or variable quenching intensity across the interface.

Some plagioclase xenocrysts of the lava are found in the chilled zone of the MME. Petrographic observations by Kocak (2024b) reveal that the chilled zone consists predominantly of plagioclase (≈25%) and amphibole (≈5%) phenocrysts set within a holocrystalline porphyritic groundmass (Figure 3). The matrix is dominated by smaller-grained plagioclase, amphibole, epidote, and opaque phases, consistent with rapid cooling and syn-emplacement crystallization at the MME–host contact (Figure 3, Koçak and Zedef (2013)). In contrast, the

host lava contains notably fewer ferromagnesian and opaque phases than the MMEs. Despite these detailed petrographic observations, the geochemical characteristics of the chilled margin have not yet been investigated. Accordingly, this study aims to characterise the geochemical composition of the chilled zones and to assess the

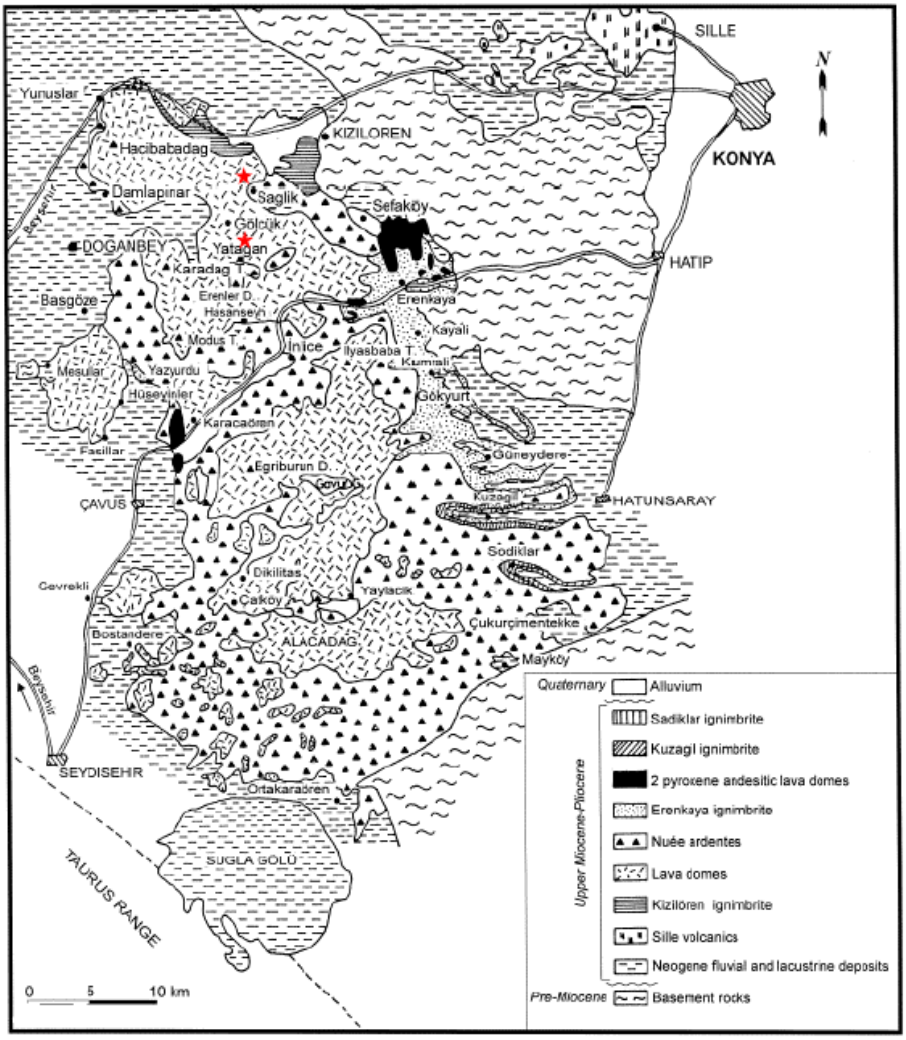


Figure 1: Location and geological maps of the study area (Keller et al., 1977), showing the rock quarries investigated.

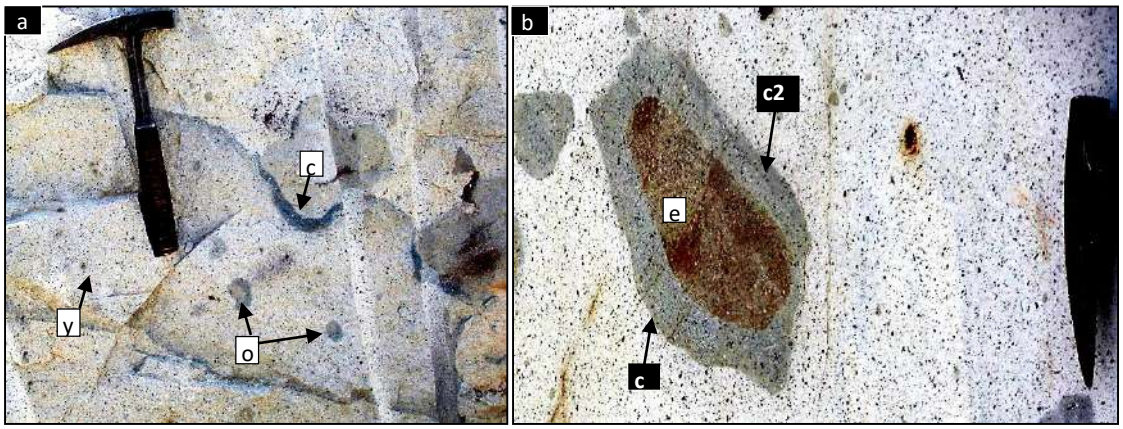


Figure 2: a) dyke-shaped enclave, older (o) and younger (y) enclaves(e) with chilled zone(c) b: Ellipsoidal enclave with chilled zone. Note development of two chilled zones (c, c2) in the sample. A hammer is a scale,

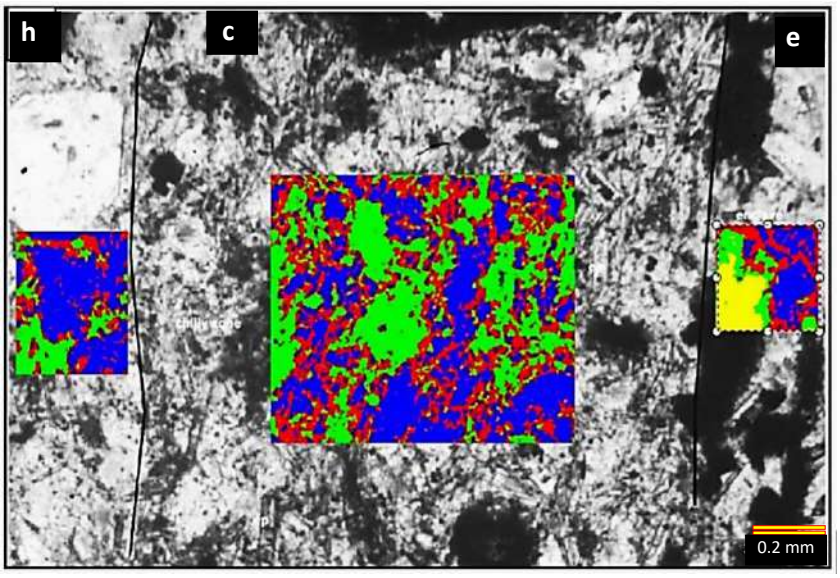


Figure 3: A photomicrograph (//N) illustrating the chilled zone (c) developed at the contact between host lava (h), its enclave (e), and its modal analysis. Red: biotite, amphibole; Blue: feldspars, quartz; Green matrix, Yellow: opaque iron ore (Kocak, 2024b).

chemical variations between the host lava and the associated MMEs in the Erenlerdağı volcanic system.

2. MATERIAL AND METHODS

Whole-rock geochemical analyses were performed at ACME Analytical Laboratories (Canada). Major oxides were measured by ICP-OES following fusion of 0.200 g of powdered sample with 1.59 g $LiBO_2$ and dissolution in 5% HNO_3. Trace and rare earth element concentrations were obtained by ICP-MS after complete acid digestion of 0.250 g of sample using HNO_3–$HClO_4$–HF. Major elements are reported as wt%, and trace and REE abundances as ppm.

3. GEOCHEMISTRY

To determine chemical variation between the MME(2A,9A) and its hosts (2C, 9C) through the chilled zones (2B,9B), two MME samples with their chilled zones and their hosts were analysed, and their results are presented in Table 1 (Koçak & Zedef, 2014). The samples follow an igneous line on an FMW diagram, suggesting alteration processes have not substantially modified the chemical composition of the samples (Figure 4). The samples have relatively high Th and Co contents, corresponding to "High K calcalkaline and shoshonite series" (Figure 5a), while high Th/Yb and Ta/Yb ratios indicate a shoshonitic composition (Figure 5b). In Figure 6a, both the MMEs and their hosts are found on an andesite area, while chilled zones are plotted on the dacite area on a Nb/Y vs Zr/Ti diagram. Figure 6b shows that the samples are mostly andesite/basaltic andesite in composition, and a chilled zone sample (2B) is found in trachyandesite area.

Figure 7 shows the chemical variations of the major oxides in the samples. Comparing the MME and its hosts, the chilled zone of sample 2 is slightly enriched in Na_2O and K_2O, and substantially depleted in TiO_2, Fe_2O_3, MgO, CaO, and MnO contents. In contrast, the chilled zone of sample 9 exhibits more restricted chemical variation compared to sample 2. It shows slight enrichment in MgO and MnO, and depletion in Na_2O and K_2O contents. It also shows the similarity of its MME.

Figure 8 exhibits the chemical variations of trace elements in the samples; the chilled zone of sample 2 is relatively enriched in Ni, Rb, Ba, La, and Ce, and depleted in Co and Pb content

compared to the MME and its hosts. It shows similarity to that of its host lava. The pattern of the chilled zone from sample 9 overlapped with that of its host rocks, which are depleted in Nb, Cu, Ta, U, and La contents compared with the MMEs.

Primitive-mantle–normalized trace-element patterns (Figure 9a) for the chilled zone of sample 2 closely resemble those of the host lava, exhibiting relative enrichments in Rb, Ba, U, La, Ce, Pr, Nd and Zr, and depletions in Pb and Ti. In contrast, the chilled zone of sample 9 (Figure 9b) exhibits a geochemical pattern comparable to that of the MME, with minor depletions in Dy and Lu. Figure 10a shows that the chilled zone displays a more strongly

Table 1: Geochemical analyses of the host (2c,9c), MMEs (2A,9A) and chilled zones (2B, 9B, Koçak and Zedef (2013)).

Sample	**2**			**9**		
	2A	**2B**	**2C**	**9A**	**9B**	**9C**
SiO_2	54.93	64.94	59.9	55.35	55.14	59.76
TiO_2	0.89	0.51	0.8	0.87	0.87	0.83
Al_2O_3	16.17	15.49	15.91	16.1	16.06	16.07
Fe_2O_3	7.1	4.17	6.3	6.69	6.63	6.27
MgO	4.2	1.74	3.37	4.01	3.98	3.33
CaO	5.3	4.11	5.26	5.72	5.77	5.38
Na_2O	2.41	3.28	2.73	2.38	2.41	2.84
K_2O	1.61	3.37	2.64	1.73	1.73	2.56
P_2O_5	0.17	0.18	0.13	0.17	0.17	0.16
MnO	0.18	0.09	0.13	0.15	0.16	0.12
LOI	6.8	1.9	2.6	6.5	6.8	2.4
Sum	**99.73**	**99.73**	**99.79**	**99.73**	**99.73**	**99.74**
Ni	2.8	3.5	2.1	2.4	2.3	2.6
Co	15.5	8.4	12.2	15.2	14.4	14.3
Cs	4.8	6.5	6	4.7	4.7	5
Ga	17.2	17.3	17.4	16.8	16.8	17.4
Hf	3.3	4.2	4	3.6	3.7	4.3
Nb	8.4	14.4	12.8	8.1	8.5	12.2
Rb	50	123	93	52	52	100
Ba	533	1061	490	613	587	621
Sr	4956	519	525	541	546	577
Sc	24	9	20	23	23	21
Mo	0.3	0.4	0.5	0.4	0.3	0.5
Cu	7	7.6	7.1	4.4	4	8.9
Pb	6.1	3.4	5.4	6.9	6.4	5
Zn	38	27	35	34	34	39
Ta	0.5	1.1	1	0.6	0.6	1
Th	8.9	21.3	20.4	9	9.5	17.7
U	2.8	8.6	6.3	2.8	3	7.3
V	229	100	193	200	199	189
W	0.6	1.6	0.8	0.8	0.9	0.9
Zr	115	156	134	124	125	146
Y	18.9	17.9	21.2	20.2	20.2	23.2
La	22.8	42.6	31.6	25.4	25.4	32
Ce	45.9	70.4	56.7	48.1	47.5	58.8
Pr	5.25	7.71	6.32	5.66	5.63	6.49
Nd	19.3	27.8	23.7	23.2	21.8	23.9
Sm	4.27	4.56	4.25	4.57	4.29	4.48
Eu	1.11	1.06	1.1	1.01	1.07	1.02

Gd	3.89	4.11	4.07	4.48	4.27	4.32
Tb	0.59	0.54	0.64	0.65	0.64	0.68
Dy	3.37	3.52	3.71	3.76	3.51	4.18
Ho	0.71	0.62	0.88	0.72	0.74	0.84
Er	2.13	2.01	2.32	2.33	2.33	2.63
Tm	0.32	0.29	0.4	0.31	0.33	0.33
Yb	2.09	2.02	2.2	2.17	2.09	2.12
Lu	0.32	0.31	0.41	0.34	0.31	0.39

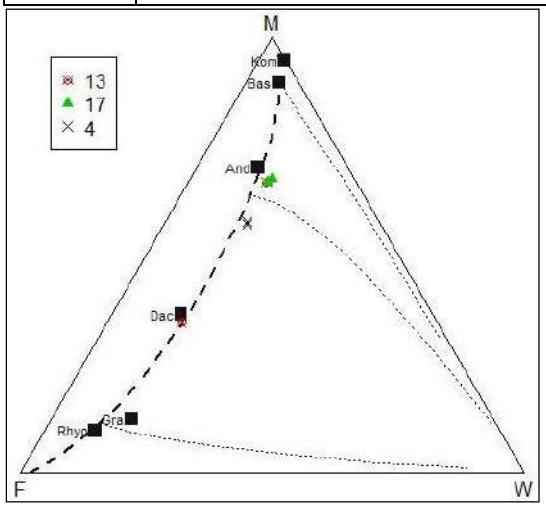


Figure 4: a) An FMW diagram (Ohta & Arai, 2007). 17: MME, 13: chilled zone, 4: host

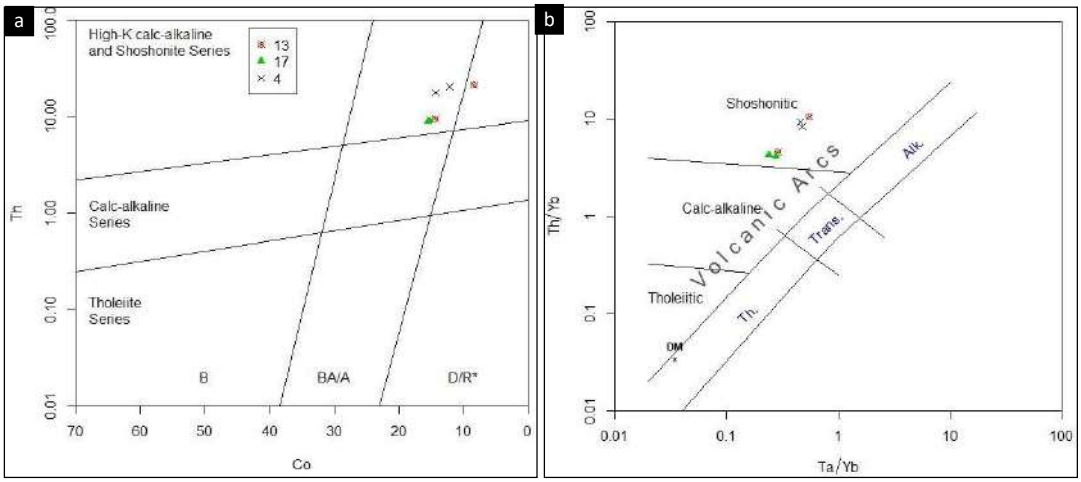


Figure 5: a) Co vs Th plot (Hastie et al., 2007) b) Ta/Yb vs Th/Yb (Pearce, 1982). Symbols are as in Figure 3.

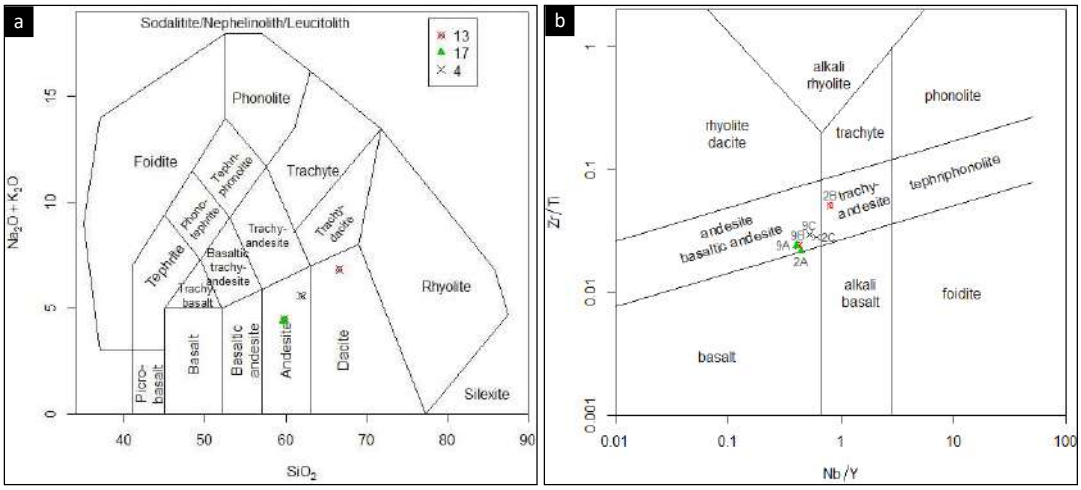


Figure 6: Nomenclature diagram of the samples; a) SiO_2 vs Na_2O+K_2O (Middlemost, 1994). b) Nb/Y vs Zr/Ti (modified by Pearce, 1996). Symbols are as in Figure 3.

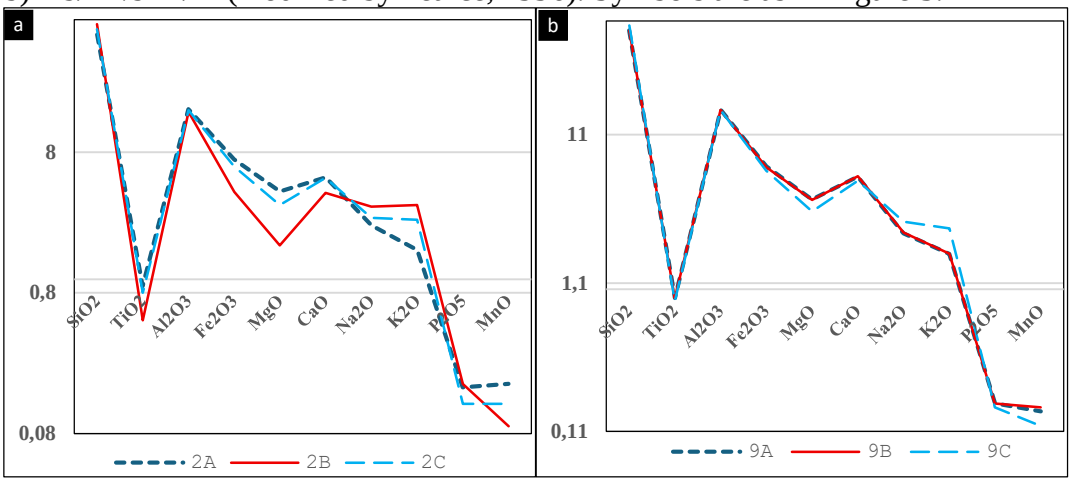


Figure 7: Variation of the major oxides in the sample 2(a) and 9 (b).

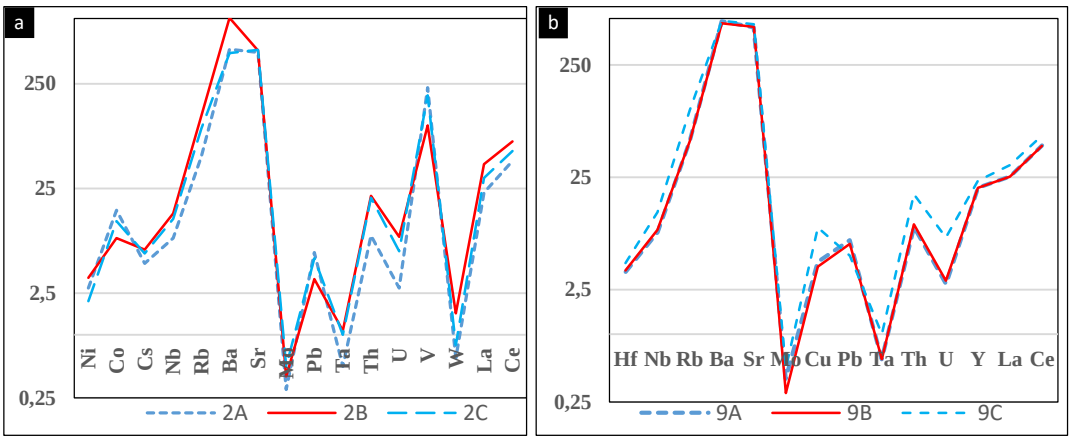


Figure 8: Variation of the trace elements in the sample 2(a) and 9 (b).

fractionated REE pattern than both the host lava and the MME: the chilled margin of sample 2 is enriched in LREEs and depleted in HREEs. Figure 10b, the REE distribution pattern of the chilled zone in sample 9 closely parallels that of the MME and, when compared to the host lava, exhibits a distinct enrichment in HREE and depletion in LREE.

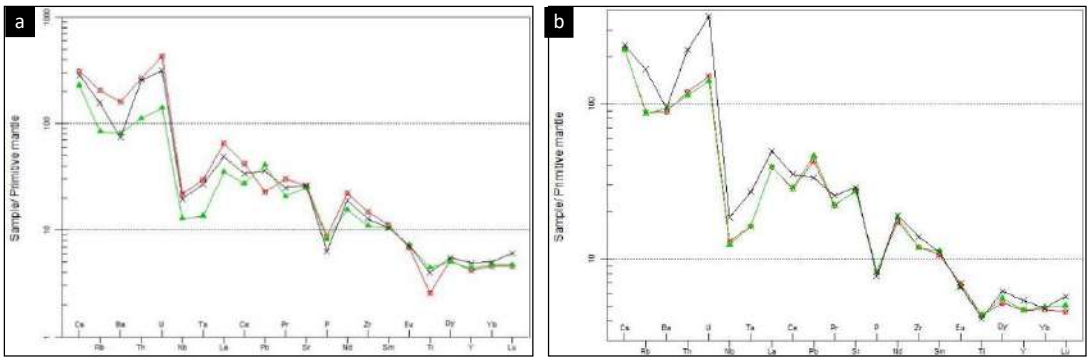


Figure 9: A primitive mantle (Mcdonough & Sun, 1995) normalised trace element pattern of the samples(a: sample 2, b: sample 9).Red: chilled zone, green: enclave, black: host lava

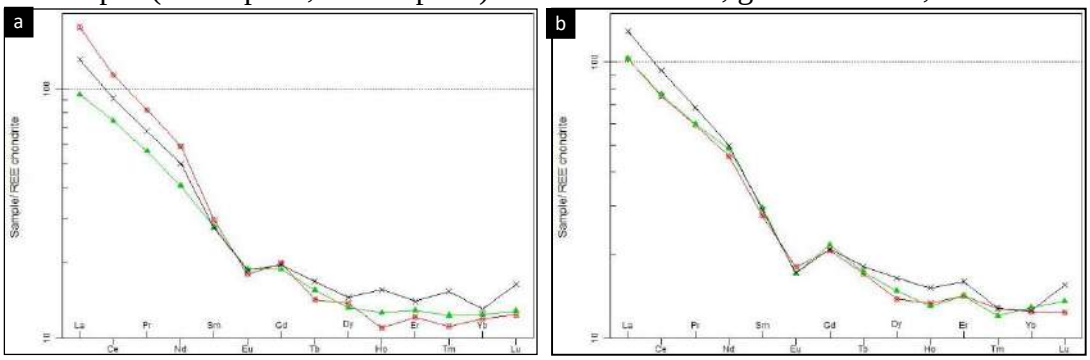


Figure 10: a: A chondrite normalised (O'Neill, 2016) b:REE patterns of the samples (a:sample 2, b:sample 9). Red: chilled zone, green: enclave, black: host lava

6.DISCUSSION

The MMEs that have different sizes, up to a few meters, may undergo partial consumption through the dissolution of microlites and microphenocrysts, accompanied by volatile exsolution that weakens the crystal framework. Simultaneously, melt flow and shear can detach individual crystals or small aggregates. These processes are often subtle, as the removal of only a few to several tens of microns can destabilise the framework. In volcanic systems, survival times can be as short as a few years ($kL \sim 10^{-5}$ cm/s) under high-temperature conditions and for small MME, although large field occurrences suggest longer persistence (Ruprecht et al., 2020). However, the occurrence of large MMEs in the field suggests significantly longer survival times. Thus, the presence of large MMEs in the field suggests that they can survive for substantially longer periods.

The MME is characterised by the existence of well-developed chilled zones and abundant interstitial voids, indicating the emplacement of molten MMEs into felsic magma, rapid heat transfer, and quenching (Clynne, 1999; Saito et al., 2002). Thermal (ΔT) and compositional (ΔC) contrasts, along with differences in magma volume ratios, create complex physicochemical and fluid-dynamic interactions that lead to variations in crystallinity, crystal size, and spatial gradients from core to rim—ranging from quenched glassy margins to more crystalline interiors (Ruprecht et al., 2020). Quenching is promoted when the host magma is close to eutectic conditions and volumetrically dominant, allowing mafic to intermediate melts to reach the glass transition (Giordano et al., 2008; Ruprecht & Bachmann, 2010). Rapid ascent of the magma can account for the presence of quenched margins in erupted MMEs, whereas larger recharge volumes sustain elevated temperatures, enhancing crystallisation and leading to rheological lock-up. The widespread development of chilled margins, therefore, indicates that the host magma was near eutectic conditions, volumetrically dominant, and that the MMEs experienced rapid ascent.

Geochemical analysis shows that the MMEs, their hosts, and chilled zones range from andesite/basaltic andesite to trachyandesite in composition, with shoshonitic affinity. Relative to the host and MME, the chilled zone of sample 2 is enriched in Na_2O, K_2O, Ni, Rb, Ba, U, LREE, Nd, Zr and depleted in TiO_2, Fe_2O_3, MgO, CaO, MnO, HREE, Co, and Pb possibly due to mechanical accretion of early-crystallized phases from the felsic host liquid into the mafic magma batch transported trace elements with high partition coefficients (K^D) along with their major components, such as Na, K, Rb, Ba in feldspars. Additionally, the bulk chemical composition of the MME could have been altered through interaction with the host lava. Since solid-state diffusion is usually slow, this interaction likely occurred during an earlier stage, when both the MME and the host lava were still partially molten.

Compared to sample 2, sample 9's chilled zone is relatively enriched in MgO and MnO but depleted in Nb, Cu, Ta, U, and La. Overall, it exhibits a more limited range of chemical variation, suggesting differences in the extent of magma mingling or cooling rates between the two. This indicates that thermal and chemical exchange at the MME–host interface was more restricted in sample 9, likely due to faster quenching or reduced interaction with the host magma. In contrast, the broader chemical variability in the chilled zone of sample 2 may point to more extensive mixing, slower cooling, or stronger melt–crystal interaction, emphasising the influence of MME size, host magma composition, and thermal gradients in generating geochemical heterogeneity within chilled margins.

In Figure 10 b, the chilled zone of sample 9 exhibits a pattern almost identical to that of the MME, characterised by relative depletion in LREE and enrichment in HREE compared to the host. This pattern is likely reflects selective interdiffusion of these elements into the MME magma, followed by their enrichment in apatite, titanite, and hornblende, which have high partition coefficients for these elements (Klein et al., 1997; Lo´pez-Ruı´z J, 1990). Therefore, their activity remains low in the melt. Such low activity in the mafic melt promotes continued "uphill" diffusion, analogous to that described for K during biotite crystallisation by Johnston and Wyllie (1988).

7. CONCLUSIONS

The MMEs of the Erenlerdağı volcanic system record rapid thermal exchange and incomplete magma hybridization at the MME–host interface. Well-developed chilled margins indicate efficient quenching of mafic magma into a cooler, near-eutectic felsic host. Geochemical variations, particularly in sample 9, reflect limited diffusion and faster cooling, highlighting that magma interaction occurred under transient thermal and compositional disequilibrium. These features underscore the dynamic and short-lived nature of MME formation in the evolving Erenlerdağı magmatic system.

ACKNOWLEDGEMENT

Thanks to Selcuk University BAP (Konya-TURKEY, Project no:17401173) for financial support for this research.

REFERENCES

Andrews, B. J., & Manga, M. (2014). Thermal and rheological controls on the formation of mafic enclaves or banded pumice. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, *167*(1), 961.

Asan, K., & Erturk, M. A. (2013). First Evidence of Lamprophyric Magmatism from the Konya Region, Turkey: a Genetic Link to High-K Volcanism. *Acta Geologica Sinica-English Edition*, *87*(6), 1617-1629. https://doi.org/10.1111/1755-6724.12163

Blumenthal, M. M. (1944). Bozkır Güneyinde Toros Dağlarının Serisi ve Yapısı. *İst.Üniv. Fen Fak. Mec*(B), 30.

Blundy, J. D., & Sparks, R. S. J. (1992). Petrogenesis of Mafic Inclusions in Granitoids of the Adamello Massif, Italy. *Journal of Petrology*, *33*(5), 1039-1104. https://doi.org/10.1093/petrology/33.5.1039

Clynne, M. A. (1999). A complex magma mixing origin for rocks erupted in 1915, Lassen Peak, California. *Journal of Petrology*, *40*(1), 105-132.

Dewey, J., Hempton, M., Kidd, W., Saroglu, F., & Şengör, A. (1986). Shortening of continental lithosphere: the neotectonics of Eastern Anatolia—a young collision zone. *Geological Society, London, Special Publications*, *19*(1), 1-36.

Dorais, M. J., Whitney, J. A., & Roden, M. F. (1990). Origin of Mafic Enclaves in the Dinkey Creek Pluton, Central Sierra Nevada Batholith, California. *Journal of Petrology*, *31*(4), 853-881. https://doi.org/10.1093/petrology/31.4.853

Eichelberger, J. C. (1980). Vesiculation of mafic magma during replenishment of silicic magma reservoirs. *Nature*, *288*(5790), 446-450. https://doi.org/10.1038/288446a0

Giordano, D., Russell, J. K., & Dingwell, D. B. (2008). Viscosity of magmatic liquids: a model. *Earth and Planetary Science Letters*, *271*(1-4), 123-134.

Hastie, A. R., Kerr, A. C., Pearce, J. A., & Mitchell, S. (2007). Classification of altered volcanic island arc rocks using immobile trace elements: development of the Th–Co discrimination diagram. *Journal of petrology*, *48*(12), 2341-2357.

Johnston, A. D., & Wyllie, P. J. (1988). Interaction of granitic and basic magmas: experimental observations on contamination processes at 10 kbar with H2O [journal article]. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, *98*(3), 352-362. https://doi.org/10.1007/bf00375185

Karakaya, N. (2009). REE and HFS element behaviour in the alteration facies of the Erenler Dagi Volcanics (Konya, Turkey) and kaolinite occurrence. *Journal of Geochemical Exploration*, *101*(2), 185-208. https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2008.07.001

Keller, J., Jung, D., Burgath, K., & Wolff, F. (1977). Geologie und petrologie des Neogenen kalkalkali-vulkanismus von Konya (Erenler Dağ - Alaca Dağ - Massiv. *Geologisches Jahrbuch Hessen*, *25*, 37-117.

Klein, M., Stosch, H. G., & Seck, H. A. (1997). Partitioning of high field-strength and rare-earth elements between amphibole and quartz-dioritic to tonalitic melts: an experimental study. *Chemical Geology*, *138*(3–4), 257-271. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0009-2541(97)00019-3

Kocak, K. (2024a). Field, mineralogical and petrographic features of the micro-vesiculated mafic enclaves in the Miocene lava around Sağlik and Yatağan area, western Konya/Türkiye [Konya'nın (Türkiye) batısında, Sağlık ve Yatağan bölgesinde Miyosen lavları içindeki gazboşlukları içeren mafik anklavların saha, mineralojik ve petrografik özellikleri]. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, *14*(4), 1235-1246. https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.1534455

Kocak, K. (2024b). Field, mineralogical and petrographic features of the Miocene lava around Sağlık and Yatağan area, western Konya/Türkiye [Konya'nın (Türkiye) batısında Sağlık ve Yatağan bölgesindeki Miyosen lavlarının saha, mineralojik ve petrografik özellikleri.]. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, *14*(4), 1138-1148. https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.1534430

Kocak, K., & Zedef, V. (2016). Geochemical characteristics of the lava domes in Yatagan village and Saglik town, from Erenlerdagi (Konya, Central Turkey) volcanites. *Act. Geobalcanica*, *2*, 7-19.

Koçak, K., & Zedef, V. (2013). *Erenler Dağı Volkaniti Ve Anklavlarının Mineralojik, petrografik Ve Jeokimyasal Özellikleri*.

Koçak, K., & Zedef, V. (2014). *Mineralogical, petrographic and geochemical properties of the Erenler Mountain volcanics and enclaves* (10401023)[Research project]. Scientific Research Projects Coordination Office of Selcuk Uni.

Kurt, S., Akgül, B., & Kurt, H. (2005). Sağlık-Erenkaya (Konya batısı) yöresi volkanik kayaçlarının petrografik ve jeokimyasal özellikleri. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *17*(1), 190 - 204.
Lo´pez-Ruı´z J, C. J. (1990). *Geoquı´mica de los Processos Magma´ ticos.*
Mcdonough, W. F., & Sun, S. S. (1995). The Composition of the Earth. *Chemical Geology*, *120*(3-4), 223-253. https://doi.org/Doi 10.1016/0009-2541(94)00140-4
Middlemost, E. A. (1994). Naming materials in the magma/igneous rock system. *Earth-science reviews*, *37*(3-4), 215-224.
O'Neill, H. S. C. (2016). The Smoothness and Shapes of Chondrite-normalized Rare Earth Element Patterns in Basalts. *Journal of Petrology*, *57*(8), 1463-1508. https://doi.org/10.1093/petrology/egw047
Ohta, T., & Arai, H. (2007). Statistical empirical index of chemical weathering in igneous rocks: A new tool for evaluating the degree of weathering. *Chemical Geology*, *240*(3), 280-297. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2007.02.017
Pearce, J. A. (1982). Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries. In T. R. S. (Ed.), *Andesites: Orogenic Andesites and Related Rocks* (pp. 525-548). Wiley, Chichester.
Pearce, J. A. (1996). A User's Guide to Basalt Discrimination Diagrams. In D. A. Wyman (Ed.), *Trace Element Geochemistry of Volcanic Rocks: Applications for Massive Sulphide Exploration* (Vol. 12, pp. 79-113). Geological Association of Canada.
Ruprecht, P., & Bachmann, O. (2010). Pre-eruptive reheating during magma mixing at Quizapu volcano and the implications for the explosiveness of silicic arc volcanoes. *Geology*, *38*(10), 919-922.
Ruprecht, P., Simon, A. C., & Fiege, A. (2020). The survival of mafic magmatic enclaves and the timing of magma recharge. *Geophysical Research Letters*, *47*(14), e2020GL087186.
Saito, G., Stimac, J. A., Kawanabe, Y., & Goff, F. (2002). Mafic-felsic magma interaction at Satsuma-Iwojima volcano, Japan: Evidence from mafic inclusions in rhyolites. *Earth, planets and space*, *54*(3), 303-325.
Şengör, A. M. C., Görür, N., Şaroğlu, F., Biddle, K. T., & Christie-Blick, N. (1985). Strike-Slip Faulting and Related Basin Formation in Zones of Tectonic Escape: Turkey as a Case Study1. In *Strike-Slip Deformation, Basin Formation, and Sedimentation* (Vol. 37, pp. 0). SEPM Society for Sedimentary Geology. https://doi.org/10.2110/pec.85.37.0211
Temel, A., Gündoğdu, M. N., & Gourgaud, A. (1998). Petrological and geochemical characteristics of Cenozoic high-K calc-alkaline volcanism in Konya, Central Anatolia, Turkey. *Journal of volcanology and geothermal research*, *85*(1-4), 327-354.
Uyanık, C., & K., K. (2016). Geochemical characterıstıcs of the Erenlerdagı volcanics, Konya, Central Turkey. . The 14th International Congress, Thessaloniki, May 2016., Thessaloniki, Greece.
Vernon, R. H. (1984). Microgranitoid enclaves in granites[mdash]globules of hybrid magma quenched in a plutonic environment [10.1038/309438a0]. *Nature*, *309*(5967), 438-439. http://dx.doi.org/10.1038/309438a0

BRAKİSTOKRON EĞRİSİ ÖĞRETİMİNİN ÖĞRENCİLERİN KAVRAMSAL ANLAYIŞI VE EPİSTEMOLOJİK TUTUMLARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Doç. Dr. Ayhan AKSAKALLI
Bayburt University, Department of Medical Services and Techniques, 69000, Merkez, Bayburt
ORCID ID: 0000-0001-6281-5828

ÖZET
Bu araştırma, Brakistokron eğrisi öğretiminin lisans düzeyindeki öğrencilerin kavramsal anlayışları ve epistemolojik tutumları üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Karma yöntemli desenle yapılandırılan çalışmada açıklayıcı sıralı desen kullanılmış; ilk aşamada nicel veriler toplanmış, ardından bu verilerin arka planındaki düşünsel süreçleri ortaya koymak amacıyla nitel verilerle desteklenmiştir. Çalışma grubu, fizik ve fen bilgisi öğretmenliği programlarında öğrenim gören 55 dördüncü sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. Öğretim süreci boyunca öğrenciler, Brakistokron eğrisini farklı geometrilerdeki şeffaf raylar aracılığıyla test edebildikleri deney düzeneğiyle etkileşimli bir öğrenme yaşantısı geçirmiştir. Deney sırasında öğrencilerin sezgisel yanılgılarla karşılaşmaları teşvik edilmiş, bu karşılaşmalar yansıtıcı yazılar ve yarı yapılandırılmış görüşmeler yoluyla izlenmiştir. Nicel bulgular, öğrencilerin kavramsal test puanlarında anlamlı bir artış olduğunu göstermektedir. Nitel bulgular ise öğrencilerin bilgiye ve öğrenmeye dair tutumlarında daha sorgulayıcı ve yapılandırmacı bir yönelim geliştirdiklerini ortaya koymuştur. Sonuç olarak, deney temelli öğretimin sadece başarı değil, bilişsel ve epistemolojik farkındalık açısından da etkili olduğu görülmektedir.
Anahtar Kelimeler: Brakistokron eğrisi, kavramsal anlayış, epistemolojik tutum, fizik öğretimi, öğrenme süreci

THE EFFECT OF BRACHISTOCHRON CURVE TEACHING ON STUDENTS' CONCEPTUAL UNDERSTANDING AND EPISTEMOLOGICAL ATTITUDES

ABSTRACT
This study aims to examine the impact of teaching the Brachistochrone curve on undergraduate students' conceptual understanding and epistemological beliefs. Designed with a mixed-method approach, the study employs an explanatory sequential design: quantitative data were collected in the first phase, followed by qualitative data to uncover the underlying cognitive processes. The study group consisted of 55 fourth-year students enrolled in physics and mathematics teacher education programs. Throughout the instructional process, students engaged in an interactive learning experience using a physical experimental setup composed of transparent tracks with different geometries, allowing them to observe and test the Brachistochrone problem. The design encouraged students to confront their intuitive misconceptions, which were explored through reflective writing and semi-structured interviews. Quantitative findings indicated a statistically significant improvement in students' conceptual test scores. Qualitative analysis revealed that students developed more inquisitive and constructivist attitudes toward knowledge and learning. Overall, the findings suggest that teaching classical problems such as the Brachistochrone curve through experience-based and discussion-oriented approaches can foster not only academic achievement but also deeper epistemological awareness and cognitive transformation in students.
Keywords: Brachistochrone curve, conceptual understanding, epistemological beliefs, physics education, learning process

1. GİRİŞ

Bilim tarihinde doğa olaylarını anlama çabası, yalnızca teknik problemlerin çözümünü değil, insan zihninin düşünme biçimlerinin dönüşümünü de beraberinde getirmiştir. Bu dönüşümlerin çarpıcı örneklerinden biri olan Brakistokron problemi, Johann Bernoulli'nin 1696'da sorduğu "iki nokta arasındaki en kısa sürede varış yolu nedir?" sorusuyla hem klasik mekaniğin sınırlarını hem de sezgisel akıl yürütmenin güvenilirliğini sorgulatan özgün bir öğrenme bağlamı sunmaktadır (Grattan-Guinness, 1997). Öğrencilerin çoğunda görülen "en kısa yol en hızlıdır" sezgisinin aksine, Brakistokron eğrisinin düz bir yoldan daha hızlı sonuç vermesi güçlü bir bilişsel çelişki yaratmakta ve kavramsal yanılgıları görünür kılmaktadır (diSessa, 1993; Vosniadou, 2001).

Bu sezgisel sarsılma yalnızca kavramsal değil, epistemolojik bir dönüşümü de tetikleme potansiyeline sahiptir. Epistemolojik tutumlar—bilginin doğası, kaynağı ve kesinliğine ilişkin inançlar—öğrencilerin öğrenme süreçlerini ve bilgiyle kurdukları ilişkiyi doğrudan şekillendirmektedir (Hofer & Pintrich, 1997). Mutlakçı bilgi anlayışı, deneysel sorgulamaya direnç yaratabilir; oysa çağdaş öğrenme kuramları bilginin sorgulanabilir, kanıta dayalı ve çoğulcu nitelikte ele alınmasını gerektirir (Kienhues, Bromme & Stahl, 2008). Bu bağlamda sezgiye aykırı, deneyle doğrulanabilir örneklerin öğretimde kullanılması epistemolojik farkındalık geliştirmek için önemli bir fırsattır.

Literatür, epistemolojik inançların çok boyutlu bir yapıda geliştiğini (Schommer, 1994; Hofer & Pintrich, 1997) ve kavramsal öğrenmenin de bilişsel çelişki, açıklayıcılık ve tutarlılık gibi süreçlerle yeniden yapılandığını göstermektedir (Posner et al., 1982). Dolayısıyla Brakistokron gibi sezgilere meydan okuyan örnekler hem kavramsal değişim hem de epistemolojik gelişim açısından güçlü bir tetikleyici sunmaktadır.

Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı, soyut kavramların öğrenilmesinde öğrencinin aktif katılımını, etkileşimli tartışmaları ve deneyimsel süreci merkeze alır (Vygotsky, 1978). Fizik eğitiminde etkileşimli ve deneyim odaklı öğretimin kavramsal anlayışı geliştirdiği pek çok çalışmayla gösterilmiştir (McDermott & Redish, 1999; Hake, 1998). Brakistokron eğrisi öğretimi ise sezgisel yanılgıları görünür hâle getiren, bilişsel çatışmayı tetikleyen ve deneyimsel kanıtla kavramsal dönüşüm sağlayan özgün bir öğretim ortamı sunmaktadır. Kolb'un (1984) somut deneyim → gözlem → kavramsallaştırma → yeniden deneme döngüsü özelinde bu süreç doğal bir açıklama bulmaktadır.

Bu çalışmada dönüştürücü etki yaratan unsur, eğrinin kendisinden ziyade, Brakistokron etrafında kurgulanan tartışma temelli, deneyimsel ve bilişsel çatışma oluşturan öğretim sürecidir. Brakistokron problemi, bağımsız bir konu olmaktan öte, öğrencilerin mevcut düşünme yapılarıyla yüzleşmelerini sağlayan bir pedagojik bağlam işlevi görmektedir. Bu yönüyle Durumsal İlgi yaklaşımı ve Activation–Elaboration hipotezleriyle de uyumludur.

Araştırmada "kavramsal anlayış", ivme, hız, eğik düzlem hareketi, enerji dönüşümü ve "en kısa sürede varış" ilkesi gibi temel fizik kavramlarının Brakistokron bağlamında ilişkilendirilebilmesi ve gerekçelendirilebilmesi üzerinden tanımlanmıştır. Bu doğrultuda çalışmanın amacı, Brakistokron eğrisi öğretiminin öğretmen adaylarının kavramsal anlayışları ve epistemolojik tutumları üzerindeki etkisini incelemek ve bu öğretimin yalnızca başarı düzeyiyle değil, bilişsel ve epistemolojik dönüşüm boyutlarıyla nasıl ilişkili olduğunu ortaya koymaktır.

Bu kapsamda araştırma soruları şu şekildedir:

1. Brakistokron eğrisi öğretimi, öğrencilerin kavramsal anlayış düzeylerinde nasıl bir değişim oluşturur?
2. Öğretim süreci, öğrencilerin bilgiye ve öğrenmeye yönelik epistemolojik tutumlarını nasıl etkiler?
3. Öğrenciler Brakistokron deneyimini nasıl anlamlandırır?

2. METOD

2.1. Araştırma Yöntemi

Bu araştırma, Brakistokron eğrisi öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlayışları ve epistemolojik tutumları üzerindeki etkisini incelemek amacıyla karma yöntem yaklaşımıyla desenlenmiştir. Karma yöntem, nicel ve nitel veri toplama tekniklerinin bir arada kullanılarak öğrenme süreçlerinin hem ölçülebilir yönlerinin hem de altında yatan düşünsel süreçlerin bütüncül biçimde açıklanmasını sağlar. Çalışmada, nicel bulguların ardından bu bulguları derinlemesine anlamlandırmayı amaçlayan açıklayıcı sıralı karma yöntem deseni (explanatory sequential design) tercih edilmiştir (Creswell & Plano Clark, 2018).

Desenin ilk aşamasında, öğrencilerin kavramsal anlayış düzeylerindeki değişim ön test–son test uygulamalarıyla belirlenmiş ve öğretimin nicel etkisi ortaya konmuştur. İkinci aşamada ise, nicel bulgularda gözlenen gelişimin nasıl ve neden gerçekleştiğini anlamak amacıyla yarı yapılandırılmış görüşmeler ve yansıtıcı yazılı anlatımlar kullanılmıştır. Nitel veriler, nicel sonuçlara açıklayıcı güç kazandırarak çalışmanın tamamlayıcılık ilkesine uygun biçimde bütüncül yorumlanmasını sağlamıştır (Greene, Caracelli & Graham, 1989).

2.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, 2024–2025 akademik yılı bahar döneminde Türkiye'de bir devlet üniversitesinin fizik ve fen bilgisi öğretmenliği programlarında öğrenim gören dördüncü sınıf lisans öğrencileri oluşturmaktadır. Katılımcılar, Brakistokron eğrisi konusunu daha önce doğrudan işlememiş olmaları ve temel mekanik–analiz bilgisine sahip bulunmaları nedeniyle amaçlı örnekleme yöntemiyle seçilmiştir. Bu yaklaşım, araştırmanın amacına en uygun bilgi sağlayabilecek bireylerin bilinçli biçimde belirlenmesini mümkün kılmıştır.

Araştırmaya toplam 55 öğrenci katılmış olup bunların 25'i fizik, 30'u ise fen bilgisi öğretmenliği programlarında öğrenim görmektedir. Katılımcılar çalışma hakkında bilgilendirilmiş ve gönüllü olarak araştırmaya dâhil olmuştur. Bölümlere göre dağılım Tablo 1'de sunulmuştur.

Table 1. Çalışma grubu

Bölüm	Öğrenci Sayısı
Fizik	25
Fen Bilgisi	30
GENEL TOPLAM	55

2.3. Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada, Brakistokron eğrisi öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlayışları ve epistemolojik tutumları üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla hem nicel hem de nitel veri toplama araçları kullanılmıştır. Nicel veri toplama süreci, araştırmacı tarafından geliştirilen Kavramsal Anlama Testi ile yürütülmüştür. Test, herhangi bir mevcut ölçme aracından uyarlanmamış olup Brakistokron eğrisi bağlamına özgü olarak hazırlanmıştır. Test toplam 12 maddeden oluşmakta; 6 çoktan seçmeli ve 6 açık uçlu soru içermektedir (örnek madeler için bkz. Ek 1 ve Ek 2). Son test formunda her madde, ön testteki ilgili maddeyle kavramsal olarak paralel olacak biçimde yapılandırılmış, ancak ifade tarzı ve bağlam bakımından farklılaştırılmıştır.

Test maddeleri literatürde yer alan kavramsal yanılgılar ve öğrenme güçlükleri dikkate alınarak oluşturulmuş, iki fizik eğitimi uzmanı ve bir ölçme–değerlendirme uzmanının görüşleri doğrultusunda içerik, açıklık ve düzey uygunluğu bakımından revize edilmiştir. Maddeler ivme değişimi, ortalama–anlık hız, eğik düzlem boyunca hareket, enerji dönüşümü ve "en kısa sürede varış" ilkesi gibi temel fiziksel kavramları ölçmek üzere yapılandırılmıştır. Ayrıca literatürde sıkça raporlanan "en kısa yol en hızlıdır", "kütle hızlanmayı belirler" ve "eğri yüzeyde hareket yavaşlar" gibi sezgisel yanılgıları belirlemeye yönelik maddeler hem çoktan seçmeli hem de açık uçlu biçimde test içeriğine yerleştirilmiştir.

Testin kapsam geçerliği, uzman görüşlerinin Lawshe (1975) yöntemiyle analiz edilmesiyle doğrulanmış (KGİ = .89); pilot uygulamada KR-20 güvenirlik katsayısı .81 olarak bulunmuştur. Açık uçlu maddelerin puanlayıcı tutarlılığı Cohen's Kappa katsayısı ile .87 düzeyinde gerçekleşmiş; maddelerin güçlük ve ayırt edicilik değerleri kabul edilebilir aralıklarda bulunmuştur. Ön test–son test uygulamaları arasında bir hafta ara verilerek olası hatırlama etkileri en aza indirilmiştir.

Nitel veriler, öğrencilerin öğretim sürecine ilişkin deneyimlerini, kavramsal dönüşümlerini ve bilgiye yönelik yaklaşımlarını derinlemesine anlamak amacıyla toplanmıştır. Bu kapsamda yarı yapılandırılmış görüşmeler ve yansıtıcı yazılı anlatımlar kullanılmıştır. Görüşme formu, epistemolojik inançlar, kavramsal anlayış, deneyimsel öğrenme ve bilgiye yönelik tutumlara ilişkin temaları kapsayacak şekilde hazırlanmış ve iki alan uzmanının katkısıyla içerik olarak zenginleştirilmiştir (örnek maddeler için bkz. Ek 4).

Bu çalışmada kullanılan yansıtıcı yazılı anlatımlar, öğrencilerin Brakistokron öğretimi sürecini kendi ifadeleriyle değerlendirmelerini sağlamak üzere yapılandırılmıştır. Öğrencilere bilişsel çatışma, kavramsal açıklama ve epistemolojik farkındalık oluşturmayı amaçlayan "*Bu etkinlikte seni en çok şaşırtan şey neydi?*", "*Brakistokron deneyinden sonra bilgiye bakışın değişti mi? Açıkla.*" ve "*Eğrinin fiziksel mantığını kendi cümlelerinle yorumla.*" gibi yarı açık uçlu sorular yöneltilmiştir (örnek maddeler için bkz. Ek 3). Bu yansıtıcı sorular, öğrencilerin hem kavramsal dönüşüm süreçlerini hem de bilgiye ve öğrenmeye ilişkin düşünsel yönelimlerini derinlemesine ifade etmelerine olanak sağlamıştır.

2.4. Veri Toplama Süreci

Veri toplama süreci, araştırmanın karma yöntem yapısına uygun olarak önce nicel, ardından nitel verilerin toplanacağı şekilde planlanmış ve üç oturumdan oluşan bir öğretim-etkinlik dizisiyle gerçekleştirilmiştir. Süreç, 2024–2025 bahar döneminde toplam 55 lisans öğrencisiyle yürütülmüş; her oturum yaklaşık 90 dakika sürmüş ve üç hafta içinde tamamlanmıştır.

İlk oturumda öğrencilere, öğretim sürecinin etkisini nesnel biçimde belirleyebilmek amacıyla ön test uygulanmıştır. Bu test, öğrencilerin Brakistokron eğrisi ve ilgili fiziksel süreçlere dair mevcut kavramsal anlayış düzeylerini, sezgisel yanılgılarını ve başlangıç bilgi yapılarını ortaya koymak üzere hazırlanmıştır. Ön testin ardından Brakistokron problemi tarihsel ve kuramsal bağlamıyla tanıtılmış; Bernoulli ve Newton'un katkıları üzerinden "en kısa sürede varış yolu" sorunsalı tartışılmıştır. Bu aşamada öğrencilerin başlangıçtaki sezgisel düşünceleri alınmış ve ilk kavramsal tepkiler gözlemlenmiştir.

İkinci oturumda, basit materyallerle oluşturulan deney düzeneği kullanılarak uygulamalı gözlem yapılmıştır. Düz, dairesel ve Brakistokron benzeri (sikloit formuna yakın) üç farklı yüzeyde bilyelerin hareket süreleri ölçülmüş; öğrenciler bu ölçümleri bireysel olarak kaydetmiş ve küçük grup tartışmalarıyla paylaşıp değerlendirmiştir. Kullanılan deney düzeneğinin yapısı Ek 5'te sunulmuştur. Bu süreç, sezgisel çelişki yaratmayı ve deneysel veriler yoluyla kavramsal yeniden yapılandırmayı desteklemeyi amaçlamıştır.

Üçüncü oturumda öğrencilerden süreç boyunca edindikleri öğrenmeleri yansıttıkları kısa yazılı anlatımlar alınmış ve ardından yarı yapılandırılmış bireysel görüşmeler yapılmıştır. Aynı oturum sonunda son test uygulanmış, böylece hem öğretim sürecinin kavramsal hem de epistemolojik etkileri değerlendirilmiştir. Son testin ön testten bir hafta sonra uygulanması, olası hatırlama etkilerini azaltmak amacıyla planlanmıştır.

Tüm veri toplama adımlarında gönüllülük esas alınmış; anonimlik, gizlilik ve etik kurul onayı süreçlerine titizlikle uyulmuştur. Öğrencilerden her aşamada yazılı onam alınmış ve veriler yalnızca araştırma amaçları doğrultusunda kullanılmıştır.

2.5. Veri Analiz Teknikleri

Araştırmada elde edilen veriler, açıklayıcı sıralı karma yöntemin gereği olarak iki aşamada analiz edilmiştir. İlk aşamada nicel veriler değerlendirilmiş, ikinci aşamada bu bulguların altında yatan bilişsel süreçleri açıklamak amacıyla nitel analiz gerçekleştirilmiştir.

2.5.1. Nicel Veri Analizi

Öğrencilerin kavramsal anlayış düzeylerindeki değişimi belirlemek amacıyla ön test ve son test puanları bağımlı örneklem t-testi ile karşılaştırılmış ve anlamlılık düzeyi .05 olarak kabul edilmiştir. Gelişimin büyüklüğünü belirlemek için Cohen's d etki büyüklüğü hesaplanmıştır. Analiz öncesinde normallik varsayımı Shapiro–Wilk testi ve Q–Q grafikleri ile incelenmiş; her iki test puanının da normal dağılıma uygun olması parametrik test kullanımını desteklemiştir.

2.5.2. Nitel Veri Analizi

Nitel veriler, üçüncü oturum sonunda toplanan yarı yapılandırılmış görüşmeler ve yansıtıcı yazılı anlatımlardan elde edilmiştir. Veriler, Braun ve Clarke'ın (2006) altı aşamalı tematik analiz yaklaşımıyla çözümlenmiştir. Kodlama süreci, hem literatüre dayalı a priori kodları (epistemolojik inançlar: Hofer & Pintrich, 1997; kavramsal değişim: Posner et al., 1982; deneyimsel öğrenme: Kolb, 1984) hem de verilerden türeyen tümevarımcı kodları içerecek şekilde yürütülmüştür.

Kodlama iki bağımsız araştırmacı tarafından yapılmış; görüş ayrılıkları karşılıklı değerlendirmeyle giderilmiş ve kodlayıcılar arası uyum Cohen's kappa katsayısı ile hesaplanmıştır ($\kappa = .84$). Kodlar benzerliklerine göre kategorilere, kategoriler ise kuramsal bütünlük sağlayacak temalara dönüştürülmüştür. Tema oluşturma sürecinde hem frekans yoğunluğu hem de temaların öğrencilerin öğrenme deneyimini açıklayıcı gücü dikkate alınmıştır.

Görüşmeler ve yazılı anlatımlar arasında triangülasyon yapılarak temalar doğrulanmış; tematik doygunluğa ulaşıldığında kodlama süreci sonlandırılmıştır. Son olarak, nitel temalar nicel bulgularla ilişkilendirilmiş ve öğrencilerin kavramsal değişimleri ile epistemolojik farkındalıkları bütüncül bir çerçevede yorumlanmıştır.

2.6. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırmanın bulguları belirli sınırlılıklar çerçevesinde yorumlanmalıdır. İlk olarak, çalışma grubu tek bir üniversitenin fizik ve fen bilgisi öğretmenliği programlarında öğrenim gören dördüncü sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır. Bu durum, sonuçların farklı üniversite, düzey ve disiplinlere genellenebilirliğini sınırlandırmaktadır.

İkinci olarak, öğretim süreci üç oturumluk kısa bir uygulama dizisiyle sınırlıdır. Bu nedenle kavramsal gelişimin ve epistemolojik tutum değişiminin uzun vadeli etkileri bu araştırma kapsamında izlenememiştir. Daha uzun süreli ve izleme temelli çalışmalar, öğrenmenin kalıcılığına ilişkin daha kapsamlı bilgiler sağlayabilir.

Üçüncü olarak, kavramsal anlama testi araştırmacı tarafından geliştirilmiş ve sınırlı uzman görüşüyle geçerliliği sağlanmıştır. Benzer şekilde, nitel veriler öğrencilerin öznel ifadelerine dayandığı için yanıtların derinliği bireysel anlatım becerileriyle sınırlı olabilir.

Son olarak, deneysel uygulamalar sınıf ortamında basit materyallerle gerçekleştirilmiştir. Bu durum, fiziksel ölçümlerde tam deneysel duyarlılık sağlamamakla birlikte, öğrencilerin sezgisel farkındalık kazanması açısından pedagojik bir avantaj sunmaktadır.

2.7. Etik Onay

Bu çalışma için gerekli etik izin, ilgili kurumun Etik Kurulu tarafından incelenmiş ve araştırma önerisi 27.06.2025 tarihli, 372 sayılı karar doğrultusunda oy birliğiyle etik açıdan uygun bulunarak onaylanmıştır.

3. BULGULAR

Bu bölümde, araştırmanın üç temel sorusuna ilişkin bulgular açıklayıcı sıralı desen doğrultusunda sunulmuştur. İlk olarak *öğrencilerin kavramsal bilgi düzeylerindeki değişimi ortaya koymak amacıyla* ön test–son test karşılaştırmaları yapılmış ve ilgili nicel bulgular Tablo 1, Tablo 2, Şekil 1 ve başlangıç düzeyine göre gruplandırılmış sonuçları içeren Tablo 4 ile detaylandırılmıştır. İkinci araştırma sorusu olan *epistemolojik tutum değişimi ise* yarı yapılandırılmış görüşmeler ve yansıtıcı yazılardan elde edilen nitel verilerin tematik analiziyle değerlendirilmiş; bu yapılar Tablo 5'te sunulmuş ve öğrenci bazındaki dağılım Şekil 2 ile

görselleştirilmiştir. Üçüncü araştırma sorusu doğrultusunda, *öğrencilerin Brakistokron eğrisi deneyimini nasıl anlamlandırdıkları* yine görüşmeler ve yansıtıcı metinler üzerinden analiz edilmiş; bu deneyimsel ve kavramsal çözümlemeler Tablo 5 ve Şekil 2 ile bütüncül biçimde ortaya konmuştur.

Table 2. Öğrencilerin ön test ve son test istatistikleri

Test Türü	Ortalama	Standart Sapma	Varyans	Minimum	Maksimum	95% Güven Aralığı (Alt)	95% Güven Aralığı (Üst)	Katılımcı Sayısı
Ön Test	46,41	8,72	75,96	29,58	65,8	44,05	48,77	55,0
Son Test	72,5	9,98	99,58	43,0	93,91	69,8	75,19	55,0

Tablo 2, öğrencilerin Brakistokron eğrisi konusundaki kavramsal bilgi düzeylerinin öğretim sonrasında belirgin biçimde arttığını göstermektedir. Ön test ortalama puanı M = 46,41 (SD = 8,72) olup %95 güven aralığı [44,05, 48,77] olarak hesaplanmıştır. Bu değerler, öğrencilerin uygulama öncesinde konuya ilişkin sınırlı ve görece homojen bir kavramsal bilgi düzeyine sahip olduklarını göstermektedir.

Öğretim sonrası son test ortalaması M = 72,50 (SD = 9,98) olup güven aralığı [69,80, 75,20] olarak bulunmuştur. Ortalama puandaki bu artış, öğretimin kavramsal öğrenme üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Standart sapmanın yükselmesi ise öğrenciler arasındaki gelişimin farklılaştığını ve kavramsal değişimin bireysel düzeyde çeşitlilik gösterdiğini işaret etmektedir.

Bağımlı örneklem t-testi sonuçları, ön test ve son test puanları arasındaki farkın anlamlı olduğunu ortaya koymuştur, t (54) = 16,18, p t (001. Etki büyüklüğü d = 2,18 olup Cohen'in (1988) sınıflandırmasına göre "çok büyük" etki düzeyine karşılık gelmektedir. Bu bulgular, gözlenen farkın rastlantısal olmadığını ve öğretim sürecinin doğrudan bir yansıması olduğunu nicel olarak teyit etmektedir.

Genel olarak Brakistokron eğrisi öğretimi, öğrencilerin kavramsal bilgilerini anlamlı ölçüde geliştirmiş; özellikle sezgisel yanılgıların sorgulanmasına imkân tanıyarak güçlü bir kavramsal değişim süreci yaratmıştır. Öğrencilerin bireysel gelişimlerini daha ayrıntılı görmek için ön test–son test farklarına dayalı gelişim skorları hesaplanmış olup, bu nicel sonuçların ayrıntılı özeti Tablo 3'te sunulmaktadır.

Tablo 3. Fark puanları istatistikleri

Ortalama Fark Puanı	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Medyan	Katılımcı Sayısı
26,09	11,96	0,85	51,4	26,12	55,0

Tablo 3, öğrencilerin Brakistokron eğrisi öğretimi öncesi ve sonrası puan farklarına dayalı bireysel gelişim düzeylerini göstermektedir. Bulgular, öğretimin öğrencilerin kavramsal öğrenmeleri üzerinde güçlü ve yaygın bir etki yarattığını ortaya koymaktadır.

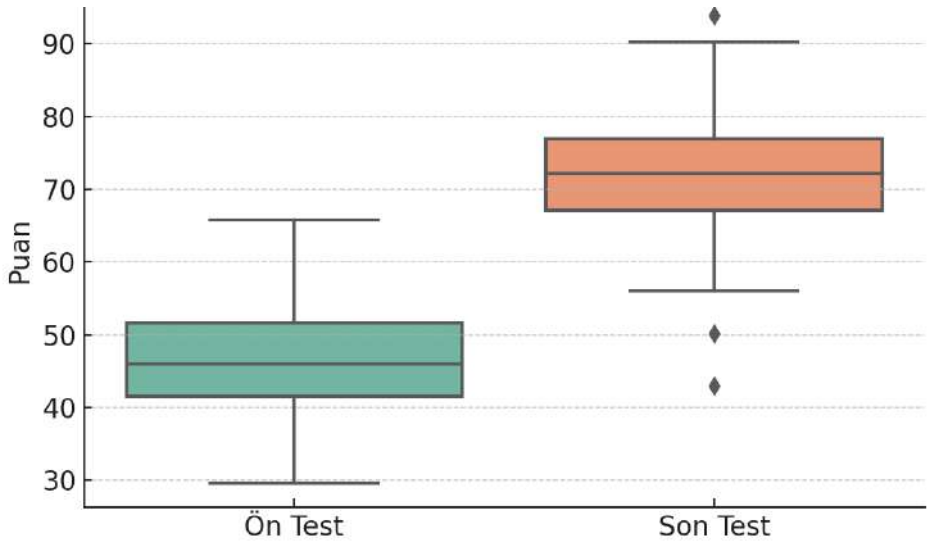
Öğrencilerin fark puanı ortalaması M = 26,09 olup, bu değer öğretim sonrasında öğrencilerin ortalama 26 puanlık bir gelişim gösterdiğini göstermektedir. Medyan farkın Md = 26,12 olması, gelişimin örneklem geneline dengeli biçimde yayıldığını işaret etmektedir. Fark puanlarının standart sapması SD = 11,96'dır; bu durum gelişimin tüm öğrencilerde gerçekleştiğini ancak düzeyinin bireysel olarak değiştiğini göstermektedir. Minimum farkın 0,85 ve maksimum farkın 51,40 olması ise tüm öğrencilerin az ya da çok bir ilerleme kaydettiğini göstermektedir.

Bu sonuçlar, Brakistokron eğrisi gibi sezgilere ters düşen bir problemin deneyim, gözlem ve tartışma yoluyla öğretiminin yalnızca grup düzeyinde değil bireysel düzeyde de anlamlı öğrenme çıktıları ürettiğini göstermektedir. Özellikle tüm öğrencilerin pozitif fark puanına sahip olması, sürecin ön bilgi düzeyinden bağımsız olarak etkili olduğunu desteklemektedir.
Gelişimin başlangıçtaki kavramsal yeterliliklere göre nasıl farklılaştığını değerlendirmek amacıyla öğrenciler, ön test puanlarının z-puanları kullanılarak "düşük" ($z \leq -0.50$), "orta" ($-0.50 < z < +1.00$) ve "yüksek" ($z \geq +1.00$) performans gruplarına ayrılmıştır. Her grubun öğretim sonrasındaki gelişim düzeyleri ayrı ayrı analiz edilmiş olup ilgili sonuçlar Tablo 4'te sunulmaktadır.

Tablo 4. Başlangıç düzeyine göre kavramsal gelişim

Başlangıç Grubu	Ön Test_mean	Ön Test_std	Son Test_mean	Son Test_std	Fark Puanı_mean	Fark Puanı_std
Düşük	37,17	4,5	69,57	11,49	32,4	12,36
Orta	46,59	2,3	73,5	9,06	26,91	9,36
Yüksek	55,98	4,71	74,58	8,9	18,6	10,01

Tablo 4, öğrencilerin ön test puanlarına göre düşük, orta ve yüksek olmak üzere üç performans düzeyine ayrılmasıyla elde edilen kavramsal gelişim sonuçlarını karşılaştırmalı olarak göstermektedir. Her grubun ön test, son test ve fark puanlarına ilişkin ortalama (M) ve standart sapma (SD) değerleri ayrıntılı biçimde raporlanmıştır.
Düşük başlangıç düzeyine sahip öğrenciler öğretim sürecinden en yüksek düzeyde yarar sağlamıştır. Bu grubun ön test ortalaması M = 37,17 (SD = 4,50) iken son test ortalaması M = 69,57 (SD = 11,49) olup fark puanı M = 32,40 (SD = 12,36) olarak gerçekleşmiştir. Bu bulgular, yapılandırmacı ve deney temelli uygulamanın temel düzeydeki öğrencilerde güçlü bir kavramsal sıçrama yarattığını göstermektedir.
Orta düzeydeki öğrenciler de anlamlı kazanımlar elde etmiştir. Ön test ortalaması M = 46,59 (SD = 2,30), son test ortalaması M = 73,50 (SD = 9,06) ve fark puanı M = 26,91 (SD = 9,36) olan bu grup, öğretimin yalnızca eksik bilgileri tamamlamakla kalmayıp kavramsal derinleşmeyi de desteklediğini ortaya koymaktadır.
Yüksek düzeydeki öğrencilerin fark puanı M = 18,60 (SD = 10,01) olup diğer gruplara göre daha sınırlıdır; ancak son test ortalamasının yüksek değerleri (M = 74,58, SD = 8,90), bu öğrencilerin ön bilgilerinin güçlü olduğunu ve gelişimin daha çok "ince ayar" niteliğinde gerçekleştiğini düşündürmektedir.
Genel olarak, Brakistokron eğrisi öğretiminin düşük ve orta düzeydeki öğrenciler için belirgin bir kavramsal gelişim sağladığı; yüksek düzeydekiler için ise bilgiyi pekiştirici bir işlev gördüğü söylenebilir. Böylece öğretim süreci tüm öğrenciler üzerinde anlamlı ancak düzeylere göre farklılaşan öğrenme etkileri üretmiştir.
Başlangıç düzeylerine göre bu farklılıklar Tablo 4'te ayrıntılı biçimde sunulmakla birlikte, öğretimin genel etkisini daha bütüncül biçimde göstermek amacıyla tüm katılımcıların ön test ve son test puan dağılımları Şekil 1'de boxplot grafiği ile görselleştirilmiştir.



Şekil 1. Ön test ve son test puanlarının dağılımı (Boxplot)

Şekil 1'de öğrencilerin öğretim süreci öncesi (ön test) ve sonrası (son test) puan dağılımları boxplot grafiğiyle gösterilmiştir. Bu grafik, öğretimin etkisini yalnızca ortalama değişimi üzerinden değil, dağılımın tamamı üzerinden değerlendirmeye imkân tanımaktadır.

Ön test dağılımı yaklaşık 45–50 bandında yoğunlaşmakta, medyanın 47 civarında yer alması öğrencilerin başlangıçta görece homojen ve sınırlı bir kavramsal düzeye sahip olduklarını göstermektedir. Alt uçta 30 puan civarındaki değerler ise bazı öğrencilerin konuya ilişkin belirgin eksiklikler taşıdığını işaret etmektedir.

Son test dağılımında kutunun belirgin biçimde yukarı kayması, medyanın yaklaşık 70–72 aralığına yükselmesi ve çeyrekler arası aralığın genişlemesi, öğretimin tüm örneklem üzerinde güçlü bir etki yarattığını göstermektedir. Bu yapı, öğrencilerin genel olarak anlamlı ilerlemeler kaydettiğini; ancak gelişim düzeylerinin bireysel olarak farklılaştığını da ortaya koymaktadır. Alt uçta 55 civarındaki değerler sınırlı ilerleme yaşayan öğrencileri, üst uçta 90'a yakın puanlar ise ileri düzey kavramsal dönüşüm gösteren öğrencileri temsil etmektedir.

Genel olarak boxplot analizi, başarı dağılımının bütünsel olarak yukarı taşındığını ve öğretim sürecinin özellikle düşük ve orta düzeydeki öğrencilerde belirgin bir kavramsal gelişim sağladığını ortaya koymaktadır.

Bu nicel değişimin arka planındaki bilişsel yapılandırma süreçlerini ve öğrencilerin deneyimi epistemolojik düzlemde nasıl anlamlandırdıklarını ise ancak nitel bulgular bütüncül biçimde açıklayabilmektedir. Bu nedenle aşağıda öğretim sürecine ilişkin nitel analiz sonuçlarına yer verilmektedir.

Tablo 5. Nitel veri tematik yapısı

Tema	Alt Tema	Kod	Frekans	Katılımcı İfadesi
Sezgisel Çelişkiyle Yüzleşme	Yanıltıcı Sezgiler	Düz yol daha kısa olmalıydı	14	Ben hep düz yolun daha kısa süreceğini sanıyordum. Gerçekten şaşırtıcıydı. **(K11)**
	Kavramsal Şaşkınlık	Neden bu eğri daha hızlı anlayamadım	11	Eğrinin neden daha hızlı olduğunu ilk başta

				anlayamadım, bu beni çok zorladı. **(K2)**
Epistemolojik Uyanış	Bilginin Doğası Üzerine Düşünme	Bildiğim şeyler çürüdü	10	Bu etkinlikten sonra bazı şeyleri aslında hiç bilmediğimi fark ettim. **(K1)**
	Öğrenmenin Sorgulanması	Fiziği öğrenmek ezber değilmiş	9	Fizik ezberlenmezmiş, deney yapınca anladım ne demek istendiğini. **(K5)**
Deneyimle Öğrenme	Deneysel Karşılaşma	Deney düzeneğinde görünce inanamadım	13	Deney düzeneğinde top eğriden geçerken hızlandıkça gözlerime inanamadım. **(K4)**
	Görselleştirme ile Anlama	Grafik çok şey anlattı	12	O grafikte her şey birden netleşti. Gözümle görünce inandım. **(K12)**
Matematiğe Anlam Yükleme	Soyutun Somutlanması	Matematik ilk kez bir işe yaradı	8	Matematikte gördüğümüz denklemler ilk kez gerçek bir olaya bağlandı benim için. **(K7)**

Tablo 5, yarı yapılandırılmış görüşmeler ve yansıtıcı yazılı anlatımların bütüncül analizinden elde edilen temaları göstermektedir. En yüksek frekansa sahip tema "Sezgisel Çelişkiyle Yüzleşme" olup, "Yanıltıcı Sezgiler" ve "Kavramsal Şaşkınlık" alt temaları toplam 25 kez kodlanmıştır. Bu bulgu, öğrencilerin büyük bölümünün eğrinin düz yoldan daha hızlı olmasını sezgisel olarak çelişkili bulduğunu göstermektedir. Bir öğrencinin *"Ben hep düz yolun daha kısa süreceğini sanıyordum. Gerçekten şaşırtıcıydı (K11)"* ifadesi, bilişsel çatışmanın kavramsal değişim üzerindeki etkisini açık biçimde yansıtmaktadır.

İkinci en yoğun tema "Deneyimle Öğrenme" olup, "Deneysel Karşılaşma" (f = 13) ve "Görselleştirme ile Anlama" (f = 12) alt temalarından oluşmaktadır. Öğrenciler deney düzeneği ve grafiksel temsiller aracılığıyla soyut kavramları somutlaştırabildiklerini ifade etmiştir. Örneğin bir katılımcı *"Top eğriden geçerken hızlandıkça gözlerime inanamadım (K2)"* derken, bir diğeri *"O grafikte her şey birden netleşti (K12)"* ifadesiyle deneyimsel öğrenmenin kavramsal çözümleme üzerindeki etkisini ortaya koymuştur.

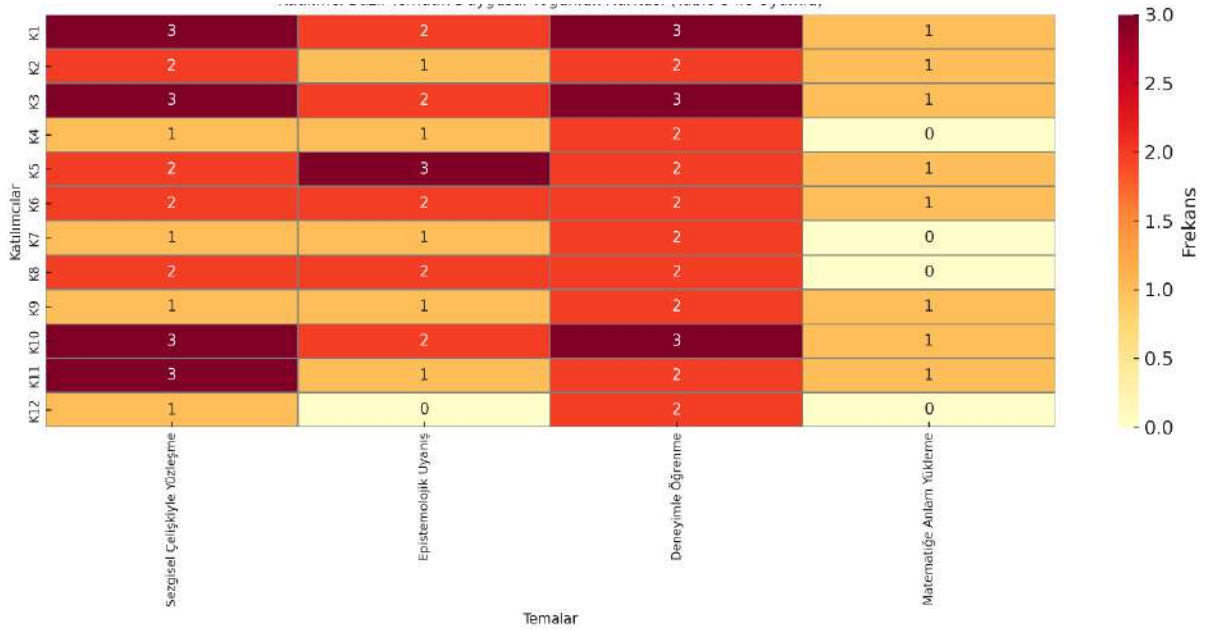
Üçüncü tema olan "Epistemolojik Uyanış", öğrencilerin bilginin doğasına ve öğrenme süreçlerine yönelik farkındalık kazandıklarını göstermektedir. *"Bu etkinlikten sonra bazı şeyleri aslında hiç bilmediğimi fark ettim (K7)"* ve *"Fizik ezberlenmezmiş, deney yapınca*

anladım (K9)" ifadeleri, öğrencilerin epistemolojik düzeyde yeniden konumlanma yaşadığını göstermektedir.

Son olarak, "Matematiğe Anlam Yükleme" teması (f = 8), öğrencilerin matematiği soyut bir işlem alanı olmaktan çıkarıp fiziksel olayların anlamlandırılmasını sağlayan bir araç olarak gördüklerini göstermektedir. Bu temaya ilişkin tipik bir ifade *"Matematikte gördüğümüz denklemler ilk kez gerçek bir olaya bağlandı (K12)"* biçimindedir.

Genel olarak nitel bulgular, nicel sonuçlarla uyumlu biçimde, öğrencilerin kavramsal anlayışlarında, öğrenmeye yönelik tutumlarında ve bilgiye bakışlarında anlamlı bir dönüşüm yaşadıklarını göstermektedir. Frekanslar değişimin genişliğini, öğrenci ifadeleri ise bu dönüşümün niteliğini ortaya koymaktadır.

Bu temaların öğrenciler arasında nasıl dağıldığını daha somut biçimde göstermek amacıyla nitel verilerden elde edilen frekanslar bireysel düzeyde görselleştirilmiş ve Şekil 2'de ısı haritası



biçiminde sunulmuştur.

Şekil 2. Katılımcı bazlı tematik duygusal yoğunluk haritası

Şekil 2, öğretim sürecinin öğrenciler üzerindeki tematik yansımalarını katılımcı düzeyinde görselleştirerek nitel bulguların yoğunluğunu ortaya koymaktadır. Harita, özellikle "Sezgisel Çelişkiyle Yüzleşme" ve "Deneyimle Öğrenme" temalarının birçok öğrenci tarafından yüksek frekansla dile getirildiğini göstermektedir. K1, K3, K5 ve K11 gibi katılımcıların bu temalarda yoğun ifade üretmeleri, öğretim sürecinin sezgisel yanılgıları tetikleyerek kavramsal sorgulamayı güçlendirdiğini göstermektedir.

"Epistemolojik Uyanış" temasının daha dengeli bir dağılım göstermesi, öğrencilerin bilgi ve öğrenmeye yönelik düşünsel yaklaşımlarında önemli ancak bireysel olarak farklılaşan bir farkındalık geliştiğini işaret etmektedir. Buna karşılık "Matematiğe Anlam Yükleme" teması daha düşük frekanslarla temsil edilmiş; K4, K8 ve K12 gibi bazı katılımcıların bu temada hiç ifade sunmaması, matematiksel yapıların somut deneyimlerle ilişkilendirilmesinde daha fazla öğretimsel desteğe ihtiyaç duyulduğunu düşündürmektedir.

Genel olarak Şekil 2, öğretim sürecinin tematik etkilerinin öğrenciler arasında belirgin çeşitlilik gösterdiğini ve bu çeşitliliğin öğrenmenin yapılandırmacı doğasıyla uyumlu olduğunu ortaya koymaktadır.

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada Brakistokron eğrisi öğretimi, öğrencilerin yalnızca nicel olarak gelişmesini değil, öğrenme süreçlerine ilişkin düşünsel yaklaşımlarının da dönüşmesini sağlamıştır. Ön test–son test puanlarının 46,41'den 72,50'ye yükselmesi ($t(54) = 16,18$, $p <,001$, $d = 2,18$) güçlü bir etki ortaya koyarken; boxplot dağılımı bireysel farklılıkların sürdüğünü göstermektedir. Nitel bulgular ise bu başarının ardındaki bilişsel mekanizmaları görünür kılmıştır.

Kavramsal Anlama Testi'nin gerekçeli maddelerden oluşması, elde edilen artışın yalnızca sonucun hatırlanmasından değil, ivme değişimi, enerji dönüşümü ve eğri boyunca hareket dinamiği gibi fiziksel ilişkilerin daha derin kavranmasından kaynaklandığını göstermektedir. Bununla birlikte kısa süreli müdahalelerin sınırlılıkları göz önünde bulundurulduğunda, gelecekte çok boyutlu ölçme araçlarının kullanılması kavramsal değişimin daha incelikli bileşenlerini açığa çıkaracaktır.

Nitel analizde ortaya çıkan "Sezgisel Çelişkiyle Yüzleşme" teması, öğrencilerin yaygın sezgisel model olan "düz yol daha kısa sürer" varsayımıyla çatışan yeni bilgiyle karşılaştıklarında bilişsel uyumsuzluk yaşadıklarını göstermektedir. Bu durum, Piaget'in bilişsel çatışma yaklaşımıyla (Piaget, 1954) ve literatürde anomalilerin kavramsal değişimi tetiklediğine dair bulgularla uyumludur (Posner et al., 1982; Lee & Byun, 2012).

"Deneyimle Öğrenme" teması, Kolb'un (1984) deneyimsel öğrenme döngüsünün sınıf içi bir karşılığını sunmaktadır. Öğrencilerin deney düzeneği ile ilgili şaşkınlık ve kavrayış ifadeleri, somut deneyim → gözlem → kavramsallaştırma sürecinin gerçekleştiğini göstermektedir. Bu bulgu, aktif öğrenmenin başarıyı anlamlı biçimde artırdığını ortaya koyan meta-analizlerle de örtüşmektedir (Freeman et al., 2014).

Epistemolojik dönüşüm ise "Epistemolojik Uyanış" temasıyla ortaya çıkmıştır. Öğrenciler bilgiye yönelik daha sorgulayıcı bir tutum geliştirmiş; bu durum kişisel epistemoloji yazınıyla tutarlıdır (Lising & Elby, 2004; Qian & Alvermann, 2000). Brakistokron probleminin tek bir fiziksel çözüme sahip olması, epistemolojik çoğulculuğu doğrudan desteklemese de öğrencilerin "bilginin sezgiden bağımsız ve deneysel kanıtla doğrulanabilir olduğu" yönünde farkındalık kazandıklarını göstermektedir. Bu, kısa süreli müdahalelerin bile epistemolojik tutumlarda anlamlı ama sınırlı değişimleri tetikleyebildiğini gösteren Martin et al. (2020) ile uyumludur.

"Matematiğe Anlam Yükleme" teması, öğrencilerin matematiksel ifadeleri soyut bir formdan çıkarıp fiziksel süreçlerle ilişkilendirilen işlevsel bir araç olarak düşünmeye başladıklarını göstermektedir. Bu sonuç, matematik-fizik ilişkisi kurulduğunda öğrenmenin derinleştiğini gösteren araştırmalarla paraleldir (Widjaja, 2013).

Genel olarak Brakistokron öğretimi, nicel bulgularla ortaya konan kavramsal gelişimi nitel analizlerle bütünleştirerek hem bilişsel çatışma hem deneyimsel öğrenme hem de epistemolojik farkındalık açısından etkili bir pedagojik örnek sunmuştur. Bu yönüyle yapılandırmacı öğrenme ve STEM pedagojisi çerçevelerinde güçlü bir uygulama olarak değerlendirilebilir (Kolb, 1984; Freeman et al., 2014).

5. SONUÇ

Bu araştırma, Brakistokron eğrisi öğretiminin öğrenciler için yalnızca bir "problemi çözme" etkinliğinden ibaret olmadığını; aynı zamanda öğrenme süreçlerini yeniden düşünmeye sevk eden çok katmanlı bir bilişsel deneyim sunduğunu göstermiştir. Nicel bulgular kavramsal başarıdaki belirgin artışları ortaya koyarken, nitel bulgular bu başarının ardındaki öğrenme dinamiklerini görünür kılmıştır.

Öğrencilerin sezgisel inançlarla yüzleşmesi, bilgiye yönelik daha eleştirel bir tutum geliştirmesi ve matematiği soyut bir yapıdan işlevsel bir araca dönüştürmesi, öğretim sürecinde yaşanan çok boyutlu bilişsel dönüşümlere işaret etmektedir. Bu dönüşümler, Vygotsky'nin (1978) kavramsal içselleştirme anlayışıyla uyumlu biçimde, öğrenmenin yalnızca bilgi edinmek değil, bilişsel yapıları yeniden düzenlemek anlamına geldiğini göstermektedir.

Brakistokron eğrisi öğretimi bu yönüyle fizik eğitiminin ötesine geçerek, bilişsel uyumsuzlukların pedagojik bir fırsata dönüştüğü bir öğrenme ortamı sunmuştur. Soyut kavramlara aşina öğrenci gruplarında dahi bazı kavramsal yanılgıların sürdüğü görülmesi, geleneksel öğretim yaklaşımlarının sınırlılıklarını ortaya koymaktadır (diSessa, 1993). Bulgular, deneyimsel ve yapılandırmacı temelli öğretim modellerinin özellikle sezgilere aykırı fizik konularında oldukça etkili olduğunu desteklemektedir (Sawtelle, Brewe & Kramer, 2012). Araştırmada öğrencilerin bilginin üretim süreçlerini, kanıta dayalı düşünmenin önemini ve sezgisel yanıtların sorgulanabilirliğini fark ettikleri görülmüştür. Bu dönüşüm, geniş anlamıyla epistemolojik çoğulculuğu değil; Hofer ve Pintrich'in (1997) vurguladığı gibi bilginin kaynağı, doğrulanması ve gerekçelendirilmesine yönelik eleştirel bir farkındalık düzeyini temsil etmektedir. Böylece Brakistokron etkinliği, öğrencileri sadece bilgiye değil, bilginin nasıl temellendirildiğine ilişkin düşünmeye yönlendirerek öğretimsel süreci bilişsel bir inşa deneyimine dönüştürmüştür.

Genel olarak çalışma, mühendislik, fizik eğitimi ve öğretmen yetiştirme programlarında deneyimsel öğrenme ile epistemolojik farkındalığı bütünleştiren pedagojik yaklaşımların önemini ortaya koymaktadır. STEM eğitiminde çoğu zaman geri planda kalan "öğrenmenin anlamına ilişkin farkındalık" bileşeni, bu tür etkinliklerle görünür ve öğretilebilir hâle gelmiştir (Talanquer, 2009; Osborne, 2014).

6. ÖNERİLER

Araştırmanın bulguları, öğretmen yetiştirme programlarında epistemolojik farkındalığı güçlendiren yapılandırılmış ders ve atölye çalışmalarının artırılmasını gerekli kılmaktadır. Epistemolojik gelişimin kavramsal öğrenmeyi doğrudan etkilediğini gösteren çalışmalar (Hofer & Pintrich, 1997; Bendixen & Feucht, 2010), öğretmen adaylarının bilgiye yönelik sorgulayıcı yaklaşımlar geliştirmesinin önemini ortaya koymaktadır.

Deneyim temelli öğrenmeyi desteklemek için GeoGebra, Algodoo ve Python gibi etkileşimli dijital araçların derslere sistematik biçimde entegre edilmesi önerilmektedir. Bu tür ortamlar, soyut kavramların görselleştirilmesini kolaylaştırarak bilişsel yükü azaltmakta ve öğrenmeyi desteklemektedir (de Jong et al., 2013; Rutten et al., 2012).

Çalışmada gözlenen sezgisel yanılgılar, kavram öğretiminde bu yanlış inançların birer pedagojik fırsat olarak değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu nedenle öğretmen adaylarının kavram yanılgılarını yalnızca düzeltilecek hatalar değil, öğrenmeyi tetikleyen bilişsel yapılar olarak görmeleri önem taşımaktadır (Duit & Treagust, 2003; Chi, 2005).

STEM öğretiminde teknik içeriklerin yanında öğrencilere kavramlara anlam yükleme fırsatı sunan tarihsel ve deneysel problemlerin kullanılması da önerilmektedir. Brakistokron eğrisi gibi sezgisel zenginliği olan problemler, öğrenmenin bilişsel ve epistemolojik boyutlarını güçlendirebilir (Talanquer, 2009; Osborne, 2014).

Son olarak reflektif öğrenme kültürünün desteklenmesi gerekmektedir. Kısa yansıtıcı yazılar, öğrenme günlükleri ve açık uçlu değerlendirmeler, öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini yapılandırmalarına önemli katkı sağlayabilir (Moon, 1999).

KAYNAKLAR

Alvermann, G. Q. D. E. (2000). Relationship between epistemological beliefs and conceptual change learning. *Reading & Writing Quarterly, 16*(1), 59-74. https://doi.org/10.1080/105735600278060

Bendixen, L. D., & Feucht, F. C. (2010). *Personal epistemology in the classroom: Theory, research, and implications for practice*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511691904

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology, 3*(2), 77–101. https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa

Chi, M. T. H. (2005). Commonsense conceptions of emergent processes: Why some misconceptions are robust. *Journal of the Learning Sciences*, 14(2), 161–199. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1402_1

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). SAGE Publications. https://collegepublishing.sagepub.com/products/designing-and-conducting-mixed-methods-research-3-241842?utm

de Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science*, 340(6130), 305–308. https://doi.org/10.1126/science.1230579

diSessa, A. A. (1993). *Toward an epistemology of physics*. Cognition and Instruction, 10(2-3), 105–225. file:///C:/Users/User/Downloads/1993%20diSessa.pdf

Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671–688. https://doi.org/10.1080/09500690305016

Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111

Grattan-Guinness, I. (1997). *The rainbow of mathematics: A history of the mathematical sciences*. W. W. Norton & Company. https://archive.org/details/rainbowofmathema0000grat?utm

Greene, J. C., Caracelli, V. J., & Graham, W. F. (1989). Toward a conceptual framework for mixed-method evaluation designs. *Educational Evaluation and Policy Analysis, 11*(3), 255–274. https://doi.org/10.3102/01623737011003255

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74. https://doi.org/10.1119/1.18809

Hofer, B. K., & Pintrich, P. R. (1997). The development of epistemological theories: Beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of Educational Research*, 67(1), 88–140. https://doi.org/10.3102/00346543067001088

Kienhues, D., Bromme, R., & Stahl, E. (2008). Changing epistemological beliefs: The unexpected impact of a short-term intervention. *British Journal of Educational Psychology, 78*(4), 545–565. https://doi.org/10.1348/000709907X268589

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall. https://www.fullerton.edu/cice/_resources/pdfs/sl_documents/Experiential%20Learning%20-%20Experience%20As%20The%20Source%20Of%20Learning%20and%20Development.pdf?utm

Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology, 28*(4), 563–575. https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1975.tb01393.x

Lee, G., & Byun, T. (2012). An explanation for the difficulty of leading conceptual change using a counterintuitive demonstration: The relationship between cognitive conflict and responses. *Research in science education, 42*, 943-965. https://link.springer.com/article/10.1007/s11165-011-9234-5

Lising, L., & Elby, A. (2004). The impact of epistemology on learning: A case study from introductory physics. *American Journal of Physics*, 73(4), 372–382. https://doi.org/10.1119/1.1848115

McDermott, L. C., & Redish, E. F. (1999). Resource letter: PER-1: Physics education research. *American Journal of Physics*, 67(9), 755–767. https://doi.org/10.1119/1.19122

Moon, J. A. (1999). *Reflection in learning and professional development: Theory and practice*. RoutledgeFalmer. https://www.scribd.com/document/696638479/Reflection-in-Learning-and-Professional-Development-Jennifer-a-Moon?utm
Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science Teacher Education*, 25, 177–196. https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1
Piaget, J. (1954). *The construction of reality in the child*. Basic Books. https://www.scribd.com/document/141274053/Jean-Piaget-The-Construction-of-Reality-in-the-Child?utm
Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211–227. https://doi.org/10.1002/sce.3730660207
Rutten, N., van Joolingen, W. R., & van der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, 58(1), 136–153. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.017
Sawtelle, V., Brewe, E., & Kramer, L. H. (2012). Exploring the relationship between self-efficacy and retention in introductory physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(9), 1096–1121. https://doi.org/10.1002/tea.21050
Schommer, M. (1994). Synthesizing epistemological belief research: From beliefs to processes. *Educational Psychology Review, 6*(4), 293–319. https://doi.org/10.1007/BF02213418
Talanquer, V. (2009). Exploring dominant types of explanations built by general chemistry students. *International Journal of Science Education*, 32(18), 2393–2412. https://doi.org/10.1080/09500690903369662
Vosniadou, S. (2001). What can persuasion research tell us about conceptual change that we did not already know? *International Journal of Educational Research*, 35(7-8), 731–737. https://doi.org/10.1016/S0883-0355(02)00012-5
Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press. https://home.fau.edu/musgrove/web/vygotsky1978.pdf?utm
Widjaja, W. (2013). The Use of Contextual Problems to Support Mathematical Learning. *Indonesian Mathematical Society Journal on Mathematics Education*, *4*(2), 157-168. https://eric.ed.gov/?id=EJ1078956

EKLER

Ek 1. Brakistokron Eğrisi Kavramsal Anlama Testi – ÖN TEST (Örnek Maddeler)

(Tam test toplam 12 maddeden oluşmaktadır: 6 çoktan seçmeli + 6 açık uçlu. Aşağıda yalnızca temsilî örnek sorular verilmiştir. Tam test maddeleri yazar (lar)dan talep üzerine sağlanabilir.)

A. Çoktan Seçmeli Soru Örnekleri

Madde 1 – En kısa yol sezgisi (yanılgı ölçümü)

Aynı yükseklikten bırakılan iki bilyeden biri düz bir ray boyunca, diğeri ise daha uzun ama eğimli bir yol boyunca ilerlemektedir. Hangisi hedef noktaya daha kısa sürede ulaşır?

A) Düz yol
B) Eğik (kavisli) yol
C) Her ikisi aynı sürede ulaşır
D) Kütleye bağlıdır

Madde 4 – Enerji dönüşümü

Bir bilyenin eğimli bir yolda hız kazanmasının temel nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

A) Sürtünmenin azalması
B) Kinetik enerjinin potansiyel enerjiye dönüşmesi

C) Potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüşmesi
D) Yolun uzun olması

B. Açık Uçlu Soru Örnekleri

Madde 7 – Sezgisel yanılgı sorgulama

Bir öğrenci şöyle düşünüyor: *"Daha kısa yol daha hızlıdır."* Bu görüşün fiziksel açıdan doğru olup olmadığını açıklayınız.
(İpucu: ivme, enerji dönüşümü ve hızlanma kavramlarına değinebilirsiniz.)

Madde 10 – Enerji dönüşümü açıklaması

Bir bilyenin yükseklik kaybettikçe neden hızlandığını enerji dönüşümü açısından açıklayınız.

Ek 2. Brakistokron Eğrisi Kavramsal Anlama Testi – SON TEST (Örnek Maddeler)

(Tam test 12 maddeden oluşmaktadır: 6 çoktan seçmeli + 6 açık uçlu. Aşağıda yalnızca ön test ile kavramsal olarak paralel temsilî maddeler sunulmuştur. Tam test formu yazar (lar)dan talep üzerine sağlanabilir.)

A. Çoktan Seçmeli Soru Örnekleri

Madde 1 – Süre yanılgısı (Ön Test Madde 1 paraleli)

Aynı yükseklikten bırakılan iki oyuncak arabadan biri düz bir platformdan, diğeri ise başlangıçta daha dik eğimli bir kavisli platformdan ilerlemektedir. Hangisi hedefe daha kısa sürede ulaşır?

A) Düz platform

B) Kavisli platform
C) Her ikisi aynı anda ulaşır
D) Düz platform çünkü yol daha kısadır

Madde 4 – Enerji dönüşümü (Ön Test Madde 4 paraleli)

Bir cismin eğimli bir rampada hızlanmasının temel nedeni aşağıdakilerden hangisidir?
A) Rampanın uzunluğu
B) Yerçekimi etkisiyle potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüşmesi
C) Cismin kütlesinin artması
D) Yolun düz olması

B. Açık Uçlu Soru Örnekleri

Madde 7 – Sezgisel yanılgı açıklaması (Ön Test Madde 7 paraleli)

Bir öğrenci, "Yol ne kadar kısa ise varış süresi de o kadar kısadır" demektedir. Bu düşüncenin neden her zaman doğru olmadığını fiziksel gerekçelerle açıklayınız.

Madde 10 – Enerji ilişkisi (Ön Test Madde 10 paraleli)

Bir cismin yükseklik kaybettikçe neden daha fazla hızlandığını, potansiyel–kinetik enerji ilişkisini kullanarak açıklayınız.

Ek 3. Öğrenci Yansıtma Soruları (Örnek Maddeler)

(Tam form 9 maddeden oluşmaktadır. Aşağıda her temayı temsil eden örnek sorular sunulmuştur. Tam form yazar (lar)dan talep üzerine sağlanabilir.)

Bu yansıtıcı form, öğrencilerin kavramsal değişim, bilişsel çatışma, epistemolojik tutumlar, öğrenme deneyimi, motivasyon ve pedagojik farkındalıklarını incelemek amacıyla yapılandırılmıştır. Sorular, Hofer & Pintrich'in (1997) epistemolojik alanları, Posner'ın kavramsal değişim modeli ve Kolb'un deneyimsel öğrenme döngüsü ile uyumludur.

A. Kavramsal Anlama ve Bilişsel Yapılandırma

(Posner et al., 1982 ile uyumlu)

Örnek Madde:

1. Bu oturumda, önceki düşüncenizle çelişen hangi durumla karşılaştınız? Bu çelişkiyi nasıl yorumladınız?

B. Epistemolojik Tutumlar ve Bilginin Doğası
(Hofer & Pintrich, 1997 ile uyumlu)

Örnek Madde:

2. *Bu süreçte elde ettiğiniz bilginin doğruluğuna nasıl karar verdiniz? Hangi kanıtları dikkate aldınız?*

C. Öğrenme Süreci, Motivasyon ve Duygusal Boyut
(Durumsal ilgi – bilişsel farkındalık)

Örnek Madde:

3. *Bu süreçte sizi en çok zorlayan kavramsal noktalar nelerdi? Bu zorlanmayı nasıl yönettiniz?*

D. Öğretim Tasarımına Yönelik Pedagojik Farkındalık
Örnek Madde:

4. *Aynı konuyu siz öğretseydiniz, öğrenmeyi daha etkili kılmak için hangi yöntemi seçerdiniz? Neden?*

Ek 4. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu (Örnek Maddeler)
(Tam form 14 maddeden oluşmaktadır. Aşağıda her temayı temsil eden örnek sorular sunulmuştur. Tam form yazar (lar)dan talep üzerine sağlanabilir.)
Bu yarı yapılandırılmış görüşme formu, öğrencilerin kavramsal değişim, epistemolojik tutumlar, öğrenme deneyimleri, bilişsel çatışma ve pedagojik farkındalıklarını derinlemesine incelemek amacıyla uygulanmıştır. Sorular, Posner'ın kavramsal değişim modeli, Hofer & Pintrich'in epistemolojik inanç çerçevesi ve Kolb'un deneyimsel öğrenme döngüsüyle uyumludur.

A. Kavramsal Anlama (Örnek Soru)
Bu süreçte Brakistokron eğrisiyle ilgili önceki düşüncenizle çelişen hangi durumla karşılaştınız? Bu çelişkiyi nasıl yorumladınız?

B. Epistemolojik Tutumlar (Örnek Soru)
Öğrendiğiniz bilgilerin doğruluğunu hangi yollarla değerlendirdiniz (deneysel gözlem, matematiksel çıkarım, tartışma vb.)? Bu süreç size bilginin doğası hakkında ne düşündürdü?

C. Öğrenme Deneyimi ve Bilişsel Süreçler (Örnek Soru)
Bu süreçte sizin için en zorlayıcı kavramsal nokta neydi? Bu zorluğu hangi stratejilerle yönettiniz?

D. Pedagojik Farkındalık (Örnek Soru)
Bu konuyu siz öğretecek olsaydınız, öğrenmeyi daha etkili hâle getirmek için hangi yöntem veya etkinliği seçerdiniz? Neden?

Ek 5: Brakistokron Eğrisi Deney Düzeneği



Araştırmada kullanılan deney düzeneği, Brakistokron eğrisine benzer eğrisel yüzeylerde bilyenin hareketini gözlemlemeye olanak sağlayan şeffaf raylardan oluşmaktadır. Eğrisel yüzeyler, mavi bağlantı parçalarıyla dikey ve yatay ahşap çerçeveye sabitlenmiş; böylece öğrencilerin bilyenin ivmelenme sürecini farklı noktalarından net şekilde gözlemlemeleri mümkün olmuştur. Düzeneğin alt kısmında bilyenin raydan çıktığı beyaz çıkış bölmesi bulunmaktadır. Bu yapı, öğrencilerin eğri boyunca hız değişimini deneysel olarak incelemelerine ve sezgisel öngörüleri ile gözlemsel verileri karşılaştırmalarına imkân sağlamıştır.

ROMATOLOJIK REHABILITASYONDA MANUEL TERAPI VE LUMBOSAKRAL–AYAK BILEĞI ORTEZLERININ AĞRI, DENGE VE FONKSIYONEL KAPASITE ÜZERINE ETKILERI: RANDOMIZE KONTROLLÜ BIR PILOT ÇALIŞMA

Mehmet Hanifi Kaya
Kırşehir Ahi Evran University,, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Kırşehir, Türkiye
ORCID: 0000-0003-4670-4794

Özet
Amaç: Romatolojik hastalıklarda aksiyel stabilite kaybı ve alt ekstremite biyomekaniğindeki bozulmalar, ağrı artışı ve denge problemleri ile ilişkilidir. Bu randomize kontrollü pilot çalışmanın amacı, manuel terapi ile birlikte lumbosakral ve ayak bileği–ayak ortezi kullanımının romatolojik hastalığı olan bireylerde ağrı, denge ve fonksiyonel kapasite üzerindeki etkilerini incelemektir.
Yöntem: Çalışmaya ankilozan spondilit ve/veya alt ekstremite tutulumu olan romatoid artrit tanılı 38 birey dahil edildi. Katılımcılar randomize olarak iki gruba ayrıldı: manuel terapi + ortez + egzersiz grubu (n=19) ve yalnızca egzersiz uygulanan kontrol grubu (n=19). Manuel terapi uygulamaları; lomber omurga, sakroiliak eklem ve kalça çevresine yönelik mobilizasyonlar ve yumuşak doku teknikleri şeklinde haftada üç gün, sekiz hafta uygulandı. Ortez grubunda aksiyel stabiliteyi desteklemek amacıyla lumbosakral korse, alt ekstremite dizilimini iyileştirmek amacıyla ise ayak bileği–ayak ortezi (AFO) kullanıldı (günde ≥4 saat). Ağrı VAS ile, denge Y-Balance Testi ile, fonksiyonel kapasite ise Timed Up and Go (TUG) testi ile değerlendirildi.
Bulgular: Müdahale sonunda manuel terapi + ortez grubunda VAS skorlarında %29 azalma, Y-Balance toplam skorunda %18 artış ve TUG süresinde %15 iyileşme saptandı ($p<0.05$). Kontrol grubunda ise denge ve fonksiyonel performanstaki gelişmeler daha sınırlı düzeyde kaldı.
Sonuç: Lumbosakral ve ayak bileği–ayak ortezleri ile desteklenen manuel terapi uygulamaları, romatolojik rehabilitasyonda ağrıyı azaltmada, dengeyi geliştirmede ve fonksiyonel mobiliteyi artırmada etkili bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir. Bulgular, aksiyel ve alt ekstremite stabilitesini hedefleyen multimodal rehabilitasyon programlarının önemini desteklemektedir.
Anahtar Kelimeler
Romatolojik Rehabilitasyon; Manuel Terapi; Lumbosakral Ortez; Ayak Bileği–Ayak Ortezleri; Denge

EFFECTS OF MANUAL THERAPY COMBINED WITH LUMBOSACRAL AND ANKLE–FOOT ORTHOSES ON PAIN, BALANCE, AND FUNCTIONAL CAPACITY IN RHEUMATOLOGIC REHABILITATION: A RANDOMIZED CONTROLLED PILOT STUDY

Abstract
Objective: In rheumatologic diseases, impairments in axial stability and altered lower extremity biomechanics are commonly associated with increased pain, balance deficits, and reduced functional capacity. The aim of this randomized controlled pilot study was to investigate the effects of manual therapy combined with lumbosacral and ankle–foot orthoses on pain, balance, and functional performance in individuals with rheumatologic conditions.
Methods: A total of 38 individuals diagnosed with ankylosing spondylitis and/or rheumatoid arthritis with lower extremity involvement were included in the study. Participants were randomly assigned to either a manual therapy + orthosis + exercise group (n = 19) or a control

group receiving exercise therapy alone (n = 19). Manual therapy interventions targeting the lumbar spine, sacroiliac joints, and peri-hip regions were applied using joint mobilization and soft tissue techniques, three times per week for eight weeks. In the intervention group, a lumbosacral orthosis was prescribed to enhance axial stability, and an ankle–foot orthosis (AFO) was used to improve lower limb alignment and gait stability (minimum use: 4 hours/day). Pain intensity was assessed using the Visual Analog Scale (VAS), balance was evaluated with the Y-Balance Test, and functional capacity was measured using the Timed Up and Go (TUG) test.
Results: Following the intervention, the manual therapy + orthosis group demonstrated a significant reduction in pain intensity (29% decrease in VAS scores), significant improvements in balance performance (18% increase in Y-Balance composite score), and enhanced functional mobility (15% improvement in TUG performance) ($p < 0.05$). Improvements in the control group were present but notably smaller.
Conclusion: Manual therapy supported by lumbosacral and ankle–foot orthoses appears to be an effective multimodal rehabilitation approach for reducing pain, improving balance, and enhancing functional mobility in individuals with rheumatologic diseases. These findings support the integration of axial and distal orthotic interventions into comprehensive rheumatologic rehabilitation programs.
Key Words
Rheumatologic Rehabilitation; Manual Therapy; Lumbosacral Orthosis; Ankle–Foot Orthosis; Balance

1. Giriş

Romatolojik hastalıklar, kas-iskelet sistemini etkileyen kronik inflamatuar süreçler sonucu ağrı, postüral adaptasyonlar, hareket kısıtlılığı ve fonksiyonel bağımsızlıkta azalma ile karakterizedir. Özellikle ankilozan spondilit (AS) ve alt ekstremite tutulumu olan romatoid artrit (RA), aksiyel stabilitenin bozulması ve alt ekstremite biyomekaniğinde değişiklikler ile birlikte denge ve mobilite sorunlarına yol açmaktadır (Smolen ve ark., 2020; Walsh ve ark., 2021). Aksiyel stabilite kaybı, lumbosakral bölge ve sakroiliak eklem çevresindeki kas-iskelet yapılarında yetersiz nöromüsküler kontrol ile ilişkilidir. Bu durum, postüral kontrol mekanizmalarının zayıflamasına ve düşme riskinin artmasına neden olabilmektedir (Shumway-Cook ve Woollacott, 2023). Alt ekstremite dizilimindeki bozulmalar ise yürüme paternini olumsuz etkileyerek fonksiyonel mobiliteyi sınırlandırmaktadır. Manuel terapi, eklem mobilizasyonları ve yumuşak doku teknikleri yoluyla ağrının azaltılması, eklem hareket açıklığının artırılması ve nöromüsküler kontrolün iyileştirilmesini hedefleyen bir fizyoterapi yaklaşımıdır. Özellikle düşük dereceli mobilizasyonların (Grade I–II), santral ve periferik ağrı mekanizmalarını modüle ederek analjezik etki oluşturduğu bildirilmektedir (Bialosky ve ark., 2021). Ortez kullanımı ise romatolojik rehabilitasyonda mekanik destek sağlayarak stabiliteyi artırmak, kompansatuvar hareketleri azaltmak ve fonksiyonel aktiviteler sırasında güvenliği artırmak amacıyla uygulanmaktadır. Lumbosakral ortezler aksiyel stabiliteyi desteklerken, ayak bileği–ayak ortezleri (AFO) alt ekstremite dizilimini ve denge kontrolünü iyileştirmektedir (McConnell ve ark., 2021; Duivenvoorden ve ark., 2022). Ancak manuel terapi ile lumbosakral ve ayak bileği–ayak ortezlerinin birlikte uygulandığı ve bu yaklaşımın ağrı, denge ve fonksiyonel kapasite üzerindeki etkilerini inceleyen randomize kontrollü çalışmalar sınırlıdır. Bu nedenle bu çalışmanın amacı, manuel terapi ile desteklenen lumbosakral ve AFO kullanımının romatolojik hastalığı olan bireylerde klinik ve fonksiyonel sonuçlar üzerindeki etkilerini değerlendirmektir.

2. Gereç ve Yöntem

2.1 Çalışma Tasarımı

Bu çalışma, paralel gruplu, randomize kontrollü bir pilot çalışma olarak planlanmıştır. Araştırma Helsinki Bildirgesi'ne uygun şekilde yürütülmüş ve tüm katılımcılardan yazılı bilgilendirilmiş onam alınmıştır.

2.2 Katılımcılar

Çalışmaya ankilozan spondilit ve/veya alt ekstremite tutulumu olan romatoid artrit tanısı almış, 18–65 yaş aralığında toplam 38 birey dahil edilmiştir. Tanılar ilgili uzman hekimler tarafından doğrulanmıştır.

Dahil edilme kriterleri:

- AS veya alt ekstremite tutulumu olan RA tanısı
- Stabil medikal tedavi
- Yardımsız yürüme yeteneği

Dışlanma kriterleri:

- Son 6 ay içinde cerrahi girişim
- Akut inflamatuar atak
- Nörolojik hastalık öyküsü

2.3 Randomizasyon

Katılımcılar bilgisayar tabanlı randomizasyon yöntemi ile iki gruba ayrılmıştır:

- **Manuel Terapi + Ortez + Egzersiz Grubu (n = 19)**
- **Kontrol Grubu (Egzersiz) (n = 19)**

2.4 Müdahale Protokolü

Manuel terapi uygulamaları, deneyimli bir fizyoterapist tarafından uygulanmıştır ve aşağıdaki bölgeleri kapsamıştır:

- Lomber omurga
- Sakroiliak eklem
- Kalça çevresi yumuşak dokular

Uygulamalar, Grade I–II eklem mobilizasyonları ve yumuşak doku gevşetme tekniklerinden oluşmuş, haftada üç gün olmak üzere sekiz hafta sürmüştür.

Ortez uygulamaları:

- Aksiyel stabilite için **lumbosakral korse**
- Alt ekstremite dizilimi ve denge için **ayak bileği–ayak ortezi (AFO)** Ortezlerin günde en az 4 saat kullanılması önerilmiştir.

Kontrol grubuna yalnızca konvansiyonel egzersiz programı uygulanmıştır.

2.5 Değerlendirmeler

- **Ağrı:** Görsel Analog Skala (VAS)
- **Denge:** Y-Balance Testi
- **Fonksiyonel kapasite:** Timed Up and Go (TUG)

Değerlendirmeler müdahale öncesi ve sonrası yapılmıştır.

2.6 İstatistiksel Analiz

Veriler SPSS yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalarda uygun parametrik testler kullanılmış, anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir.

3. Bulgular

Müdahale grubunda kontrol grubuna kıyasla tüm parametrelerde daha belirgin iyileşmeler gözlenmiştir.

Tablo 1. Klinik ve Fonksiyonel Sonuçlar

Parametre	Grup	Başlangıç (Ort±SS)	Müdahale Sonrası (Ort±SS)	p
VAS	Manuel terapi + ortez	5.8 ± 1.1	4.1 ± 1.0	<0.001
	Kontrol	5.7 ± 1.2	5.2 ± 1.1	0.12

Parametre	Grup	Başlangıç (Ort±SS)	Müdahale Sonrası (Ort±SS)	p
Y-Balance	Manuel terapi + ortez	78.4 ± 6.0	92.5 ± 6.2	<0.001
	Kontrol	79.0 ± 6.1	82.1 ± 6.0	0.10
TUG (sn)	Manuel terapi + ortez	9.1 ± 1.0	7.7 ± 0.9	0.002
	Kontrol	9.0 ± 1.1	8.6 ± 1.0	0.09

4. Tartışma

Bu randomize kontrollü pilot çalışmanın bulguları, manuel terapi ile birlikte kullanılan lumbosakral ve ayak bileği–ayak ortezlerinin romatolojik hastalığı olan bireylerde ağrıyı azaltmada, dengeyi geliştirmede ve fonksiyonel mobiliteyi artırmada etkili olduğunu göstermektedir. Elde edilen sonuçlar, aksiyel stabiliteyi ve alt ekstremite dizilimini hedefleyen rehabilitasyon yaklaşımlarının klinik önemini ortaya koymaktadır (Negrini ve ark., 2020).

Manuel terapinin ağrı modülasyonu üzerindeki etkileri, eklem mobilizasyonlarının santral sinir sistemi üzerinden ağrı algısını düzenlediğini bildiren önceki çalışmalarla uyumludur (Bialosky ve ark., 2021). Buna ek olarak, lumbosakral korsenin sağladığı aksiyel destek ve AFO'nun alt ekstremite stabilitesini artırıcı etkisi, postüral kontrol ve denge performansındaki gelişmeleri açıklayabilir (McConnell ve ark., 2021).

Denge performansındaki iyileşmelerin Y-Balance Testi ile objektif olarak gösterilmesi, rehabilitasyon programının fonksiyonel çıktılar üzerindeki etkisini desteklemektedir. TUG süresindeki azalma ise günlük yaşamda mobilite ve güvenli yürüme açısından klinik olarak anlamlıdır.

Çalışmanın pilot tasarımı ve örneklem büyüklüğünün sınırlı olması temel kısıtlılıklardır. Ancak elde edilen bulgular, daha geniş örneklemli ve uzun dönem takipli randomize kontrollü çalışmalar için önemli ön veriler sunmaktadır.

5. Sonuç

Manuel terapi ile desteklenen lumbosakral ve ayak bileği–ayak ortezlerinin kullanımı, romatolojik rehabilitasyonda ağrıyı azaltan, dengeyi geliştiren ve fonksiyonel mobiliteyi artıran etkili bir multimodal yaklaşım olarak değerlendirilebilir. Klinik uygulamalarda aksiyel ve alt ekstremite stabilitesini hedefleyen bütüncül rehabilitasyon programlarının tercih edilmesi önerilmektedir.

Kaynaklar

Smolen JS, et al. Rheumatoid arthritis. *Lancet*. 2020.

Walsh DA, et al. Pain mechanisms in osteoarthritis. *Nat Rev Rheumatol*. 2021.

Bialosky JE, et al. Mechanisms of manual therapy. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2021.

Shumway-Cook A, Woollacott M. *Motor Control: Translating Research into Clinical Practice*. 2023.

McConnell J, et al. Orthoses and postural stability. *Gait & Posture*. 2021.

Duivenvoorden T, et al. Orthotic interventions in rheumatologic rehabilitation. *Osteoarthritis and Cartilage*. 2022.

Negrini S, et al. Rehabilitation in rheumatic diseases. *Clinical Rehabilitation*. 2020.

YÜZEY AKTİF MADDE VARLIĞINDA BOR KATKILI ELMAS ELEKTROT YÜZEYİNDE LUTEOLİNİN ADSORPTİF SIYIRMA VOLTAMETRİ İLE HASSAS TAYİNİ

Dilek ÖZCAN YARDIM
Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology, Van
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0356-2936
Pınar TALAY PINAR
Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Pharmacy, Department of Analytical Chemistry, Van
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1027-1456

ÖZET

Luteolin; antioksidatif, antibakteriyel, antiviral, antiinflamatuvar ve antikanserojen özellikleri ile birçok biyokimyasal ve farmakolojik etkiye sahiptir. Cetiltrimetilamonyum bromürün (CTAB) varlığında bor katkılı elmas elektrot yüzeyinde luteolinin elektrokimyasal özellikleri incelenmiş ve idrar örneklerinde tayini gerçekleştirilmiştir.

Luteolin yükseltgenme sinyaline pH etkisi farklı destek elektrolit ortamlarında incelenmiştir. Luteolinin yükseltgenmesi geri dönüşümsüzdür ve adsorptif–sıyırma kontrollü bir mekanizma sergilemiştir. 0.1 M $HClO_4$ çözeltisinde kare dalga adsorptif sıyırma voltametrisi kullanılarak Luteolinin birinci (Ia) ve ikinci (IIa) yükseltgenme sinyalleri için 0.17 – 5.25 µM aralığında doğrusal bir yanıt elde edilmiştir. Gözlenebilme sınırı (LOD) Ia için 0.054 µM ve IIa için 0.100 µM bulunmuştur. Gerçek örneklerde luteolin analizi için Ia sinyalinden yararlanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Luteolin, yüzey aktif madde, bor katkılı elmas elektrot, kare dalga adsorptif sıyırma voltametrisi

SENSITIVE ADSORPTIVE STRIPPING VOLTAMMETRIC DETERMINATION OF LUTEOLIN AT BORON DOPED DIAMOND ELECTRODE IN PRESENCE OF SURFACTANT

ABSTRACT

Luteolin has many biochemical and pharmacological effects, including antioxidative, antibacterial, antiviral, anti-inflammatory and anti-carcinogenic effects. A sensitive electroanalytical method for determination of luteolin in urine samples have been investigated on the basis of the enhanced electrochemical response at boron-doped diamond electrode in the presence of cetyltrimethylammoniumbromide (CTAB).

The oxidation process was investigated in different supporting electrolyte media. The oxidation process was irreversible and exhibited adsorptive-stripping controlled. The linear response was obtained in the range of 0.17 – 5.25 µM for the first (Ia) and second (IIa) oxidation peaks in 0.1 M $HClO_4$ using square-wave adsorptive stripping voltammetry. The calculated LOD values were found to be 0.054 µM, for Ia, and 0.100 µM, for IIa. Ia signal was used for luteolin analysis in real samples.

Keywords: Luteolin, surfactant, boron-doped diamond electrode, square-wave adsorptive stripping voltammetry

1. INTRODUCTION

The surfactants consist of a polar head and an apolar tail region. Surfactants have a very important role in the modification of the electrode surface as well as the dissolution of organic compounds (Vittal et al. 2006; Talay et al. 2017; Khashaba et al. 2017). Surfactants are important for both sensitivity and selectivity by using pharmaceutical, clinical and environmentally important organic compounds in electroanalysis (Dönmez et al. 2018) On the other hand, the electro-analysis methods are strongly based on the working electrode materials. Recently, the development of new electrode materials and the rapid increase in the number has become a major focus of interest. Carbon materials such as pyrolytic graphite, glassy carbon, and boron-doped diamond (BDD) have been widely used for electrochemical applications (Sochr et al. 2014; Yardım et al. 2011). Boron doped diamond electrodes are a new alternative to carbon electrodes, providing a highly stable, low current and a wide range of potentials. These electrodes are resistant to deterioration. BDD electrodes provide the required electrical conductivity. BDD electrodes have a wide range of oxidizing species and produce hydroxyl radicals (Švorc et al. 2012; Pecková et al. 2009). Nowadays, various analytical methods have been reported for the determination of luteolin in flavonoids thin- layer chromatography (Lan et al. 2018), high-performance liquid chromatography (He et al. 2014), capillary electrophoresis (Sheng et al. 2014; Maher et al. 2015), and voltammetry (Zhao et al. 2011; Ibrahim et al. 2015; Fu et al. 2018). Although chromatographic methods have high selectivity, time-consuming extraction processes, expensive organic solvents, mobile phases and devices are the major disadvantages of these methods. Electrochemical assays have been extensively used for biological and pharmaceutical analysis and have been proven to be fast, precise and to produce low-cost results with minimum interference from the drug excipients. Antioxidant proven flavonoids have fifteen carbon atoms arranged in a C6-C3-C6 configuration are low molecular weight compounds. Chemically, flavonoids consist of two phenyl rings (A and B) and heterocyclic ring (C) (Kocábová et al. 2016; Abdullah et al. 2018). Luteolin (3',4',5',7'-tetrahydroxyflavone) (structure is shown in Fig. 1) is a type of flavonoid that is abundant in many plants such as celery, green pepper, parsley and perilla leaf (Franzoi et al. 2009; Li et al. 2005). Luteolin has biochemical and pharmacological properties that show anti-carcinogenic effects, especially anti-bacterial, anti-viral and anti-inflammatory effects (Gao et al. 2017; Materska et al. 2015).

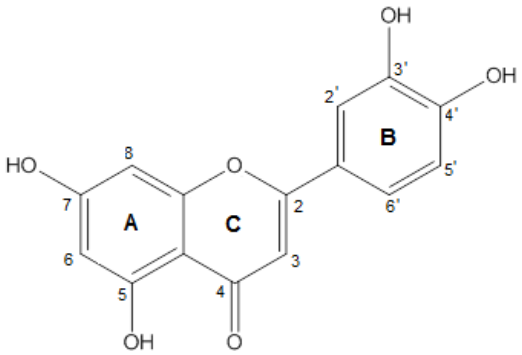


Fig. 1. Molecular structure of luteolin

Flavonoids containing luteolin are electroactive compounds and are easily involved in oxidation or reduction electron transfer reactions, so they can be examined by electrochemical methods.The oxidation reaction of flavonoids is strongly related to their structure, which contains several free phenolic hydroxyl groups. It has been shown that the antioxidant activity of flavonoids resides in their aromatic OH groups. There are a few literatures on the electrochemical behavior of luteolin. Herein, for the first time, a novel concept is proposed based on electrochemical oxidation of luteolin by cyclic voltammetry (CV) and square-wave

adsorptive stripping voltammetric method (SW-AdSV) at surfactant based - boron doped diamond electrode, and finally a SW-AdSV method was developed for the measurement of luteolin in the cationic surfactant media.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Chemicals

Luteolin standard was purchased from Alfa Aesar. Luteolin stock solution (1000 μg mL-1) were prepared in dimethylsulfoxy. Other reagents used were of analytical grade (Merck or Sigma), and their solutions were prepared with deionised water (uric acid was prepared 0.1 M NaOH) further purified via a Milli-Q system (Millipore). Britton–Robinson (BR) buffer solution (pH 2-10) was prepared in the usual way by mixing of 0.1 M of all necessary components (boric acid, orthophosphoric acid and acetic acid), with pH adjusted with sodium hydroxide (3.0 M).

2.2. Anlitical method

Voltammetric studies were performed with the electrochemical analyzer Autolab type III (GPES 4.9 software package (EcoChemie, The Netherlands). Voltamograms were performed with baseline correction, Savitzky and Golay in the software program of the instrument. A classical three-electrode-system in a 10-mL one-compartment voltammetric cell was employed consisting a boron-doped diamond electrode (Windsor Scientific Ltd.; Ø: 3mm, diameter), a platinum wire auxiliary electrode, and an Ag/AgCl (3 M NaCl) reference electrode (Model RE-1, BAS, USA) to which all electrode potentials hereinafter are referred. Prior to starting experiments, BDD electrode was cathodically pretreated in a 0.5 M H2SO4 during 180 s by applying -1.8 V in an independent electrochemical cell at the beginning of each working day. Between individual measurements, an activation program was applied for 60 s under the same conditions. Anodic pretreatment procedure consisted of the polarization at +1.8 V (for 180 s) was also employed for comparative purposes. pH measurements were done with WTW, inolab pH 720.

2.3. Preparation of sample

The urine sample was collected before the experiment (female, age 30). A 5 mL urine sample was mixed with an equal volume of acetonitrile in the sample tube. Close the tube tightly and mix with vortex for 1 min. Then centrifuged for 5 min at 5000 rpm to remove unknown endogenous chemicals. The 50-μL sample from the topsheet was mixed with 0.1 M $HClO_4$ containing CTAB in the voltammetric cell. Small volumes of luteoline standard solution were then added and analyzed immediately.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Thus, in order to characterize the voltammetric behavior of luteolin on BDD electrode, the experiments by means of CV and SWV were performed in solutions at different pHs with and strong acids (0.2 M sulphuric acid, 0.1 M nitric acid and 0.1 M perchloric acid) and with or without surfactant. The experiments showed that the best results were obtained in strong acidic media. The well-defined voltammetric profile of luteolin with the highest magnitude and the lowest background current were noticed in the presence of perchloric acid. Hence, perchloric acid was chosen as an optimal medium for further studies in this work.

3.1. Electrochemical behaviors of luteolin

Firstly, measurements of cyclic voltammetry were carried out to examine the electrochemical behavior of luteolin on a cathodically pretreated BDD (CPT-BDD) electrode within the potential range from 0.0 to +1.5 V at a scan rate of 100 mV s-1. The three consecutive CV voltammograms in the absence (dashed lines) and presence of 75 μg mL-1 luteolin in 0.1 M perchloric acid are depicted in Fig. 2. Luteolin was electrochemically oxidized at the BDD electrode in two oxidation steps over the pH range investigated. It is apparent that two oxidation peaks (Ia; +0.82 and IIa; +1.38 V) and a reduction peak (Ic; +0.35 V) were recorded in forward

scan. The wide wave Ic in the reverse scan includes reduction peak corresponding to the reduction of oxidation products generated in both the oxidation steps.

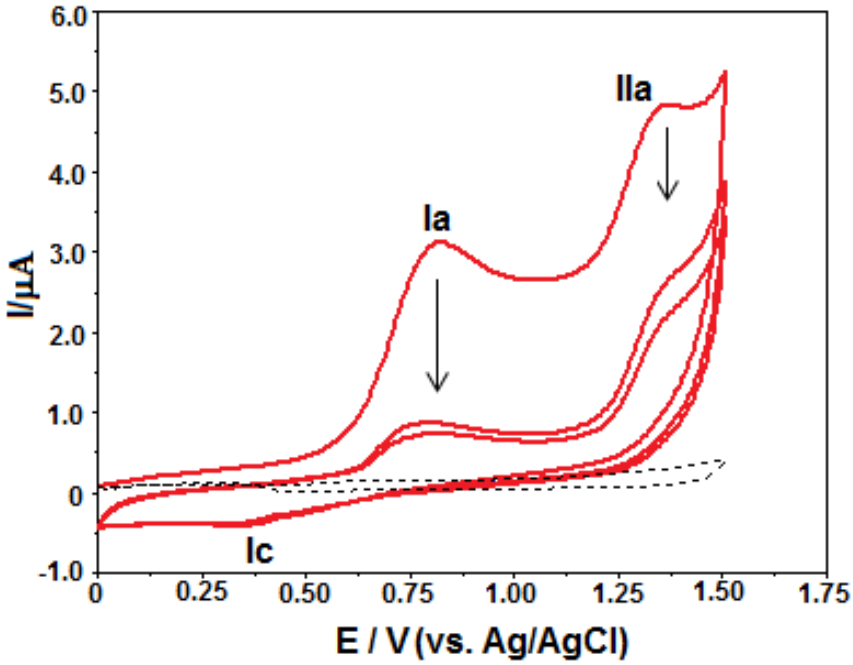


Fig. 2. The repetitive cyclic voltammograms of 75 µg mL-1 luteolin in 0.1 M perchloric acid solution. Electrode, CPT-BDD; scan rate, 100 mV s-1. Dashed lines represent background current.

The oxidation peak Ia of luteolin occurs at 0.82 V is corresponded to the oxidation of the 3,4-dihydroxy substituent on the ring-B of luteolin. The corresponding reduction peak Ic of the 3,4-diquinone formed occurs at 0.35 V. The second step, peak IIa, occurred at 1.38 V, corresponding to an irreversible reaction which involves the 5,7-dihydroxy group on the ring-A of luteolin (Liu et al. 2008; Abdullah et al. 2018).

The effect of scan rate was studied for the oxidation of luteolin at CPT-BDDE. As shown in Fig. 3A, an ascending order of peak responses for both Ia and IIa were noticed with increasing scan rates from 25–600 mV s-1. The peak potentials of Ia and IIa shifted positively with increasing scan rate. Fig. 3B are showing the changes of peak currents with respect to the scan rates. The regression coefficients were 0.99 for both Ia and IIa and linear fit plotting was found to be proportional for potential changes over the range of 25–600 mV s-1 and can be expressed as:

For the 1. peak (*I*a) *I*p / µA = 0.14√v / mV s^{-1} + 0.188, r = 0.998

For the 2. peak (*II*a) *I*p / µA = 0.11√v / mV s^{-1} + 0.105, r = 0.995

This suggests that the electrode reaction at the BDD electrode is controlled by the adsorption process. Luteolin was also adsorbed strongly on the electrode surface and this adsorption process was observed with all the voltammetric methods used.

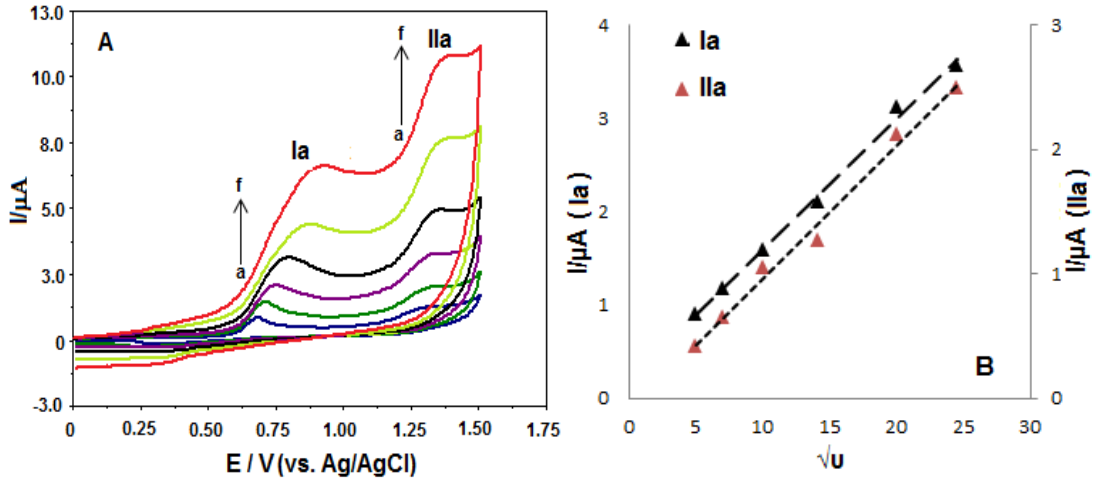


Fig. 3. (A) CV of 75 µg mL^{-1} luteolin on CPT-BDD electrode at different scan rates (a:25, b:50, c:100, d:200, e:400, f:600 mV s^{-1}). (B) The relationship between the square root of the scan rate and oxidation peaks currents.

Using square wave voltammetry, the electroactivity of luteolin on BDD electrode was investigated. In the studies a 0.1 M perchloride acid solution was used as supporting electrolyte and luteolin concentration of 40 µg mL^{-1}. For both electrodes, two oxidation peaks were observed.

The adsorption of luteolin could be used as an effective pre-concentration step prior to actual voltammetric quantification of the analyte. The AdSV response of luteolin at BDD electrode was examined using a SW excitation waveform, which combines high sensitivity with good peak resolution, and reduces problems with poisoning of the electrode surface. Consequently, further work was dedicated to studying the influence of pH and the nature of the supporting electrolyte using the SW-AdSV approach. The effects of various supporting electrolytes and pH values on the peak current of oxidation peak of 40 µg mL^{-1} luteolin were studied by SW-AdS voltammetry at a BDD electrode, with an open-circuit mode at 30 s. Thus, the buffers phosphate (pH 2.0–7.0), perchloride and nitric acid solution were evaluated. All of these solutions had a concentration of 0.1 M. The influence of pH on the oxidation peak of luteolin in phosphate solutions of pH 2.0–7.0 is shown in Fig. 4A. As shown is Fig. 4A, for a solution with pH between 2.0 and 7.0, peak potential of luteolin oxidation did not depend practically on pH. The square-wave voltammograms obtained for 40 µg mL^{-1} luteolin in nitric acid, perchloride acid solutions are depicted in Fig. 4B. In all voltammograms, two well-defined oxidation peaks were observed when the potential was swept from 0.0 to 1.5 V. As can be seen, luteolin oxidized at high potentials of 0.78 V (the first step) and 1.44 V (the second step) in perchloride acid solution, and well-defined oxidation peaks and analytical signals were observed in perchloride acid. Therefore, 0.1 M perchloride acid was selected as the optimum pH value in the subsequent process.

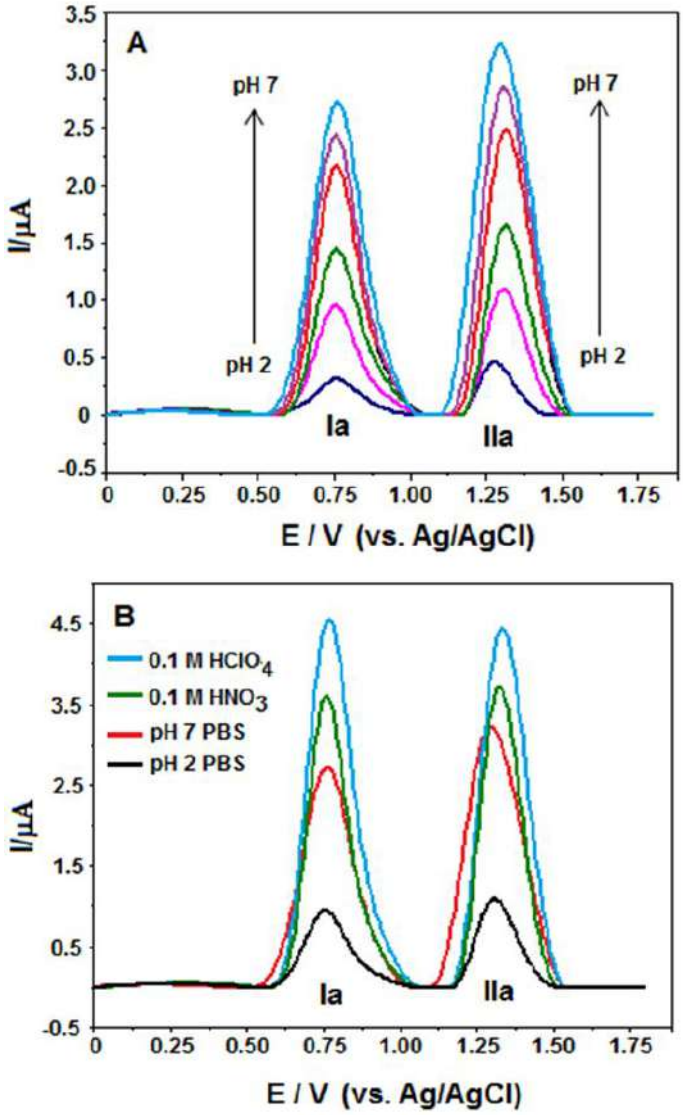


Fig. 4. The stripping voltammograms of 40 µg mL^{-1} luteolin in phosphate buffer pH 2-7 (A), and in various supporting electrolytes (B).

The effect of cetyl trimethyl ammonium bromide as cationic surfactant was investigated on the electrochemical signal of 10 µg mL-1 luteolin for this purpose by SW-AdS in 0.1 M perchloride acid solution. Cationic surfactant was added on the support electrolyte solution containing luteolin in the order of 1×10^{-5} - 1×10^{-3} M, respectively. There was a serious increase in both (Ia, IIa) oxidation step of the luteolin compound. The best result was obtained with 5×10-4 M CTAB for luteolin oxidation (Fig.5).

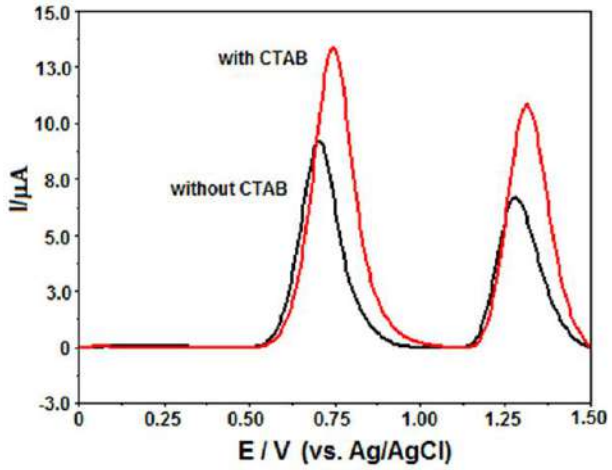


Fig. 5. Square-wave adsorptive stripping voltammograms at the BDD electrode in 0.1 M $HClO_4$ solution of 10 μg mL^{-1} luteolin.

Next, it was attempted to optimize pulse parameters (frequency, *f* = 10-125 Hz; scan increment, Δ*E*s = 4-16 mV; amplitude, Δ*E*sw = 10-70 mV) for 10 μg mL^{-1} luteolin in 0.1 M perchloride acid. For entire analysis to obtain highest sensitivity and better peak morphology, the optimized values were: *f*, 100 Hz; Δ*Es*, 8 mV; and Δ*Esw*, 40 mV.

The previously optimized SW-AdSV experimental parameters were employed to record the analytical curves for luteolin using the CPT-BDD electrode with 5×10^{-4} M CTAB. SW voltammograms obtained after successive additions of the respective standard solution of luteolin are shown in Fig. 6A for the following concentration ranges: 0.05 - 1.50 μg mL^{-1} (0.17-5.25 μM), for luteolin. The inserts in these figures depict the respective analytical curves obtained for luteolin (Fig. 6B), whose corresponding regression equation is;

I (μA) = 0.2364 + 0.4812 C (μM); r = 0.9988 Ia

I (μA) = 0.2422 + 0.4939 C (μM); r = 0.9970 IIa, respectively.

From this plot obtained by the analytical curves, the detection (LOD) and quantification (LOQ) limits were calculated using the formulas 3 s/m and 10 s/m, respectively, where s is the standard deviation of the response of the lowest concentration of the linearity range (six runs), and m the slope of the related calibration equation. The calculated LOD values were found to be 0.054 μM, for Ia, and 0.100 μM, for *II*a. As clearly seen, the sensitivity in terms of LOD clearly demonstrates the superiority of this electroanalytical approach on CPT-BDD electrode without any modification (except for a simple cathodical pretreatment between individual measurements which takes less than 2 min) over most of the voltammetric methods on modified electrodes. The intra-day repeatability of the peak current were determined by successive measurements (n = 6) of 0.05 μg mL^{-1} luteolin, when relative standard deviations of 3.12% were obtained.

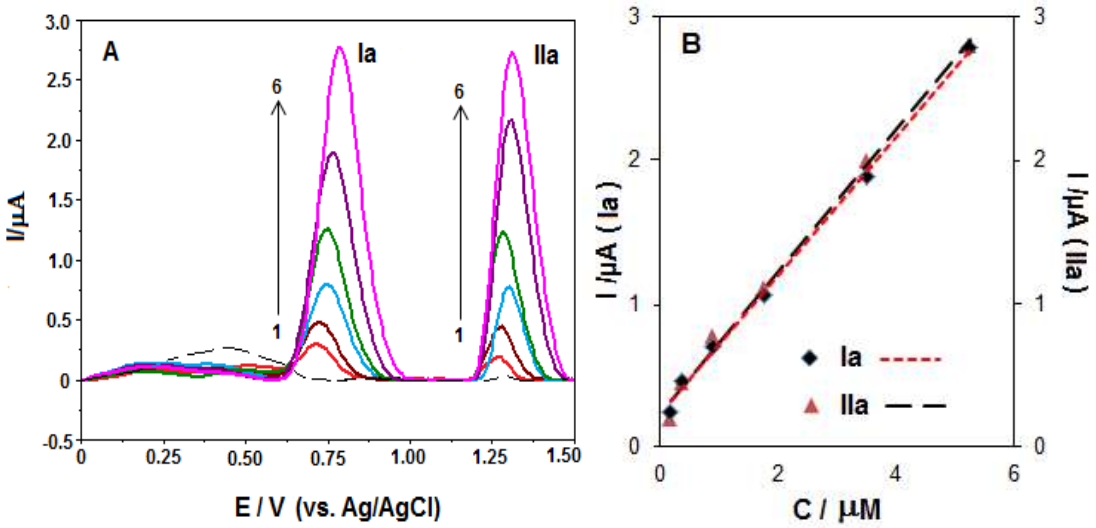


Fig. 6. (A) SW-AdSVs of different luteolin concentrations at a CPT-BDD electrode in CTAB surfactant solution, luteolin concentrations (from 1 to 6, µM): 0.170, 0.350, 0.875, 1.750, 3.500, 5.250 (B) The relationship between luteolin concentrations and peak current.

The effect of some possible interferents was investigated by addition of these compounds to standard solutions containing 0.25 µg mL^{-1} luteolin. It was found that 100-fold excess of inorganic ions such as K^+, Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{3+}, Cu^{2+}, Zn^{2+} did not significantly influence on the current response of luteolin. No substantial change was observed in the presence of at about 50-fold excess glucose, fructose, sucrose. Experimental results showed that dopamine, uric acid, and ascorbic acid did not interfere with the determination of luteolin. The results indicated that the present method was adequate for the determination of luteolin in urine samples.

Before the analysis the urine samples were treated with acetonitrile and then centrifuged to eliminate the effect of interfering substances such as proteins. The determination of luteolin in the spiked urine sample was performed by means of the standard addition method. It can be concluded that an appeared oxidation peak at about +0.70 V is due to the luteolin oxidation since its peak current increased after each luteolin standard addition. In the absence of luteolin, there were no detectable oxidation peaks in the working potential range where the analytical peak observed. On the other hand, an unknown oxidation peak at about +0.89 V was observed in blank urine samples, which could be due to the oxidation of uric acid (UA). After several standard additions of UA, it was observed an increasing on this oxidation peak. Since its peak potential was well differentiated of luteolin, it did not interfere with its quantification.

It was observed that peak currents vs luteolin added into urine samples solution increased linearly. The statistical calculations for the assay results showed suitable precision of the proposed method (Table 1).

Table 1. Measurement results for addition and recovery of luteolin from urine sample.

Method	Added (µg mL^{-1})	Founded(µg mL^{-1})	Recovery (%)
SW-AdSV	0.10	0.092	92.0
	0.50	0.406	81.2

CONCLUSIONS

So far previously published papers dealing with the luteolin quantification are focused on the application of modified carbonaceous electrodes. In this work, surfactant based-BDD electrode with AdSV technique in the presence of cationic surfactant, CTAB was introduced for the first time to develop a novel and alternative electroanalytical method for this compound. The proposed method was successfully applied for the determination of luteolin in spiked urine samples.

REFERENCES

Abdullah, A. A., Yardım, Y., & Şentürk, Z. (2018). The performance of cathodically pretreated boron-doped diamond electrode in cationic surfactant media for enhancing the adsorptive stripping voltammetric determination of catechol-containing flavonoid quercetin in apple juice. *Talanta, 187*, 156-164.

Dönmez, F., Yardım, Y., & Şentürk, Z. (2018). Electroanalytical determination of enrofloxacin based on the enhancement effect of the anionic surfactant at anodically pretreated boron-doped diamond electrode. *Diamond and Related Materials, 84*, 95-102.

Franzoi, A. C., Vieira, I. C., Dupont, J., Scheeren, C. W., & de Oliveira, L. F. (2009). Biosensor for luteolin based on silver or gold nanoparticles in ionic liquid and laccase immobilized in chitosan modified with cyanuric chloride. *Analyst, 134*(11), 2320-2328.

Fu, L., Liu, Z., Huang, Y., Lai, G., Zhang, H., Su, W., J. Yug, A. Wang, C. Ling, & Yu, A. (2018). Square wave voltammetric quantitative determination of flavonoid luteolin in peanut hulls and Perilla based on Au NPs loaded boron nitride nanosheets. *Journal of Electroanalytical Chemistry, 817*, 128-133.

Gao, D., Wang, D. D., Zhang, Q., Yang, F. Q., Xia, Z. N., Zhang, Q. H., & Yuan, C. S. (2017). In vivo selective capture and rapid identification of luteolin and its metabolites in rat livers by molecularly imprinted solid-phase microextraction. *Journal of agricultural and food chemistry, 65*(6), 1158-1166.

He, H., Yuan, D., Gao, Z., Xiao, D., He, H., Dai, H., & Li, N. (2014). Mixed hemimicelles solid-phase extraction based on ionic liquid-coated Fe3O4/SiO2 nanoparticles for the determination of flavonoids in bio-matrix samples coupled with high performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A, 1324*, 78-85.

Ibrahim, H., & Temerk, Y. (2015). Novel sensor for sensitive electrochemical determination of luteolin based on In2O3 nanoparticles modified glassy carbon paste electrode. *Sensors and Actuators B: Chemical, 206*, 744-752.

Khashaba, P. Y., Ali, H. R., & El Wekil, M. (2017). Surfactant based voltammetric analysis of anti-ulcer drug in real samples. Anal. Bioanal. Electrochem. 9 (2017) 729-740.

Kocábová, J., Fiedler, J., Degano, I., & Sokolová, R. (2016). Oxidation mechanism of flavanone taxifolin. Electrochemical and spectroelectrochemical investigation. *Electrochimica Acta, 187*, 358-363.

Lan, D., Liu, J., Guo, X., Zhu, G., & Tian, S. (2018). Determining the contents of rupestonic acid, vitexicarpin, apigenin, and luteolin in Artemisia rupestris L. in different growth stages by thin-layer chromatographic scanning. *Jpc-Journal of Planar Chromatography-Modern Tlc, 31*(3), 190-196.

Li, L., Jiang, H., Wu, H., & Zeng, S. U. (2005). Simultaneous determination of luteolin and apigenin in dog plasma by RP-HPLC. Journal of pharmaceutical and biomedical analysis, 37(3), 615-620.

Liu, A., Zhang, S., Huang, L., Cao, Y., Yao, H., Chen, W., & Lin, X. (2008). Electrochemical oxidation of luteolin at a glassy carbon electrode and its application in pharmaceutical analysis. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, *56*(6), 745-748.

Maher, H. M., Al-Zoman, N. Z., Al-Shehri, M. M., Al-Showiman, H., Al-Taweel, A. M., Fawzy, G. A., & Perveen, S. (2015). Determination of luteolin and apigenin in herbs by capillary electrophoresis with diode array detection. *Instrumentation Science & Technology*, *43*(6), 611-625.

Materska, M., Konopacka, M., Rogoliński, J., & Ślosarek, K. (2015). Antioxidant activity and protective effects against oxidative damage of human cells induced by X-radiation of phenolic glycosides isolated from pepper fruits Capsicum annuum L. *Food Chemistry, 168*, 546-553.

Pecková, K., Musilová, J., & Barek, J. (2009). Boron-doped diamond film electrodes—new tool for voltammetric determination of organic substances. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, *39*(3), 148-172.
Sheng, S., Zhang, L., & Chen, G. (2014). Determination of 5, 7-dihydroxychromone and luteolin in peanut hulls by capillary electrophoresis with a multiwall carbon nanotube/poly (ethylene terephthalate) composite electrode. *Food chemistry*, *145*, 555-561.
Sochr, J., Cinkova, K., Svorc, L., J. Anal. Pharm. Chem. 1 (2014) 1004-1010.
Švorc, Ľ., Sochr, J., Tomčík, P., Rievaj, M., & Bustin, D. (2012). Simultaneous determination of paracetamol and penicillin V by square-wave voltammetry at a bare boron-doped diamond electrode. *Electrochimica Acta*, *68*, 227-234.
Talay, Pınar, P., & Senturk, Z. (2017). Voltammetric investigation of antiviral drug valacyclovir at a boron-doped diamond electrode in different electrolyte media: Its determination enhanced by anionic surfactant in pharmaceuticals and biological fluids. *Current Pharmaceutical Analysis*, *13*(2), 175-187.
Vittal, R., Gomathi H., Kim K., Adv. Colloid. Interface Sci. 119 (2006) 55 – 68.
Yardım, Y., Levent3 A., Keskin, E., & Şentürk, Z. (2011). Voltammetric behavior of benzo[a]pyrene at boron-doped diamond electrode: A study of its determination by adsorptive transfer stripping voltammetry based on the enhancement effect of anionic surfactant, sodium dodecylsulfate. *Talanta*, *85*(1), 441-448.
Zhao, D., Zhang, X., Feng, L., Qi, Q., & Wang, S. (2011). Sensitive electrochemical determination of luteolin in peanut hulls using multi-walled carbon nanotubes modified electrode. *Food chemistry*, *127*(2), 694-698.

TOPRAK HİDROLİK FONKSİYONLARINI TAHMİN ETMEDE MAKİNE ÖĞRENİMİ: MEVCUT DURUM, AKTARILABİLİRLİK VE VERİ ETİĞİ

M. Reşat SÜMER
Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Aydın, Türkiye
ORCID: 0000-0002-2391-3318

ÖZET
Hidrolojik modelleme, toprak hidrolik özelliklerinin hassas değerlerini gerektirmektedir; ancak mevcut ölçüm yöntemleri zorlu ve maliyet açısından engelleyici olmaya devam etmektedir. Makine Öğrenmesi (ML), Pedotransfer Fonksiyonlarını (PTF'ler), geleneksel sabit regresyon modellerinin yerini alan (supersede) uyarlanabilir ve veri tabanlı sistemlere dönüştürmüştür. Bu inceleme, modern ML tabanlı PTF sistemlerini; model geliştirme yaklaşımları, mekansal uygulama yöntemleri ve etik veri yönetimi standartlarının analizi üzerinden değerlendirmektedir.
Yapılan değerlendirme, XGBoost ve Random Forest kullanan topluluk (ensemble) yöntemlerinin ampirik denklemlerden daha üstün performans gösterdiğini, ancak sonuçlarının içsel fiziksel yorumlanabilirlikten yoksun olduğunu ortaya koymaktadır. Kara kutu (black-box) sınırlaması, Fizik Bilgilendirmeli Sinir Ağları (PINN'ler) tarafından, fiziksel yasaların kayıp fonksiyonlarına (loss functions) gömülmesi yöntemiyle çözülmektedir.
İnceleme, alan kaymasından (domain shift) kaynaklanan ve devam eden model aktarılabilirliği (transferability) sorununu çözmeye yönelik yöntemleri araştırmaktadır. Bu kapsamda, küresel verilerin yerel verilerle zenginleştirilmesi (spiking) ile örnek tabanlı transfer öğrenimi (instance-based transfer learning) kombinasyonu yoluyla, farklı toprak tipleri arasında model performansını iyileştiren iki yeni yaklaşım değerlendirilmektedir.
İnceleme, veri etiği ilkelerinin değerlendirilmesi yoluyla model güvenilirlik standartlarını belirlemektedir. Derin Öğrenme modelleri, sınırlı veriye sahip alanlarda aşırı güven (overconfidence) sergilemektedir; bu nedenle araştırmacıların belirsizlik ölçümü için titiz yöntemler geliştirmesi gerekmektedir. Toprak Bilimi Bilgilendirmeli Makine Öğrenmesi (SoilML) yaklaşımı, fiziksel tutarlılığı ve bilimsel güvenilirliği sağlayan modeller oluşturmak için süreç tabanlı bilgiyi veri güdümlü verimlilikle birleştirir.
Anahtar Kelimeler: Toprak hidrolik özellikleri, makine öğrenmesi, transfer öğrenimi, Fizik Bilgilendirmeli Sinir Ağları (PINN'ler), belirsizlik niceleme, pedotransfer fonksiyonları, SoilML.

MACHINE LEARNING FOR PREDICTING SOIL HYDRAULIC FUNCTIONS: STATE OF THE ART, TRANSFERABILITY, AND DATA ETHICS

ABSTRACT
The measurement of soil hydraulic properties requires precise values for hydrological modeling yet current methods remain challenging to use and cost-prohibitive. Machine Learning (ML) has evolved Pedotransfer Functions (PTFs) into adaptable data-based systems which supersede conventional fixed regression models. The review evaluates modern ML-based PTF systems through an analysis of their model development approaches and spatial deployment methods and ethical data management standards.
The evaluation shows that ensemble methods using XGBoost and Random Forest outperform empirical equations but their results lack intrinsic physical interpretability. The black-box limitation is resolved by PINNs through their method of embedding physical laws into their loss functions.

The review investigates methods to solve the ongoing problem of model transferability which occurs because of domain shift. The review assesses two new approaches which improve model performance between different soil types through the combination of global data spiking with instance-based transfer learning.
The review establishes model reliability standards through its evaluation of data ethics principles. Deep Learning models exhibit overconfidence in areas with limited data so researchers need to develop rigorous methods for uncertainty measurement. The Soil Science-Informed Machine Learning (SoilML) approach combines process-based knowledge with data-driven efficiency to create models that maintain physical consistency and scientific trustworthiness.
Keywords: Soil hydraulic properties, machine learning, transfer learning, Physics-Informed Neural Networks (PINNs), uncertainty quantification, pedotransfer functions, SoilML.

1. Introduction

The precise characterization of Soil Hydraulic Properties (SHPs)—the Soil Water Characteristic Curve (SWCC) and Saturated Hydraulic Conductivity (Ks)—is the **foundation** of vadose zone hydrology and environmental engineering. These parameters influence infiltration versus runoff during precipitation, aquifer recharge rates, solute transport within the soil matrix, and the fraction of soil moisture available to plant roots (Moosavi et al., 2024). Thus, with a climate-change-**affected** world and emerging water scarcity, accurate SHP data **are** essential for parameterization in Land Surface Models (LSMs) and Earth System Models (ESMs) that delineate soil–vegetation–atmosphere interactions (Weber et al., 2024; Gupta et al., 2021). In addition**, reliable** hydraulic parameters support **optimized i**rrigation timing in precision agriculture settings to reduce soil erosion and flood risk (Beniaich et al., 2023).
Yet, there is an enormous logistical challenge associated with the direct determination of SHPs. For instance, **laboratory** determination methods for Ks (constant head method) and SWRC (pressure plate extractors) are exceptionally time-intensive, labor-intensive, and costly for heterogeneous regions (Zhang, 2024). In addition, they are destructive and limited in their applicability—measurements taken at the point scale are not representative of **field-scale** hydraulic behavior since soil structure often exhibits **high spatial variability** (Elbisy, 2025). Thus, in the past, this data "scarcity" has supported reliance on indirect determination methods called Pedotransfer Functions (PTFs), which **derive** complex hydraulic parameters from easily measured soil properties, including particle size distribution (sand, silt, clay), bulk density, and organic carbon content (Van Looy et al., 2017).
Historically, PTFs used Multiple Linear Regression (MLR) and fixed parametric equations to correlate basic soil characteristics to hydraulic functions. While these findings open the door for established soil physics research, they come with limitations. For example, classical regression will not capture the substantially non-linear, multi-dimensional features that represent a relationship between soil structure and hydraulic function (Da Silva et al., 2023). In addition, the contemporary world has shifted from such empirical regression solutions to data-driven Machine Learning (ML) and Artificial Intelligence (AI) algorithms, in part, because of the exponentially growing databases on soil and the power of ML algorithms to represent this non-linear relationship without defined functional boundaries (Minasny et al., 2024). In fact, a handful of studies in the last few years published in high-ranking journals find that ML performs substantially better than regression techniques for predicting hydraulic parameters, a transition deemed revolutionary to hydropedology (Zhang, 2024; Elbisy, 2025). Yet this transition raises new problems for physical validity, interpretability and ethical considerations with data uncertainty.

2. State of the Art: Algorithmic Performance and The Physics Gap

2.1. The Dominance of Ensemble Methods

Recent literature regularly posits ensemble tree methods, in particular, Random Forest (RF) and Extreme Gradient Boosting (XGBoost), as the most accurate and stable options for SHP prediction compared to empirical equations and conventional neural networks.

Random Forest (RF): RF is one of the most highly respected possibilities as it is relatively insensitive and thus not subject to noise and overfitting challenges. In Moosavi et al. (2024)'s inter-comparison of model results for *Ks* predictions, they conclude that it produces one of the strongest coefficients of determination as a stand-alone model and accounts for the heavy scatter of field-saturated conductivity as well. Furthermore, a study that assessed Extremely Randomized Trees—an extension of RF—found a better generalization ability of SWCC prediction from inputs (plasticity index and porosity), achieving R^2 values of 0.90 on test sets (Albuquerque et al., 2022). It can be relied upon as a standard for global mapping efforts as it is stable with high dimensionality situations (Liu et al., 2025).

XGBoost Superiority: XGBoost is **a** particularly strong estimator when it comes to dynamic parameters. For instance, a recent study of 11 ML methods on a large scale found that XGBoost (second to RF) achieves the highest metrics of accuracy ($NSE \approx 0.98$) when compared even to hybrid models with specific applicability (Settu & Ramaiah, 2025). Furthermore, it found that XGBoost produced Root Mean Square Error significantly lower than Artificial Neural Networks and Support Vector Machines in complex classification problems pertinent to environmental modeling (Ramdani & Furqon, 2022; Elbisy, 2025). Therefore, it is highly efficient and does not require an overwhelming amount of training data for parameter estimation. Additionally, it is sensitive to steep temporal gradients, which are well suited for dynamic moisture estimation (Rath et al., 2025).

2.2. The Black-Box Constraint and the PINN Resolution

However, both ensemble methods and conventional Deep Learning (DL) models are "black-box" constrained; they are internally opaque and lack physical interpretability. This essentially means that they are highly sophisticated interpolators that may be statistically correct but fail to ensure physical consistency, such as conservation of mass or monotonic water retention behavior (Minasny et al., 2024).

PINNs circumvent this problem. PINNs take the Richardson–Richards equation into account and apply its regularization term as part of the loss function within the neural network itself. By minimizing error within the data and the "physics residual," PINNs facilitate predictions of water content (θ) and hydraulic conductivity (K) that are physically plausible from a hydrodynamic perspective (Vemuri et al., 2024).

PINNs have been tested recently for more complicated hydrological scenarios.

Layered and Discontinuous Soils: Bandai and Ghezzehei (2022) applied PINNs with domain decomposition for constitutive modeling of unsaturated soils with discontinuous hydraulic conductivities—an application where traditional numerical solvers are often not applicable because of step-like changes in hydraulic conductivities.

Continuous Curve Estimation: Norouzi et al. (2025) addressed the limitations of discrete point prediction by demonstrating that PINNs can predict a continuous and differentiable SWRC from basic soil properties that outperforms conventional neural networks in data-sparse areas, especially at the dry end of the retention curve where measurements are typically lacking.

Inverse Modeling: Inverse problems where PINN applications have been used to extract hydraulic parameters (α, n, Ks) from sparse observations while maintaining physical consistency have been successful (Oikawa & Saito, 2024).

3. Resolving Model Transferability and Domain Shift

A significant limitation of ML-based PTFs is their lack of spatial generalizability, often referred to as the "transferability crisis." Models trained in one climatic or pedogenic environment frequently perform poorly in unseen regions due to domain shift or covariate shift (Schoch et al., 2025; Hu et al., 2025). This review identifies three primary strategies to mitigate this issue:

3.1. Global Data Spiking

Data spiking is a practical transfer learning solution whereby a small amount of local, target-domain samples **are integrated into** a larger, global training database. For this solution, data **spiked into** a larger universe yields better predictions from trained PTFs than **models trained** exclusively with local or global data alone (Nawar & Mouazen, 2017). Thus, the AI learns general pedological rules within the larger universe but **adjusts its weights** for the local realm.

3.2. Instance-Based Transfer Learning

Where target labels are limited, instance-based transfer learning is a **more effective** solution. For example, a cropland soil may be similar to a grassland soil in many respects but **still result in** a different PTF because of land-use effects. Instance-based transfer learning can re-weight samples from one location to another, **aligning** probability distributions between domains (Bursać et al., 2022). It attempts to **match output behavior by aligning input features using marginal probability distributions.** It ultimately shows that SOC and hydraulic properties can be predicted from either source **without retraining models from scratch,** depending on intended land use (Bursać et al., 2022).

3.3. Calibrated Models from Fewer Covariates Transfer Better

Sometimes, **counterintuitively,** models with fewer covariates are more transferable than models with many. Schoch et al. (2025) found that calibrated PTFs **using fewer covariates** (i.e., only sand and clay content) transferred better into new forest soil regions than those developed with a large number of covariates. This behavior is explained by **confounders,** or covariates that carry site-specific signals or biases arising from measurement error. When such variables are included, model performance **often degrades** in new contexts (Schoch et al., 2025).

4. Data Ethics, Uncertainty, and Soil Science-Informed ML

4.1. UQ Needs to be Implemented in the ML Process

As ML models become more integral to consequential agricultural and environmental applications, data ethics necessitates a degree of transparency relative to model certainty. A recurring occurrence across Deep Learning models is overconfidence. For instance, a certain model could predict a certain soil class or property with a respective 0.9 probability from a location that is well outside the range of the training extent (Rau et al., 2025; Hanna et al., 2025). Such occurrences necessitate Uncertainty Quantification (UQ). The Bayesian Deep Learning and Last-Layer Laplace Approximation (LLLA) are suitable methods for estimating epistemic uncertainty applicable to DL as they afford credible prediction intervals instead of naive point estimates, championing downstream decision-makers' confidence (Subramanian et al., 2025; Rau et al., 2025).

4.2. Soil Science-Informed Machine Learning (SoilML)

Significant efforts have been made to render the field Soil Science-Informed Machine Learning (SoilML), for scientifically sound endeavors. The aim is to marry data-driven efficiency with process-driven knowledge, integrating the soil science process into the ML effort through observational priors, specially designed model architectures, and a formulated loss function that complies with coherency criteria (e.g., monotonicity) to avoid non-physical transgressions (Minasny et al., 2024). Thus, if SoilML efforts are taken seriously, models may be trained based on physical constraints that make AI-driven soil physics a scientifically sound undertaking.

5. Conclusions

Machine Learning has fundamentally changed the way soil hydraulic functions are predicted, with ensemble models (RF, XGBoost) achieving state-of-the-art performance metrics. However, true practical application in any field is postponed until the "black box" occurrence and transferability are addressed. Future developments will stem from the intersection of three pillars: (1) Physics Informed Modeling (PINNs/SoilML) that guarantees physical integrity; (2) Advanced Transfer Learning (spiking, instance-weighting) that resolves domain shift challenges; and (3) Data Ethics (UQ) that fosters transparent, reliable models. Ultimately, adding the laws of physics and uncertainty quantification to the ML process renders the resultant predictive models statistically viable but also scientifically sound.

References

Albuquerque, E. A. C., Borges, L. P. F., Cavalcante, A. L. B., & Machado, S. L. (2022). Prediction of soil water retention curve based on physical characterization parameters using machine learning. Soils and Rocks, 45(3), e-2022000222. https://doi.org/10.28927/SR.2022.000222.

Bandai, T., & Ghezzehei, T. A. (2022). Forward and inverse modeling of water flow in unsaturated soils with discontinuous hydraulic conductivities using physics-informed neural networks with domain decomposition. Hydrology and Earth System Sciences, 26(16), 4469–4495. https://doi.org/10.5194/hess-26-4469-2022.

Beniaich, A., Otten, W., Shin, H.-C., Cooper, H. V., Rickson, J., Soulaimani, A., & El Gharous, M. (2023). Evaluation of pedotransfer functions to estimate some of soil hydraulic characteristics in North Africa: A case study from Morocco. Frontiers in Environmental Science, 11, 1090688. https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1090688.

Bursać, P., Kovačević, M., & Bajat, B. (2022). Instance-based transfer learning for soil organic carbon estimation. Frontiers in Environmental Science, 10, 1003918. https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.1003918.

Da Silva, L. C. M., Amorim, R. S. S., Fernandes-Filho, E. I., & Bocuti, E. D. (2023). Pedotransfer functions and machine learning: Advancements and challenges in tropical soils. Geoderma Regional, 35, e00720. https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2023.e00720.

Elbisy, M. S. (2025). Predictive modeling of saturated hydraulic conductivity using machine learning techniques. Engineering, Technology & Applied Science Research, 15(2), 21348–21355. https://doi.org/10.48084/etasr.10225.

Gupta, S., Lehmann, P., Bonetti, S., Papritz, A., & Or, D. (2021). Global prediction of soil saturated hydraulic conductivity using random forest in a covariate-based geotransfer function (CoGTF) framework. Journal of Advances in Modeling Earth Systems, 13(4), e2020MS002242. https://doi.org/10.1029/2020MS002242.

Hanna, M. G., Pantanowitz, L., Jackson, B., Palmer, O., Visweswaran, S., Pantanowitz, J., Deebajah, M., & Rashidi, H. H. (2025). Ethical and bias considerations in artificial intelligence/machine learning. Modern Pathology, 38(3), 100686. https://doi.org/10.1016/j.modpat.2024.100686.

Hirmas, D. R., Jackisch, C., de Jong van Lier, Q., Koestel, J., Lehmann, P., Marthews, T. R., Minasny, B., Pagel, H., van der Ploeg, M., ... Bonetti, S. (2024). Hydro-pedotransfer functions: A roadmap for future development. Hydrology and Earth System Sciences, 28, 3391–3433. https://doi.org/10.5194/hess-28-3391-2024.

Hu, X., Chen, S., Duan, Q., Ahn, C. K., Shang, H., & Zhang, D. (2025). Domain adaptation for big data in agricultural image analysis: A comprehensive review. arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2506.05972.

Liu, Y., Zha, Y., Ran, G., Zhang, Y., & Shi, L. (2025). SMRFR: A global multilayer soil moisture dataset generated using Random Forest from multi-source data. Scientific Data, 12, 1170. https://doi.org/10.1038/s41597-025-05511-w.
Minasny, B., Bandai, T., Ghezzehei, T. A., Huang, Y.-C., Ma, Y., McBratney, A. B., Ng, W., Norouzi, S., Padarian, J., Rudiyanto, Sharififar, A., Styc, Q., & Widyastuti, M. (2024). Soil science-informed machine learning. Geoderma, 452, 117094. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2024.117094.
Moosavi, A. A., Nematollahi, M. A., & Omidifard, M. (2024). Comparing machine learning approaches for estimating soil saturated hydraulic conductivity. PLoS ONE, 19(11), e0310622. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0310622.
Nawar, S., & Mouazen, A. M. (2017). Comparison between random forests, artificial neural networks and gradient boosted machines methods of on-line vis-NIR spectroscopy measurements of soil total nitrogen and total carbon. Sensors, 17(10), 2428. https://doi.org/10.3390/s17102428.
Norouzi, S., Pesch, C., Arthur, E., Norgaard, T., Møldrup, P., Greve, M. H., Beucher, A., Sadeghi, M., Zaresourmanabad, M., Tuller, M., & de Jonge, L. W. (2025). Physics-informed neural networks for estimating a continuous form of the soil water retention curve from basic soil properties. Water Resources Research, 61(3), e2024WR038149. https://doi.org/10.1029/2024WR038149.
Oikawa, K., & Saito, H. (2024). Inverse analysis of soil hydraulic parameters of layered soil profiles using physics-informed neural networks with unsaturated water flow models. Vadose Zone Journal, 23, e20375. https://doi.org/10.1002/vzj2.20375.
Ramdani, F., & Furqon, M. T. (2022). The simplicity of XGBoost algorithm versus the complexity of Random Forest, Support Vector Machine, and Neural Networks algorithms in urban forest classification. F1000Research, 11, 1069. https://doi.org/10.12688/f1000research.124604.1.
Rath, P., Zhu, J., & Befus, K. M. (2025). Explainable machine learning surrogate modeling for exit gradient prediction in hydraulic structures using numerical simulations. Journal of Hydroinformatics, 27(8), 1309–1326. https://doi.org/10.2166/hydro.2025.046.
Rau, K., Eggensperger, K., Schneider, F., Blaschek, M., Hennig, P., & Scholten, T. (2025). Quantifying spatial uncertainty to improve soil predictions in data-sparse regions. SOIL, 11, 833–847. https://doi.org/10.5194/soil-11-833-2025.
Schoch, J., Nussbaum, M., Walthert, L., Carminati, A., & Lehmann Grunder, P. U. (2025). Transferability of pedotransfer functions for estimating soil hydraulic properties: An analysis of controlling factors for forest soils in Switzerland. Geoderma, 460, 117397. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2025.117397.
Settu, P., & Ramaiah, M. (2025). A data driven comparison of hybrid machine learning techniques for soil moisture modeling using remote sensing imagery. Scientific Reports, 15, 43170. https://doi.org/10.1038/s41598-025-27225-0.
Subramanian, M., Patel, M., & Rawat, D. (2025). Uncertainty quantification in AI-predicted soil maps: Bayesian deep learning and ensemble methods for reliable digital soil mapping. Journal of Soil Future Research, 6(1), 13–18.
Van Looy, K., Bouma, J., Herbst, M., Koestel, J., Minasny, B., Mishra, U., Montzka, C., Nemes, A., Pachepsky, Y. A., Padarian, J., Schaap, M. G., Tóth, B., Verhoef, A., Vanderborght, J., van der Ploeg, M. J., Weihermüller, L., Zacharias, S., Zhang, Y., & Vereecken, H. (2017). Pedotransfer functions in Earth system science: Challenges and perspectives. Reviews of Geophysics, 55(4), 1199–1256. https://doi.org/10.1002/2017RG000581.

Vemuri, S. K., Büchner, T., & Denzler, J. (2024). Estimating soil hydraulic parameters for unsaturated flow using physics-informed neural networks. In International Conference on Computational Science (pp. 3–17). Springer.
Weber, T. K. D., Weihermüller, L., Nemes, A., Bechtold, M., Degré, A., Diamantopoulos, E., Fatichi, S., Filipović, V., Gupta, S., Hohenbrink, T. L., Hirmas, D. R., Jackisch, C., de Jong van Lier, Q., Koestel, J., Lehmann, P., Marthews, T. R., Minasny, B., Pagel, H., van der Ploeg, M., Shojaeezadeh, S. A., Svane, S. F., Szabó, B., Vereecken, H., Verhoef, A., Young, M., Zeng, Y., Zhang, Y., and Bonetti, S.: Hydro-pedotransfer functions: a roadmap for future development, Hydrol. Earth Syst. Sci., 28, 3391–3433, https://doi.org/10.5194/hess-28-3391-2024.
Zhang, P. (2024). Application of artificial intelligence in the study of saturated and unsaturated hydraulic properties of compacted soil barriers in landfills [Master's thesis, University of Central Florida]. STARS. https://stars.library.ucf.edu/etd2023/468.

TUZLULUK VE SODİKLİĞİN TOPRAK HİDROLİK HİSTEREZİSİ ÜZERİNDEKİ ETKİLEŞİMİ: FİZİKOKİMYASAL MEKANİZMALARDAN GERİ DÖNÜŞÜMSÜZ BOZUNUM MODELLEMESİNE

M. Reşat SÜMER
[1]Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Aydın, Türkiye
ORCID: 0000-0002-2391-3318

ÖZET
Kurak ve yarı kurak tarımsal ekosistemlerin degradasyonu (bozunumu), tuzluluk ve sodikliğin zıt fizikokimyasal kuvvetlerinden kaynaklanmaktadır. Artan elektrolit konsantrasyonu (tuzluluk) elektriksel çift tabakayı sıkıştırıp tersinir kil flokülasyonunu (topaklanma) teşvik ederken; aşırı değişebilir sodyum (sodiklik) bu tabakayı genişleterek agregatları kararsızlaştırır ve killeri dağıtır. Bu dispersif (dağıtıcı) etki, iletim sağlayan gözeneklerin fiziksel olarak tıkanmasına yol açarak, hidrolik iletkenlikte genellikle geçici olmaktan ziyade geri dönüşümsüz (irreversibl) düşüşlere neden olur. Bununla birlikte, sıklıkla standart Mualem-van Genuchten yaklaşımına dayanan yaygın vadoz bölge modellemeleri, toprak hidrolik parametrelerini statik veya tamamen tersinir değişkenler olarak tanımlar. Sonuç olarak, tuzluluk ve sodiklik aşırılıklarına maruz kalan toprakların yapısal hafızası, standart toprak modellemelerinde nadiren dikkate alınır. Bu derleme, toprak hidrolik histerezisinin fizikokimyasal mantığını ve yapısal onarımın bozunum ile aynı yolu izlemediği gerçeğini tartışmaktadır. İyon değişimi ve gözenek geometrisi değişimi üzerine literatürün sentezlenmesiyle, tarihçeye bağımlı (history-dependent) modelleme çerçevelerine yönelik bir çağrıda bulunulmaktadır. Tuzdan etkilenen topraklar için tehdit değerlendirmesi ve ıslah stratejileri, ancak bu tarihsel değişiklikler dikkate alındığında gerçekten sürdürülebilir olabilir.
Anahtar Kelimeler: Toprak tuzluluğu, sodiklik, hidrolik iletkenlik, histerezis, toprak yapısal stabilitesi, geri dönüşümsüz bozunum.

THE INTERPLAY OF SALINITY AND SODICITY ON SOIL HYDRAULIC HYSTERESIS: FROM PHYSICOCHEMICAL MECHANISMS TO IRREVERSIBLE DEGRADATION MODELING

ABSTRACT
Degradation of arid and semi-arid agroecosystems results from the opposing physicochemical forces of salinity and sodicity. While increasing electrolyte concentration (salinity) compresses the electric double layer and induces reversible clay flocculation, excessive exchangeable sodium (sodicity) expands this layer, destabilizing aggregates and dispersing clays. This dispersive effect compels the physical plugging of conducting pores, leading to decreases in hydraulic conductivity that are often irreversible, as opposed to temporary. However, common vadose zone modeling—often relied upon by the standard Mualem-van Genuchten approach—defines soil hydraulic parameters as static or fully reversible variables. Consequently, the structural memory of soils subjected to salinity and sodicity extremes is rarely acknowledged in standard soil modeling. This review discusses the physicochemical rationale for soil hydraulic hysteresis and the reality that structural restoration does not follow the same path as degradation. By synthesizing the literature on ion exchange and pore geometry variation, an appeal is made for history-dependent modeling frameworks. Only when these historical changes are considered can threat assessment and rehabilitation strategies for salt-affected soils be truly sustainable.

Keywords: Soil salinity, sodicity, hydraulic conductivity, hysteresis, soil structure stability, irreversible degradation.

1. INTRODUCTION

Salinity- and sodicity-induced soil degradation is a growing global threat for food security and agricultural viability wherever such phenomena occur in arid and semi-arid agroecosystems (Stavi et al., 2021). Soil degradation is defined as increased soluble salts (salinity) and exchangeable sodium (sodicity) within the soil horizons. These two abiotic, chemical stressors interact to determine soil aggregate stability and thus, the hydraulic parameters (infiltration potential) of soil (Frenkel et al., 1978). While salinity, as a generality, promotes flocculation through the electric double layer (EDL) compression, sodicity increases EDL expansion, clay swelling and dispersion (Pearson, 2003; Kumari & Mohan, 2021).

Historically, hydraulic conductivity (Ks) is a generalized parameter or reversible property according to existing chemical conditions in vadose zone hydrological models (van Genuchten, 1980; McNeal, 1968). However, a threshold lab and field studies reveal hydraulic degradation is an irreversible property with substantial hysteresis—dependent upon chemical history and not just the present regime (Adeyemo et al., 2022). Thus, in the lab, conditioned soils exposed to saline-sodic water and then fresh water (like precipitation or leaching) have their dispersion and pore clogging induced hydraulic conductivity (Ks) decreased but not able to be increased back to pre-experimental conditions (Minhas & Sharma, 1986; Kramer et al., 2022). This challenge to "structural memory" increases the potential for models to calculate degradation over time and underestimate the impact of short-term chemical regimes with a long-term implication.

This review compiles the physicochemical basis of this hysteresis, the static nature of Ks values and models over time and subsequently assess new, history-dependent models (the Preisach model) for irreversible soil degradation.

2. Physicochemical Drivers of Structural Stability

2.1 The Electric Double Layer (EDL) and Clay Interactions

The charge plays a major role in controlling both flocculation and dispersion. The stability of soils is governed by forces developed within the diffuse double layer of clay particles. Clay particles have a net negative charge upon the surface, attracting cations from the solution (Kumari & Mohan, 2021). The thickness of the DDL exists in proportion to the adsorbed cation valence and total electrolyte concentration (TEC). High electrostatic potentials of high salinity create compaction of the DDL which means repulsive forces decrease and a tendency to flocculate emerges (Ladd, 1960).

In contrast, high sodicity (SAR) introduces monovalent sodium ions which increase the diffuse double layer (DDL) whereby repulsive potential among clay platelets increase (Frenkel et al., 1978).

2.2 Mineralogical Controls

Yet the magnitude of such response is limited to mineralogy. Soils with expansive clay 2:1-layer silicates (mostly montmorillonite (smectite)) have high swelling potential due to their relatively high specific surface area and CEC (Frenkel et al., 1978; McNeal & Coleman, 1966). Thus, kaolinitic and illitic soils are less susceptible to swelling potential but higher dispersive potential (Awedat et al., 2021). For example, even clayey soils with little clay content show dispersion of small amounts of clay which create blocked conductive pores to hydraulic failure (Frenkel et al., 1978).

3. Hydraulic Conductivity Reduction Mechanisms

3.1 Swelling vs. Dispersion

Swelling and dispersion cause Ks reductions: swelling reduces the pore-conductive radius to almost nothing; swelling is a time-reversible process (McNeal & Coleman, 1966). Dispersion

is the separation of particles and their transport with the soil water flow until "bottlenecks" hinder such flow. Dispersion causes physical plugging (Frenkel et al., 1978); therefore, plugging is the reason such reductions are irreversible (Minhas & Sharma, 1986).

3.2 Threshold Electrolyte Concentration (TEC)

Many researchers stick to a TEC line which is the threshold of stability to which Ks reduction is concerned (Quirk & Schofield, 1955). TEC is the notion that with any SAR, there's a detectable minimum electrolyte concentration under which flocculation must be maintained, and findings emerged to challenge such a limit as empirical findings show no de facto "safe" level. Since any increase in sodicity or decrease in salinity is detrimental to a structure's integrity it would seem that no safe thresholds exist (Suarez, 2012; Freire et al., 2014).

4. Hydraulic Hysteresis and Hydraulic Properties Irreversibility

4.1 Hydraulic Hysteresis

Hydraulic hysteresis is linked to the "ink-bottle" phenomenon, the generation of contact angles and the trapping of air (Nasr & Ati, 2023; Gómez, 2025). The hydraulic hysteresis for saline-sodic hydraulic conductivity comes to a more chemical perspective in relative soil research. For example, Adeyemo et al. (2022) reveal that "changes in Ks occurs in different paths during the degradation" (decreasing salinity/increasing sodicity) than during the rehabilitation (increased salinity/decreased sodicity).

4.2 Pathways of Irreversible Degradation

Ks reductions are irreversible due to substantial physical displacement. Unlike swelling, which dissipates when high-electrolytic waters return, dispersed clays plugged into pore spaces are essentially irretrievable (Frenkel et al., 1978). Thus, a new steady state is reached. This occurs critically following rains after saline irrigation as the low-electrolytic concentration precipitation causes rapid dispersion at the soil surface (Minhas & Sharma, 1986; Suarez, 2012).

5. Modeling Approaches: Static to History Dependent

5.1 Current Approaches and Their Pitfalls

Vadose zone modeling approaches are currently predominantly based on the Mualem-van Genuchten (MvG) equations (van Genuchten, 1980; Heinen, 2023). While these are fine for hydraulic characterization under normal circumstances and steady state parameters like EC and SAR, they assume hydraulic parameters are static or quasi reversible (McNeal, 1968; Ezlit et al., 2013)—without cumulative, history-dependent adjustments which, over time, would actually facilitate degradation potential (Kramer & Mau, 2023).

5.2 History Dependent Approaches: The Preisach Modeling Formalism

Thus, more recently, history dependent approaches have emerged such as the Salt of the Earth (SOTE) model which incorporates the Preisach hysteresis formalism (Kramer et al., 2021).

Unit Density: The weight function of the Preisach formalism indicates the density of hysteretic units (hysterons) present within a material. This means it is soil specific and indicates ranges of degradation through irreversible paths and paths of recovery that development can take (Kramer et al., 2021). **Susceptibility Measures:** The weight function can also be translated into a "reversibility index" to quantify the susceptibility of certain soils to permanence (Adeyemo et al., 2022). It enables a simulation of long duration events as integrated developments of degradation (Kramer et al., 2022).

6. Conclusion

The salinity and sodicity effects render a non-linear, history-dependent response in soil hydraulic conductivity difficult to model through traditional reversible means—essentially, a reversible swell versus an irreversible dispersion/plugging defines this hysteresis. Therefore, a transition from novel modeling approaches that do not take into account the soil's "memory of structure" is vital for more sustainable progression of arid agroecosystems to history-dependent

modes of thinking. Ideally, future research would seek to parameterize these models from more diverse soils to create functional prediction models and risk assessment and reclamation tools.

References

Adeyemo, T., Kramer, I., Levy, G. J., & Mau, Y. (2022). Salinity and sodicity can cause hysteresis in soil hydraulic conductivity. Geoderma, 413, 115765. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2022.115765.

Awedat, A. M., Zhu, Y., Bennett, J., & Raine, S. (2021). The impact of clay dispersion and migration on soil hydraulic conductivity and pore networks. Geoderma, 404, 115297. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115297.

Ezlit, Y. D., Bennett, J. M., Raine, S. R., & Smith, R. J. (2013). Modification of the McNeal Clay Swelling Model Improves Prediction of Saturated Hydraulic Conductivity as a Function of Applied Water Quality. Soil Science Society of America Journal, 77(6), 2149–2156. https://doi.org/10.2136/sssaj2013.03.0097.

Frenkel, H., Goertzen, J. O., & Rhoades, J. D. (1978). Effects of Clay Type and Content, Exchangeable Sodium Percentage, and Electrolyte Concentration on Clay Dispersion and Soil Hydraulic Conductivity. Soil Science Society of America Journal, 42(1), 32. https://doi.org/10.2136/sssaj1978.03615995004200010008x.

Freire, M. B. G. dos S., Vieira, C. B., Silva, G. H. M. C., & Almeida, B. (2014). Use of threshold electrolyte concentration analysis to determine salinity and sodicity limit of irrigation water. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 18(suppl), S53–S58. https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18nsuppS53-S58.

Gómez, A. V. (2025). A Theoretical Pore Network Model for the Soil–Water Characteristic Curve and Hysteresis in Unsaturated Soils. Civil Engineering Journal, 11(2), 763–778. https://doi.org/10.28991/CEJ-2025-011-02-021.

Heinen, M. (2023). Modified expression for hydraulic conductivity according to Mualem–van Genuchten to allow proper computations at low-pressure heads. Vadose Zone Journal. https://doi.org/10.1002/vzj2.20279.

Kramer, I., Bayer, Y., Adeyemo, T., & Mau, Y. (2021). Hysteresis in soil hydraulic conductivity as driven by salinity and sodicity – a modeling framework. Hydrology and Earth System Sciences, 25(4), 1993–2008. https://doi.org/10.5194/hess-25-1993-2021.

Kramer, I., Bayer, Y., & Mau, Y. (2022). The Sustainability of Treated Wastewater Irrigation: The Impact of Hysteresis on Saturated Soil Hydraulic Conductivity. Water Resources Research, 58(3). https://doi.org/10.1029/2021WR031307.

Kramer, I., & Mau, Y. (2023). Review: Modeling the Effects of Salinity and Sodicity in Agricultural Systems. Water Resources Research, 59(6). https://doi.org/10.1029/2023WR034750.

Kumari, N., & Mohan, C. (2021). Basics of Clay Minerals and Their Characteristic Properties. In Clay and Clay Minerals. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.97672.

Ladd, C. C. (1960). Mechanisms of Swelling by Compacted Clay. Highway Research Board Bulletin, (245), 10-26.

McNeal, B. L. (1968). Prediction of the effect of mixed-salt solutions on soil hydraulic conductivity. Soil Science Society of America Journal, 32(2), 190–193. https://doi.org/10.2136/sssaj1968.03615995003200020013x.

McNeal, B. L., & Coleman, N. T. (1966). Effect of Solution Composition on Soil Hydraulic Conductivity. Soil Science Society of America Journal, 30(3), 308–312. https://doi.org/10.2136/sssaj1966.03615995003000030007x.

Minhas, P. S., & Sharma, D. R. (1986). Hydraulic conductivity and clay dispersion as affected by application sequence of saline and simulated rain water. Irrigation Science, 7(3), 159–167. https://doi.org/10.1007/BF00344071.
Nasr, M. M., & Ati, A. S. (2023). Hysteresis in Soil, Its Causes and Influences. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1262(8), 082052. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1262/8/082052.
Pearson, K. E. (2003). Basics of Salinity and Sodicity Effects on Soil Physical Properties. Montana State University Extension. https://waterquality.montana.edu/energy/cbm/background/soil-prop.html.
Quirk, J. P., & Schofield, R. K. (1955). The Effect of Electrolyte Concentration on Soil Permeability. Journal of Soil Science, 6(2), 163–178. https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.1955.tb00841.x.
Stavi, I., Thevs, N., & Priori, S. (2021). Soil Salinity and Sodicity in Drylands: A Review of Causes, Effects, Monitoring, and Restoration Measures. Frontiers in Environmental Science, 9. https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.712831.
Suarez, D. L. (2012). Irrigation water quality assessments. In W. W. Wallender & K. K. Tanji (Eds.), Agricultural Salinity Assessment and Management (2nd ed., pp. 343–370). American Society of Civil Engineers.
van Genuchten, M. T. (1980). A Closed-form Equation for Predicting the Hydraulic Conductivity of Unsaturated Soils. Soil Science Society of America Journal, 44(5), 892–898. https://doi.org/10.2136/sssaj1980.03615995004400050002x.

8. SINIF CEBİR ÖĞRENME ALANININ 'VIII. VE XV. YÜZYIL' MATEMATİK TARİHİ BAĞLAMINDA İNCELENMESİ

Zeynep Zerda ÖTELEŞ
Adıyaman University, Faculty of Education, Department of Mathematics and Science Education, 02040 Adıyaman
ORCID: 0009-0006-6406-1496
Elife Neval KAR
Adıyaman University, Graduate Education Institute, Department of Mathematics and Science Education, 02040 Adıyaman
ORCID: 0009-0002-2104-1568
Serbay DURAN
Adıyaman University, Faculty of Education, Department of Mathematics and Science Education, 02040 Adıyaman
ORCID: 0000-0002-3585-8061

ÖZET
Kökleri, kadim medeniyetlerden günümüze dek uzanan ve anlamı, kapsamı, içeriği, uygulama alanı güncellenerek Türk İslam Medeniyeti matematik geleneğiyle meyvelerini veren hesap ilmi, matematik disiplinin teorik altyapısının inşa edildiği VIII.-XV. yüzyıllar arasında önemli değişim ve gelişim göstermiştir. Ancak kökleri bu kadar eskiye uzanan hesap ilminin öğrencilere öğretiminde matematik tarihiyle birlikte aktarıldığı çalışmaların sayısı, bu köklerin öneminin ortaya konulmasında önemli bir merhale teşkil etse de bu çalışmaların yapıldığı ve sonuçlarının gözlemlendiği çalışmalara hâlâ ihtiyaç duyulmaktadır. Türkiye'de uygulanan matematik öğretim programı incelendiğinde, ortaokulun altıncı sınıf kademesinde başlayan cebir öğrenme kazanımlarının, sekizinci sınıfta daha fazla vurgulanması sebebiyle, araştırma bu kazanımlar üzerine yoğunlaşmıştır. Cebir öğrenme alanında yapılan literatür çalışmaları, tarihsel sürecin temel adımlarla bağdaştırılmadan aktarılması ve gerçek yaşamla olan bağlantı eksikliğinden dolayı öğrencilerin bu konu kapsamında zorluk yaşadıklarını düşündürmektedir. Bu nedenle, çalışmanın araştırma problemi VIII. ve XV. yüzyıllar arasındaki matematik alanında yaşanan gelişmelerin cebir kazanımlarıyla ilişkilendirilmesi, sekizinci sınıf öğrencilerinin cebirsel kavramları anlama düzeylerini ve matematiksel düşünme becerilerine yönelik etkilerinin araştırılmasıdır. Bu doğrultuda, Türk-İslam matematikçilerinin cebir alanındaki önemli çalışmalarına yer verilerek bu katkıların günümüz sekizinci sınıf cebir kazanımlarıyla ilişkilendirip tartışılarak ve öğrencilerde, cebirin tarihsel ve matematiksel gelişimlerini daha iyi anlamaları hedeflenmektedir. Çalışmanın hedef kitlesi, Adıyaman iline bağlı Millî Eğitim Bakanlığı bünyesinde belirlenmiş bir devlet ortaokulunda öğrenim gören sekizinci sınıf öğrencilerini kapsamaktadır. Bu çalışmada, nitel yöntemler arasından fenomenolojik (olgubilimi) desen yöntemi uygulanmıştır. Uygulama aşamasında sekizinci sınıf öğrencilerine, etkileşimli öğrenme materyalleri ve sunumlar aracılığıyla iki farklı disiplin olarak sınıflandırılan matematik ile tarih bilim dallarının arasındaki bağlantıyı anlamlandırmalarına yardımcı olması amaçlanmaktadır. Sonuç olarak, sekizinci sınıf öğrencilerinin cebir öğrenimine yönelik tutumlarının olumlu yönde gelişmesi, matematik tarihine olan ilgilerinin artması, matematiksel kavramları tarihsel bağlamda daha iyi anlamaları ve bu bilgileri gerçek yaşama transfer edebilmeleri beklenmektedir. Ayrıca, bu çalışma öğrencilere cebir bağlamında tarihsel bir perspektif kazandırarak, Türk-İslam matematikçilerinin cebir alanında yapmış oldukları mühim katkılarını tanımalarına olanak tanıyacaktır.

Anahtar Kelimeler: Matematik Tarihi, VIII. ve XV. Yüzyıl Türk İslam Matematikçileri, Cebir Öğrenme Alanı

AN ANALYSIS OF THE 8TH GRADE ALGEBRA LEARNING AREA IN THE CONTEXT OF MATHEMATICS HISTORY IN THE 8TH AND 15TH CENTURIES

ABSTRACT

The science of algebra, whose roots extend from ancient civilizations to the present day and whose meaning, scope, content, and application areas have been updated and borne fruit by the Turkish Islamic Civilization's mathematical tradition, underwent significant change and development between the 8th and 15th centuries, during which the theoretical foundations of the mathematical discipline were built. However, while the number of studies that present the history of mathematics alongside the teaching of this ancient science of algebra constitutes an important step in demonstrating the importance of these roots, there is still a need for studies that have conducted these researches and observed their results. When examining the mathematics curriculum implemented in Türkiye, the research focused on these learning outcomes of algebra, which begin in the sixth grade of middle school and are emphasized more in the eighth grade. Literature studies in the field of algebra learning suggest that students experience difficulties in this area due to the lack of connection between the historical process and fundamental steps, and the absence of links to real life. Therefore, the research problem of this study is the 8th and 15th centuries. This study investigates the relationship between developments in mathematics over the centuries and algebraic achievements, and how this relates to the understanding of algebraic concepts and the impact on mathematical thinking skills of eighth-grade students. To this end, the significant contributions of Turkish-Islamic mathematicians in the field of algebra will be presented, and these contributions will be discussed in relation to current eighth-grade algebraic learning outcomes, aiming to improve students' understanding of the historical and mathematical development of algebra. The target audience of the study includes eighth-grade students attending a designated state middle school under the Ministry of National Education in Adıyaman province. In this paper, the phenomenological (phenomenology) design method was applied among qualitative methods. During the implementation phase, the goal is to help eighth-grade students understand the connection between mathematics and history, two disciplines classified as distinct, through interactive learning materials and presentations. Ultimately, it is expected that eighth-grade students will develop positive attitudes towards learning algebra, increase their interest in the history of mathematics, better understand mathematical concepts in their historical context, and be able to transfer this knowledge to real life. Additionally, this paper will provide students with a historical perspective on algebra and enable them to recognize the important contributions of Turkish-Islamic mathematicians to the field of algebra.

Keywords: History of Mathematics, 8th and 15th Century Turkish Islamic Mathematicians, Algebra Learning Area

1. GİRİŞ

Cebir, Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Program içerisindeki beş öğrenme alanından biridir (MEB, 2018). Bu matematik alanı, bireyin problem çözme sürecini incelemek için ilgi çekici bir konudur (Kieran, 1989). 1989 yılında, aralarında Ulusal Araştırma Konseyi (National Research Council, [NRC]) ve NCTM'in de bulunduğu birçok kuruluş, cebirsel düşünme ve muhakeme becerisine vurgu yapan bir cebir müfredatının geliştirilmesine yönelik reform çağrısında bulunmuştur (Nilklad, 2004). Değişen dünyayla birlikte öğrencilerin cebir öğrenme alanında, belirli algoritmaları ezberlemenin ötesinde; konuyu düşünmeleri, problemlere çözüm yöntemleri geliştirebilmeleri daha çok önem kazanmıştır. Bununla birlikte bu değişim, yenilenen öğretim programlarına da yansımıştır (Sezgin, 2019). Öğretim programında öğrencilerin başarılarının sonuç değil, süreç odaklı değerlendirilmesi gerektiği belirtilmiştir (MEB, 2018).

Sekizinci sınıf öğrencilerine yönelik uygulanan bir araştırmada, öğrencilerin cebiri çağrıştıran kavramları, zihin haritalarına yazdıkları kelimeler aracılığıyla tespit edilmesi üzerine yapılmıştır (Cantimer, 2024). Bu araştırmada öğrencilerin; Harezmî, semboller, bilinen ve bilinmeyen, altın oran, bilim, adalet, bulmaca gibi ifadeleri yazdıkları fark edilmektedir. Sonuç olarak öğrencilerin Harezmî ismini yazmaları, günümüz cebir anlayışının şekillenmesinde önemli rolü olan bilim insanının farkında olduklarını ve derslerde buna yönelik açıklamaların yapıldığını ortaya çıkarmaktadır. Her ne kadar bu durum memnuniyet verici olarak değerlendirilebilse de, yeterli olmadığı açıktır.

Tarih kronolojisinde, insanlığın matematiği her alanda kullanarak yaşamlarını kolaylaştıran bir katalizör etkiye sahip olduğunu, matematiğin konusunu doğadan ve yaşamdan alması sebebiyle öğrenilmesinin gerekli ve önemli olduğuna yönelik farkındalık yaratmıştır (Bayam, 2012). Matematiği anlatırken, matematik tarihinin kullanılması gerektiği yeni bir tartışma konusu olmasa da bu düşünceye olan bilimsel ilgi hızla artmaktadır. Bunun nedeni matematiği anlamak için bir bağlantı oluşturmasıdır.

XXI. yüzyılın başında Türk-İslam matematikçilerinin geliştirdiği bu bilimler manzumesinde Müslümanların 800 yıllık yaratıcılık merhalesinin bilimler tarihindeki yerinin saptanması güçtür (Sezgin, 2015). Oysa VIII. ve XV. yüzyıllar arasındaki Türk-İslam dünyası, matematik ve bilim tarihinde önemli dönüm noktalarından birini teşkil eder. Çünkü İslâm medeniyetinde gelişen cebir hem İslâm coğrafyasında hem de dünya coğrafyasında insanlık için yeni yaklaşımların oluşumuna olanak sağlamıştır (Saygılı, 2018). TIMSS 1999 bulgularına göre, toplam 638 matematik dersinin sadece %3'ünde matematik tarihindeki matematikçilere yer verildiğini ve ayrılan zamanın sadece üç dakika ile sınırlı olduğunu ortaya koymuştur (Baki ve Bütüner, 2013).

8. sınıf cebir öğrenme alanında; cebirsel ifadeler ve özdeşlikler, doğrusal denklemler, eşitsizlikler konuları işlenmektedir. Öğrencilerin cebirsel ifadeleri ve özdeşlikleri anlamaları ve cebirsel ifadeleri çarpanlara ayırmaları beklenmektedir. Bunlara ek olarak iki değişken arasındaki doğrusal ilişkinin incelenmesi ve denklem çözümleri yer almaktadır. Ortaokul cebir konuları bir bilinmeyenli eşitsizliklerin incelenmesi ile sona ermektedir (MEB, 2018). Bu işleyiş üzerine VIII. ve XV. yüzyılları Türk İslam matematikçilerinin cebir üzerindeki çalışmalarının sekizinci sınıf kazanımlarıyla ilişkilendirilmesi bu bağlamda önem arz etmektedir.

2. MATERYAL VE METOT

Bu araştırmada, nitel yöntemler arasından fenomenolojik (olgubilimi) desen yöntemi uygulanmıştır. Fenomenolojik araştırma, insanların çevrelerinde olup biten olayları nasıl değerlendirdiklerini anlamayı amaçlayan nitel araştırma desenidir (Willig, 2013; Patton, 2002; Creswell, 2016; Myers, 2009; Roberts, 2020).

Araştırmanın ilk aşamasında etik süreçler gözetilerek, katılımcılardan bilgilendirilmiş onay formları alınmış ve gönüllülük esasına göre çalışılmıştır. 8. sınıf öğrencileriyle yürütülen süreçte, bireysel görüşmeler yapılarak cebir öğrenme alanındaki süreçlerine ve tarihsel bağlamla ilgili algılarına dair derinlemesine nitel veriler ön test (Ek-1 bkz.) toplanmıştır. Bu veriler doğrultusunda öğrencilerin tarihsel içeriklerle kurduğu anlamlar analiz edilmiştir. İkinci aşamada, ilgili tarihsel içeriklere odaklanan bir seminer düzenlenmiştir. Bu seminer, nitel verilerle ortaya çıkan ihtiyaçlar doğrultusunda yapılandırılmıştır. Seminerin ardından, öğrencilerle tekrar görüşmeler yapılarak seminerin etkisine dair farkındalık, anlam geliştirme ve tarihsel içerik ile kurulan bağlam düzeyi tekrar değerlendirilmek üzere son test ile öğrencilerin görüşleri alınmıştır.

Fenomenolojik (olgubilimi) desenin bu uygulamasında, nitel veriler hem keşif hem değerlendirme amacıyla kullanılmakta; nitel bulgulardan hareketle yapılan bir müdahale (seminer) yine nitel yollarla değerlendirilmektedir. Verilerin çözümlenmesinde SPSS

istatistiğinden faydalanılarak frekans analizleri yapılmıştır. Elde edilen bulgular temalar hâlinde sunulmuştur.

3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

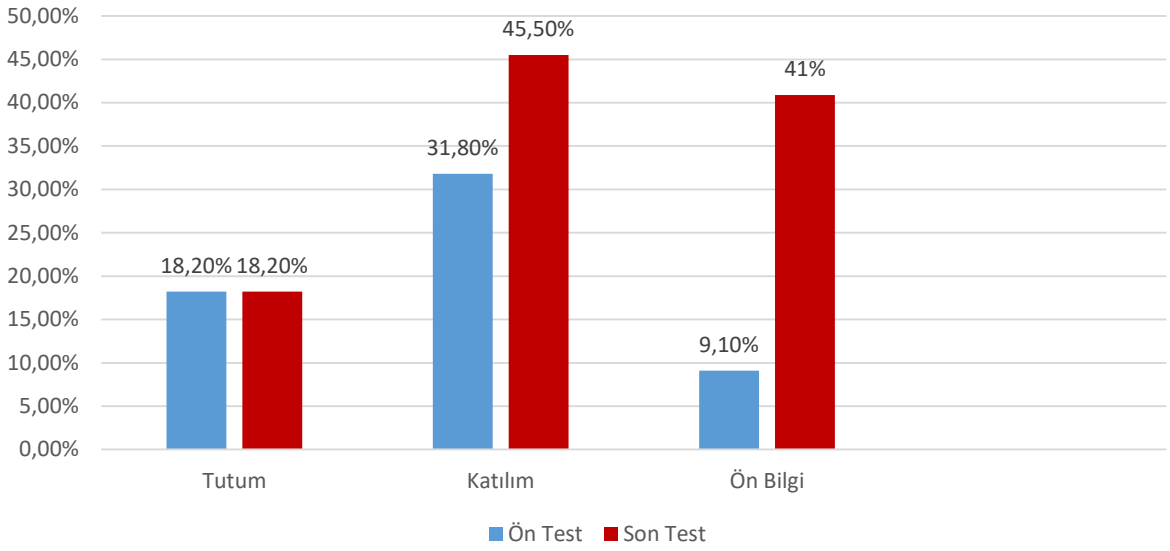
Araştırmanın örnekleminde 2025-2026 Eğitim Öğretim yılında Adıyaman İli Merkez İlçesinde seçilmiş ortaokulda eğitim ve öğretim görmekte olan 22 sekizinci sınıf öğrencisi yer almıştır. Araştırmada yer alan okul, heterojen bir örneklemin seçimine imkan vermesinden ötürü tercih edilmiştir.

Tablo 1. Sekizinci Sınıf Öğrencilerin Tutum, Katılım ve Ön Bilgi Düzeylerine İlişkin Yapılan Frekans Analizinin Ön Test – Son Test Karşılaştırılması

		Frekans (f) ve Yüzde (%)			
		Ön Test (*f*)	Ön Test (%)	Son Test (*f*)	Son Test (%)
TUTUM	Olumsuz	9	40,9	5	22,7
	Orta	9	40,9	13	59,1
	Olumlu	4	18,2	4	18,2
KATILIM	Düşük	3	13,6	2	9,1
	Orta	12	54,5	10	45,5
	Yüksek	7	31,8	10	45,5
ÖN BİLGİ	Bilgi Yok	9	40,9	1	4,5
	Genel Bilgi	11	50,0	12	54,5
	Doğru Bilgi	2	9,1	9	40,9

Tablo 1'de, Milli Eğitim Bakanlığına bağlı seçilmiş bir ortaokulda öğrenim gören 22 öğrenciden oluşan sekizinci sınıf öğrencilerinin, frekans analiz sonuçlarına yer verilmiştir. Elde edilen veriler derinlemesine incelendiğinde; ön test uygulamasında matematik dersine olan tutum kategorisinde, olumsuz tutuma sahip öğrenci sayısı dokuz iken, seminer sonrası son test sonuçlarında bu sayı beş kişiye düşmüştür. Bu durumda matematik dersine olan tutumlarındaki değişim, Ö11'in ifadelerinde net bir şekilde görülmektedir. Ö11 uygulama öncesinde, *"Matematiğe olan tutumum çok iyi değil."* ifadesini kullanırken, uygulama sonrasında görüşünü, *"Seminer gününden beri ilgim fazla."* şeklinde güncellemiştir.

Şekil 1. Öğrencilerin Konu Kapsamında Tutum, Katılım ve Ön Bilgi Düzeylerinin Ön Test - Son Test Karşılaştırması



Tablo 1, SPSS istatistiği ile frekans analizi bulgularının sayısal yoğunluğunu ortaya koyarken, Şekil 1 ise bu verilerin görsel bir izdüşümünü pozitif bir ivme kazanarak sütun grafiği aracılığıyla yapılan müdahalenin etkisini ortaya koymayı amaçlamıştır.

Tablo 1'deki verilerin görselleştirilerek sunulduğu Şekil 1 incelendiğinde katılım kategorisi, ön testte baskın olan 'pasif katılım' eğilimi, seminer sonrası yerini 'aktif katılım' eğilimine bırakmıştır. Öğrencilerin matematik dersine olan yüksek katılımlarındaki oranı uygulama öncesinde %31,8 iken uygulama sonrasında bu oran aktif olarak katılan öğrenci sayısında artış yaşanmasıyla birlikte %45,5'e ulaşmıştır. Bu durumda matematik dersine olan katılımlarındaki değişim Ö22'nin ön test görüşü, *"Derse katılırım ama yine de sınavlarda başarılı olmuyorum."* iken son testteki görüşü "*Orta. Daha fazla çalışıyorum ilgim arttı, biraz daha derse katılıyorum."* şeklinde olmuştur.

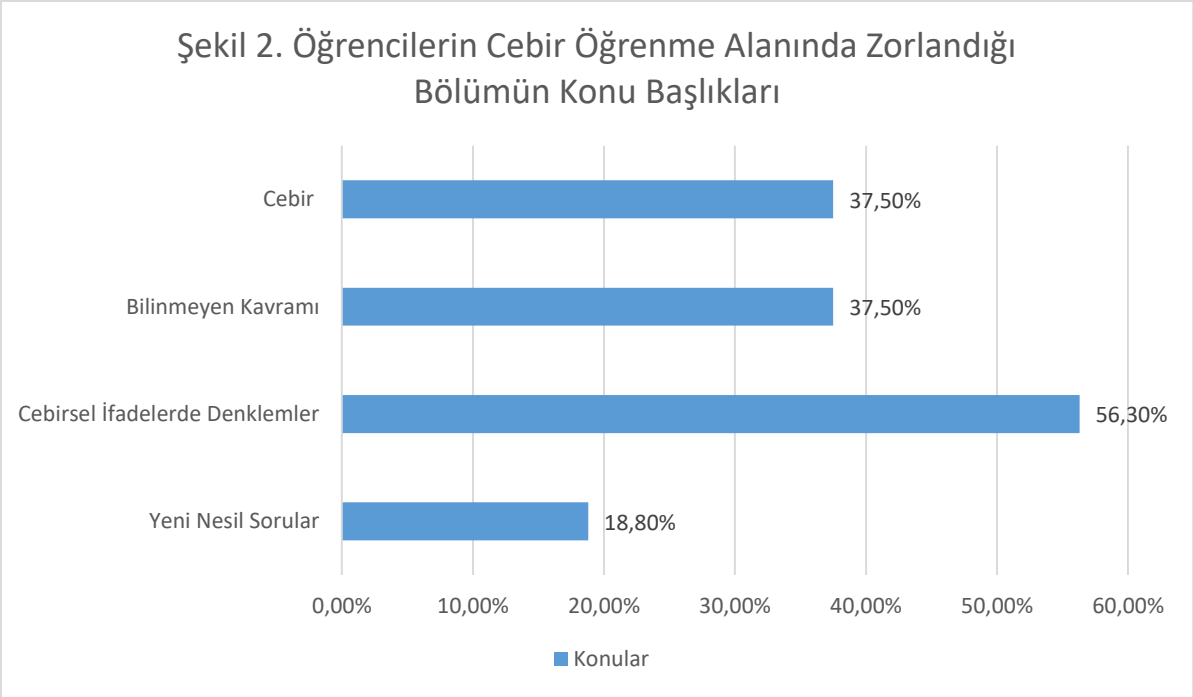
Araştırmanın en dikkat çekici bulgusu olduğu düşünülen ön bilgi düzeylerindeki artıştır. Seminer uygulaması öncesinde sınıfın çok küçük bir kısmı (%9,1) matematik tarihi hakkında spesifik doğru bilgiye sahiptir. Ancak matematik tarihi kapsamında seminer sonrasında bu oran yaklaşık 5 katına çıkarak %40,9'a ulaşmıştır. Bu durumla ilişkili görüşünü bildiren Ö4'ün ön test görüşü "*İlk kez kim kullandı bilmiyorum. LGS'ye odaklandığımdan merak edecek zamanım bile olmadı."* şeklinde düşüncelerini dile getirirken seminer sonrasında "*Harezmi, Battani, Biruni, Ömer Hayyam gibi matematikçiler cebirde keşif yapmışlar. Hatta bir matematikçi çok yakınımızda olan Urfa'da yaşamış çok ilginç."* yorumuyla ön bilgilerindeki değişimi net bir şekilde ortaya koymuştur.

Bulgular, sadece matematik tarihi hakkında bilgi eksikliği yaşayan öğrencilerde değil aynı zamanda ön bilgisi olan öğrencilerde de kavramsal derinleşme yarattığını göstermiştir. Bu bağlamda Ö15'in seminer uygulaması öncesi görüşü "*Harezminin sıfırı ve cebiri bulduğunu biliyorum."* iken seminer uygulamasından sonraki son testte "*Harezmi'nin sıfırı bulduğunu biliyordum ama sıfırı neden kullandığını konferans salonundaki etkinlik sayesinde anladım. Sayıların açılardan gelmesi de çok iyi."* şeklinde olmuştur.

Tablo 2. Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Cebir Öğrenme Alanında Zorlandığı Bölümlerin Frekans Analizi

Zorlandıkları Bölümler	*f*	%
Cebir	6	37,5
Cebirsel İfadelerde Denklemler	9	56,3
Bilinmeyen Kavramı	6	37,5
Yeni Nesil	3	18,8

Tablo 2 incelendiğinde, katılım sağlayan sekizinci sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme alanında zorluk yaşadığı bölümlerin frekans analiz sonuçları verilmiştir. Öğrencilerin tek bir odakta zorlanmadığını, konuların birbiriyle ilişkili olmasından kaynaklı birden fazla alanda görüş bildirdikleri tespit edilmiştir. Katılım sağlayan öğrenciler birden fazla kategoride görüş belirtebildikleri için frekans değerleri ve yüzdelerdeki toplam katılımcı sayısını geçmektedir.



Cebir öğrenme alanının temeli olan değişken ve denklem kavramlarının anlaşılması, cebirsel ifade gücünün oluşmasını sağlamaktadır (Knuth, Alibali, McNeil, Weinberg & Stephens, 2005). Bu doğrultuda cebir ve bilinmeyen kavramında eksiklik yaşayan öğrencinin, cebirsel ifadelerde denklemler konusunda zorluk yaşaması kaçınılmazdır. Sonuç olarak cebir alanındaki zorlukların sarmal bir yapıda olduğunu ve bir alandaki yoksunluğun diğer alanı tetiklediği çıkarımına ulaşılabilir.

SONUÇLAR

Bu çalışma, matematik tarihini müfredatla birleştirerek öğrencilerin matematik ve tarih arasındaki köprüyü kurmalarını sağlamıştır. VIII. ve XV. yüzyıllar arasındaki dönem, matematiğin teorik temellerinin atıldığı bir zaman dilimini kapsamaktadır. Bu bağlamda VIII. ve XV. yüzyıllar arasındaki dönemlerde Türk İslam matematikçilerinin keşfettiği mühim katkıların, günümüz sekizinci sınıf cebir öğretimine farklı bir bakış açısı geliştirebileceği düşünülerek gerçekleştirilen çalışmayla, öğrencilerin katılım ve ön bilgilerinin artışıyla ortaya konulmuştur.

Öğrencilerin matematiksel düşüncenin tarih içindeki gelişim sürecinden bu araştırma aracılığıyla haberdar edilmiş, onların matematik öğretiminde alternatif perspektifleri de göz önüne alabileceklerini göstererek öğrenilen bilgilerin daha anlaşılır şekilde öğrenilmesini ve bilgileri kavrama kolaylığının sağlanmasında önemli bir rol oynamıştır.

TEŞEKKÜR/DESTEKLEYEN KURULUŞ
Araştırma projesi TÜBİTAK 2209-A Bilim İnsanı Destek Programları Başkanlığı (BIDEB) tarafından yürütülen "2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı" kapsamında 1919B012466390 numarası ile 2024 yılında desteklenmeye hak kazanan bir projenin çıktısı olarak üretilmiştir. Çalışmanın yürütülmesi amacıyla gerekli finansal desteği sağlayan TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

ETİK KURUL ONAYI
Bu çalışma, Adıyaman Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (Karar No: 109, Tarih: 20 Mayıs 2025).

KAYNAKÇA
Baki, A., & Bütüner, S. Ö. (2013). 6-7 ve 8. Sınıf Matematik Ders Kitaplarında Matematik Tarihinin Kullanım Şekilleri. İlköğretim Online, 12(3), 849-872.
Bayam, S. B. (2012). İlköğretim Matematik Eğitiminde Öğrencilerin Matematik Tarihi Bilmelerinin Matematiğe Yönelik Başarı ve Tutumlarına Etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
Cantimer, G. G. (2024). Ortaokul 7. ve 8. Sınıf Öğrencilerinin Cebir Öğrenme Alanına Yönelik Algılarının Kavramları Günlük Yaşamla İlişkilendirebilme Bağlamında İncelenmesi. Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi, 15(1), 24-56.
Creswell, J. W. (2016). Nitel Araştırma Yöntemleri Beş Yaklaşıma Göre Nitel Araştırma ve Araştırma Deseni (Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches). M. Butun & S. B. Demir (Edt.). Ankara: Siyasal.
Kieran, C. (1989, July). A Perspective on Algebraic Thinking. In in G. Vergnaud, J. Rogalski and M. Artigue (Eds.), 13th International Conference for the Psychology of Mathematics Education (Vol. 2, pp. 163-171) Paris, France.
Knuth, E. J., Alibali, M. W., McNeil, N. M., Weinberg, A., & Stephens, A. C. (2005). Middle School Students' Understanding of Core Algebraic Concepts: Equivalence & Variable, ZDM, 37(1), 68-76.
Milli Eğitim Bakanlığı. (2018). Ortaokul Matematik Dersi 5. 6. 7. ve 8. Sınıflar Öğretim Programı, http://ttkb.meb.gov.tr/www/guncellenen-ogretimprogramlari/icerik/12-14
Myers, M. D. (2009). Qualitative Research in Business and Management. London: Sage.
Nilklad, L. (2004). College Algebra Students' Understanding and Algebraic Thinking and Reasoning with Functions. Unpublished PhD Dissertation, Oregon State University.
Patton, M. Q. (2002). Qualitative Research and Evaluation Methods. Thousand Oaks, CA: Sage.
Roberts, C. W. (2020). Text Analysis for the Social Sciences: Methods for Drawing Statistical Inferences from Texts and Transcripts. New York: Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003064060s
Saygılı, S. (2018). Doğu ve Batı Düalizminde İslam Medeniyet Tarihinin Oksidentalist Düşünürü Fuat Sezgin ve Bilim Tarihi Anlayışı. Temaşa Erciyes Üniversitesi Felsefe Bölümü Dergisi, (10), 10-31.
Sezgin, F. (2015). Bilim Tarihi Sohbetleri, (Söyleşi: Sefer Turan), İstanbul: Timaş Yayınları.

Sezgin, A. N. (2019). Çoklu Temsillerle Öğretimin 7. Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Anlama Seviyelerine ve Cebirsel Problem Çözme Sürecine Etkisinin İncelenmesi (Master's thesis, Marmara Üniversitesi (Türkiye)).
Willig, C. (2013). Introducing Qualitative Research in Psychology. (3rd ed). England: McGraw-hill Education.

K-1: Öğrenci Görüşme Formu:

Proje Adı:	8. Sınıf Cebir Öğrenme Alanının 'VIII. ve XV. Yüzyıl' Matematik Tarihi Bağlamında İncelenmesi
Görüşme Tarihi:	
Görüşme Başlama ve Bitiş Saati:	
Görüşme Yapan Araştırmacı:	Zeynep Zerda Öteleş
Görüşme Yapılan Öğrencinin Adı ve Soyadı:	

Bu görüşme, Adıyaman ilinde bulunan Fuat Sezgin Ortaokulunda okuyan 8. Sınıf öğrencilerinin cebir öğreniminde yaşadığı deneyimleri ve tarihsel bağlamda yapılan etkinliklerin bilişsel, duyuşsal ve pedagojik açılardan etkisini anlamak için yapılmaktadır.

1. Genel Bilgiler:

1.1. Matematik dersine olan katılım durumunuz nedir? (*Devam durumu*)
Cevap:

1.2. Bu yıl matematik dersine dair genel tutumunuzu nasıl tanımlarsınız?
Cevap:

1.3. Daha önce matematik tarihi hakkında bilginiz oldu mu? Nereden edindiniz?
Cevap:

2. Cebir Konularına Yaklaşım:

2.1. Bugüne kadar öğrendiğin konular arasında cebir (örneğin; denklemler, bilinmeyenli ifadeler) işlerken zorlandığınız noktalar oldu mu? Bunlar nelerdir?
Cevap:

2.2. Cebir derslerini bazen oyun, hikâye, geçmişten örnekler kullanmak dersi daha eğlenceli yapar mı?
Cevap:

3. Matematik Tarihi ve Cebir:

3.1. Matematiğin geçmişte de insanların kullandığı bir bilim olduğunu biliyor muydun?

Cevap:

3.2. Eski zamanlarda yaşamış olan matematikçiler hakkında bilgin var mı?

Cevap:

3.3. "Cebir" kelimesini ilk kez kim kullandı, hiç merak ettin mi?

Cevap:

3.4. Geçmişteki matematik bilgileri bugünkü konulara nasıl yardımcı olabilir?

Cevap:

4. Genel Yorumlar ve Öneriler:

4.1. Cebir dersinin matematiksel konularını daha iyi anlayabilmeniz ve başarılı olabilmeniz için ne tür öneriler sunmak istersiniz?

Cevap:

4.2. Bu görüşme sırasında eklemek istediğiniz başka herhangi bir şey var mı?

Cevap:

Bu görüşmeye katıldığınız için teşekkür ederiz. Görüşmeye katılan öğrenci adı soyadı ile görüşme tarihine dair bilgileriniz, gizliliğiniz korunarak bu araştırma projesinde kullanılacaktır.

SANAYİ PARKLARINDA ÜRETİM GİRİŞİMCİLİĞİNİN GENİŞLETİLMESİNE YÖNELİK EKONOMİK VE KURUMSAL ARAÇLARIN ANALİTİK TEMELLENDİRİLMESİ

Mehman HASANLI
Azerbaycan Mimarlık ve İnşaat Üniversitesi, doktora öğrencisi
ORCID: 0009-0008-6369-7059

ÖZET
Bu çalışma sanayi parklarında üretim girişimciliğinin genişlemesini etkileyen ekonomik ve kurumsal araçları incelemekte ve bu araçların yatırım kararlarını destekleyecek biçimde nasıl yapılandırılması gerektiğini değerlendirmektedir. Sanayi parkları yalnızca fiziki altyapı sunan alanlar olarak değil, mali teşvikleri, düzenleyici süreçleri ve yönetim modellerini bir arada taşıyan kurumsal yapılar olarak ele alınmaktadır. Analizde yeni yatırım, kapasite artırımı ve ürün çeşitlendirmesi kararlarını etkileyen başlıca unsurlar belirlenmekte; vergi oranları, finansmana erişim, enerji ve lojistik maliyetleri, izin süreçlerinin süresi ve idari düzenlemelerin istikrarı gibi faktörlerin uygulanan teşvik araçlarıyla ilişkisi sistematik şekilde değerlendirilmektedir. Ekonomik araçlar incelenirken vergi indirimleri, gümrük muafiyetleri, faiz destekli kredi programları, altyapı maliyetlerinin paylaşımı ve kira politikalarının park yönetim yapısıyla ne ölçüde uyumlu olduğu analiz edilmekte; yönetim organlarının yetki sınırları, yatırımcının karar süreçlerine katılımı ve hesap verebilirlik düzenleri dikkate alınmaktadır. Kurumsal araçlara ilişkin bölümde tek durak ofis hizmetleri, dijital izin platformları, bağımsız yönetim şirketleri, paydaş danışma kurulları ve performansa dayalı yöneticilik modelleri değerlendirilmekte; bu araçların üretim girişimciliği üzerindeki etkileri literatür ve uluslararası uygulamalar ışığında açıklanmaktadır. Elde edilen bulgular, yalnızca geleneksel vergi teşviklerine dayalı politikaların üretim girişimciliğini güçlü biçimde artırmadığını, ekonomik araçların şeffaf yönetişim, istikrarlı idari süreçler ve yatırımcıyla sürekli iletişim kuran yönetim yapıları ile birlikte tasarlandığında daha etkili sonuçlar verdiğini göstermektedir. Bu koşullar oluştuğunda sanayi parklarında yatırım gerçekleşme oranı yükselmekte, park içi tedarik ilişkileri güçlenmekte ve daha yüksek teknoloji içeren üretim faaliyetlerine geçiş daha tutarlı biçimde desteklenmektedir.
Anahtar Kelimeler: Sanayi parkları, üretim girişimciliği, ekonomik araçlar, kurumsal araçlar, yatırım teşvik sistemi, yönetişim yapısı.

ANALYTICAL JUSTIFICATION OF ECONOMIC AND INSTITUTIONAL INSTRUMENTS FOR EXPANDING PRODUCTION ENTREPRENEURSHIP IN INDUSTRIAL PARKS

ABSTRACT
This study examines the economic and institutional instruments that influence the expansion of production entrepreneurship in industrial parks and analyzes how these instruments should be organized to support investment decisions in a consistent and predictable environment. Industrial parks are approached as integrated institutional settings that combine fiscal incentives, regulatory procedures, and management arrangements which shape the strategic behavior of manufacturing firms. The analysis identifies key factors that affect decisions on new investment, capacity growth, and product diversification, including tax levels, access to credit, energy and logistics costs, licensing duration, and administrative stability, and evaluates how these factors interact with the incentive tools applied inside industrial parks. The study reviews the compatibility of economic instruments such as tax reductions, customs exemptions, interest-supported loans, shared infrastructure financing, and rental policies with the

governance structure of industrial parks by assessing the authority of management bodies, investor participation in decision-making, and accountability mechanisms. It also examines institutional instruments that influence the operating environment of firms, including one-stop service offices, digital permitting platforms, independent management companies, stakeholder advisory boards, and performance-based managerial contracts, using evidence from the literature and international practices. The findings show that generic tax incentives alone do not create strong expansion in production entrepreneurship and that meaningful results emerge when economic instruments operate together with transparent governance, stable administrative rules, and management structures that maintain continuous interaction with investors. Under these conditions, industrial parks achieve higher investment realization, stronger supplier linkages within the park, and a more consistent shift toward technologically advanced production activities.
Keywords: Industrial parks, production entrepreneurship, economic instruments, institutional instruments, governance, incentive design

1. INTRODUCTION

Industrial parks attract manufacturing investment by offering a prepared production environment with land, utilities, and shared services. Firms choose a park when it reduces the cost and time of starting or expanding production, and when it improves access to suppliers, workers, and markets. Production entrepreneurship expands when firms enter manufacturing, raise capacity, adopt better technology, and build stable commercial relations. These actions require capital, skilled labor, reliable infrastructure, and predictable rules. They also require coordination among many actors, including park management, utilities, local authorities, and financial institutions. A park that only supplies land does not remove the main barriers that limit production entrepreneurship. A park that combines incentives with capable governance changes investor expectations and increases the share of projects that reach operation and expansion.

Two sets of instruments shape the entrepreneurial performance of industrial parks. Economic instruments reduce direct costs and financial risk. They influence cash flow, investment payback, and working capital access. Examples include tax relief, customs facilitation, credit support, guarantees, and shared infrastructure funding. Institutional instruments shape how rules are applied and how quickly firms receive services and approvals. They influence transaction costs, time risk, and coordination quality. Examples include one stop services, digital permitting, transparent procedures, investor councils, and performance based management. Institutional economics explains that firms invest when formal rules and enforcement reduce uncertainty and when coordination costs fall (North, 1990; Williamson, 2000). Agglomeration economics explains that spatial concentration raises productivity when firms share inputs, labor pools, and knowledge flows, but these gains appear when coordination works and congestion is controlled (Krugman, 1991; Duranton & Puga, 2004). Cluster literature shows that competitive advantage rises when firms and supporting institutions interact in a dense local system that supports upgrading, supplier development, and innovation services (Porter, 1998).

Many policy programs focus on incentives alone, especially on tax exemptions. This approach often produces weak results when implementation is slow, when rules change often, or when firms face long delays for permits and utilities. Incentives that do not address such constraints raise the number of registered projects but do not raise the number of operating and scaling production firms. Access to finance also remains a major barrier for manufacturing growth, especially for small and medium firms, and financial constraints limit investment even when demand exists (Beck, Demirguc Kunt, & Maksimovic, 2005). For this reason, the policy question is not whether to use incentives, but how to combine instruments into a package that fits the park operating model and that reduces the full set of barriers that firms face.

Table 1. Core outcome indicators for production entrepreneurship in industrial parks and their measurement logic

Outcome indicator	**Practical meaning in a park**	**Simple measurement approach**	**Why it responds to instruments**
Investment realization rate	Registered projects that start production	Share of projects with operating status within a defined period	Faster permits and stable rules reduce time risk
Capacity expansion intensity	Existing firms expand equipment and lines	Share of firms that add production lines or shifts	Finance access and infrastructure reliability support scaling
Productivity upgrading	Firms adopt better processes and quality	Adoption of standards, automation steps, and training hours	Innovation services and supplier support raise upgrading
Market and export readiness	Firms meet delivery and compliance needs	Export share, certified suppliers, long term contracts	Customs facilitation and governance reduce delivery uncertainty
Local linkage depth	Firms buy inputs locally and sell to local clients	Share of procurement from local suppliers	Cluster services and coordination strengthen linkages

This paper provides an analytical justification for integrated instrument design in industrial parks. It explains the mechanisms through which instruments affect production entrepreneurship and defines criteria for selecting and evaluating instruments. It also provides a practical assessment matrix that helps governments and park operators compare alternative packages. The paper follows a theory plus practice logic. The theory part develops channels and design criteria based on established economic and institutional concepts. The practice part demonstrates how to translate these criteria into indicators and scoring rules that support decision making. The aim is to support industrial park policies that increase the rate of real production projects, raise firm survival and scaling, and support upgrading toward higher value manufacturing.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Collection and preparation

The study uses a structured analytical workflow that converts the policy problem into an instrument evaluation system. The first step builds an inventory of instruments that industrial parks use to support manufacturing firms. The inventory includes both economic instruments and institutional instruments. The second step defines a conceptual mapping between instruments and entrepreneurial outcomes, as shown in Table 1. The third step defines evaluation criteria that capture both effectiveness and feasibility. Effectiveness describes whether an instrument increases real production activity and upgrading. Feasibility describes whether an instrument fits fiscal limits and implementation capacity.

A practical assessment matrix requires indicators that are observable and comparable. The paper defines indicator families that park stakeholders track in routine management and public reporting. The indicator families cover investment, finance, infrastructure service reliability, approval time, transparency of procedures, and investor satisfaction. The matrix also uses risk indicators, such as fiscal cost exposure and rent seeking risk. The indicators are selected to

remain usable in parks with limited data systems. The matrix gives each indicator a scoring scale that ranges from weak performance to strong performance.

A demonstrative pilot application is included to show how the matrix works in practice. The pilot uses anonymized park codes IP1 to IP12 to avoid linking the scores to any named park. The pilot values represent a demonstration dataset that follows realistic ranges used in industrial park management practice. The aim is to show calculations and interpretation rather than to claim measurement of any specific country or park. This approach fits a design oriented research purpose where the contribution is the evaluation framework and its operational rules.

Table 2. Instrument inventory template used in the study

Instrument name	**Instrument type**	**Targeted barrier**	**Direct beneficiary**	**Main implementing body**	**Main risk source**
Tax relief tied to production	Economic	High fixed cost and slow payback	New and expanding manufacturers	Finance authority and park authority	Low additionality and fiscal leakage
Customs facilitation for inputs	Economic	Long import lead time	Exporting and import dependent firms	Customs and park service unit	Unequal access and informal payments
Interest support loan lines	Economic	High cost of capital	Investment projects and working capital	Development bank and partner banks	Credit misallocation and default risk
Credit guarantee scheme	Economic	Lack of collateral	SMEs and new firms	Guarantee fund	Moral hazard and weak screening
Shared infrastructure financing	Economic	High connection cost	All park firms	Public utility and park	Cost overruns and delays
Transparent land lease rules	Economic	Unclear tenure and rent volatility	All investors	Park management	Speculation and favoritism
One stop service office	Institutional	Delays and fragmented approvals	All investors	Park authority	Low authority and weak staffing
Digital permitting workflow	Institutional	Manual processing and opacity	All investors	Park authority and local agencies	Low adoption and data gaps
Professional park	Institutional	Weak service delivery	All firms	Park owner	Misaligned incentives

management company					
Investor council and feedback system	Institutional	Weak participation	Operating firms	Park management	Capture by large firms
Performance based management contract	Institutional	Low accountability	Park owner and firms	Park owner	Indicator gaming
Dispute handling procedure	Institutional	Contract and service conflicts	Firms and providers	Park management and local courts	Slow enforcement

2.2. Analysis technique

The analysis uses a multi criteria assessment approach. It converts qualitative design conditions into comparable scores. Each instrument package receives scores across criteria and indicators. The main criteria are fiscal sustainability, additionality, administrative simplicity, transparency, and implementation capacity. Fiscal sustainability measures expected budget exposure per unit of additional investment. Additionality measures whether the instrument changes firm behavior rather than supporting actions that firms would do anyway. Administrative simplicity measures time and procedural burden for firms and agencies. Transparency measures clarity of rules and traceability of decisions. Implementation capacity measures staffing, skills, and digital readiness required to run the instrument.

Each indicator receives a score from 1 to 5. A score of 1 represents weak performance and a score of 5 represents strong performance. The total score for an instrument package is computed as a weighted sum of indicator scores. The weights represent policy priorities. In parks that aim to attract new investors, additionality and simplicity receive higher weights. In parks that aim to upgrade existing firms, finance access and service quality receive higher weights. The scoring system supports sensitivity checks by changing weights and observing whether rankings change. Sensitivity checks reveal whether a preferred package remains strong under alternative priorities.

The practical pilot applies the matrix to economic and institutional indicators and produces descriptive statistics. It also compares combined packages with single instrument approaches. The combined package approach means that an economic instrument is paired with at least one institutional instrument that removes implementation bottlenecks. This pairing is required because incentives lose effectiveness when firms face long delays, unclear procedures, and unstable rules. The analysis interprets results through transaction cost logic and through investment risk logic, consistent with institutional and agglomeration theories (North, 1990; Williamson, 2000; Duranton & Puga, 2004).

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Economic instruments for expanding production entrepreneurship

Economic instruments influence production entrepreneurship through cost reduction, risk reduction, and liquidity support. Cost reduction works when the instrument reduces the cost of fixed investment, utility connections, or recurrent operating costs that matter for early cash flow. Risk reduction works when the instrument stabilizes expected returns by limiting policy

uncertainty, exchange of approvals, and delivery risk. Liquidity support works when working capital and investment finance are available at the time the firm needs them, not months later.
Tax relief tied to production creates stronger effects than broad tax holidays. A production tied design links benefits to verified output, employment, investment, or export delivery. This design raises additionality because the firm earns support only after real production activity occurs. It also reduces fiscal leakage. A broad tax holiday supports even low activity projects and encourages firms to register without operating. This pattern creates a gap between planned and realized investment.
Customs facilitation for production inputs matters for manufacturing that depends on imported machinery, spare parts, and intermediate inputs. Production entrepreneurship depends on predictable lead times and stable input quality. Delays at customs reduce output reliability and raise inventory cost. When the park provides a dedicated customs interface and fast document processing, firms reduce downtime and improve delivery performance. Customs facilitation supports export readiness because firms meet delivery schedules and quality requirements.
Credit support instruments address the capital intensity of manufacturing. Interest support loan lines lower effective borrowing cost and increase investment affordability. Credit guarantees address collateral shortages and reduce bank risk. These instruments raise investment when screening is professional and when monitoring prevents misuse. Without good screening, financial support increases non performing loans and reduces program credibility. Credit instruments also require coordination with institutional instruments because firms must secure permits and utilities on time to draw down loans and start production.
Shared infrastructure financing reduces large upfront connection costs. Manufacturing firms often face high costs for power connection, gas, water, wastewater, and internal roads. These costs delay project start and reduce available capital for equipment. A cost sharing model that uses predictable rules supports project timing and reduces negotiation risk. The design requires clear allocation of costs between public authorities, park owners, and firms. It also requires service level agreements with utilities to prevent frequent outages that damage production.
Land and rent policies shape investor confidence. Transparent land lease rules, stable rent escalation formulas, and clear conditions for lease renewal reduce uncertainty. When land allocation lacks transparency, parks attract speculation rather than production. Speculation blocks land availability for real producers and raises prices. A production oriented land policy links land rights to project milestones and use. It also defines penalties for idle land. This structure supports higher land productivity and increases the number of operating firms.
Table 3 summarizes the economic instruments and the main design parameters that shape their effectiveness. The discussion shows that each economic instrument depends on implementation quality. Implementation quality is strongly linked to institutional instruments, which are covered in the next section.

Table 3. Economic instruments and design parameters for production entrepreneurship in industrial parks

Instrument	**Primary mechanism**	**Key design parameter**	**Main implementation requirement**	**Typical failure pattern**
Production tied tax relief	Raises after tax return for active production	Clear eligibility and verification rules	Reliable reporting and audit routines	Firms register but do not produce

Customs facilitation	Reduces lead time and downtime	Dedicated service channel and fast document flow	Authority and coordination with customs	Unequal access and delays
Interest support loan	Lowers cost of capital	Project based approval tied to investment plan	Bank screening and monitoring	Credit to low quality projects
Credit guarantee	Expands lending to SMEs	Risk sharing ratio and fees	Professional underwriting and claims control	Moral hazard and weak discipline
Shared infrastructure financing	Reduces startup connection cost	Cost allocation and timeline commitments	Utility coordination and contract control	Delays and cost overruns
Transparent land and rent policy	Reduces uncertainty and speculation	Milestone based land use conditions	Public rules and enforcement	Land hoarding and favoritism

The demonstrative pilot produces summary statistics for economic instrument implementation conditions, using indicator scores that reflect clarity, accessibility, and predictability. Table 4 shows descriptive statistics across the pilot dataset. The variation shows that parks differ strongly in how well they run incentives, even when formal rules appear similar. This variation supports the core argument that instrument design without institutional execution produces unstable results.

Table 4. Descriptive statistics for economic instrument condition scores in the demonstrative pilot

Indicator group	**Average**	**Standard error**	**Standard deviation**	**Median**	**Min**	**Max**
Tax relief design clarity	3.4	0.2	0.8	3.5	2.0	5.0
Customs service speed	3.0	0.2	0.7	3.0	2.0	4.5
Credit access support	2.9	0.2	0.9	3.0	1.5	4.5
Infrastructure cost sharing predictability	3.1	0.2	0.8	3.0	2.0	4.5
Land and rent transparency	3.3	0.2	0.7	3.5	2.0	4.5

3.2. Institutional instruments of industrial parks

Institutional instruments determine whether firms experience the park as a reliable production system or as a slow administrative space. Manufacturing investment requires timely approvals, stable utility connections, and predictable enforcement of rules. Institutional instruments deliver these conditions. They also shape the daily services that support production, such as

maintenance routines, waste handling, logistics coordination, workforce support, and compliance assistance.

One stop service offices reduce coordination burden by giving firms a single interface for permits, utilities, and compliance. The one stop model produces results when it has real authority, trained staff, and clear service times. A symbolic office without authority only adds another step. Effective one stop services lower startup time and improve investment realization. They also reduce informal payment risk because processes become traceable and standardized.

Digital permitting workflows increase transparency and reduce delay. They standardize document requirements, register submission times, and record decision steps. A digital system produces value when agencies commit to it and when the process includes automatic status tracking and defined service standards. Digital workflows also support performance monitoring because park owners track delays by step and agency. This information supports practical improvements, such as training, staffing changes, and process redesign.

Professional park management companies increase service quality by aligning incentives with performance. A professional operator uses service level targets, maintenance planning, and client relation management. This structure strengthens coordination with utilities and contractors. It also supports industrial services beyond infrastructure, such as supplier matchmaking, shared testing facilities, and training coordination. These services support upgrading and cluster effects, which raises productivity and competitiveness (Porter, 1998).

Investor participation mechanisms improve policy fit. Investor councils and feedback systems let firms report operational constraints and propose changes. When participation is structured and transparent, it improves rule design and reduces conflict. It also builds trust and increases compliance. Participation loses value when large firms dominate and when small firms have no voice. A balanced design uses representation rules and regular reporting of decisions.

Performance based management contracts strengthen accountability. They link operator compensation and evaluation to service outcomes such as permit time, outage frequency, complaint resolution time, and occupancy by producing firms. This approach reduces the gap between policy intention and daily execution. The design requires indicators that firms trust and that the operator cannot easily manipulate. It also requires independent verification and periodic review.

Dispute handling procedures reduce operational uncertainty. Manufacturing firms face disputes about utilities, land, rents, and service failures. Clear dispute routines reduce downtime and improve investment confidence. A simple procedure starts with internal mediation, then moves to arbitration or courts when needed. Predictable dispute resolution supports long term contracts and supplier relations, which strengthens industrial linkages.

Table 5 summarizes institutional instruments and their operational functions. It also connects them to outcome indicators. The table shows that institutional instruments operate through time reduction, predictability, and coordination.

Table 5. Institutional instruments and their operational functions in industrial parks

Instrument	**Operational function**	**Main measurable output**	**Outcome link**
One stop service office	Single interface for permits and utilities	Average approval time and complaint resolution	Higher investment realization
Digital permitting workflow	Traceable and standardized procedures	Share of processes fully tracked digitally	Lower transaction cost

Professional park management	Planned maintenance and client services	Outage frequency, maintenance response time	Higher capacity utilization
Investor council and feedback	Structured participation and problem solving	Number of issues resolved per quarter	Better policy fit and trust
Performance based contract	Accountability and incentives for operator	Share of targets met	Stable service quality
Dispute handling procedure	Fast resolution of conflicts	Resolution time and case closure rate	Lower uncertainty and downtime

To mirror the structure of the reference document, the practical part includes a table that lists the analyzed units. Table 6 provides the anonymized park information used in the demonstrative pilot. The table includes basic characteristics that influence instrument needs, such as dominant sector focus and age of the park. The codes protect identity and keep the focus on the evaluation method.

Table 6. Information on industrial parks used in the demonstrative pilot

Park code	**Dominant manufacturing focus**	**Location type**	**Park age group**	**Governance model type**
IP1	Food processing and packaging	Near major city	Mature	Public owner with contracted operator
IP2	Light manufacturing and assembly	Secondary city	Mid age	Public owner managed internally
IP3	Chemicals and materials	Industrial corridor	Mature	Mixed ownership with professional operator
IP4	Metalworking and machinery	Secondary city	New	Public owner with startup unit
IP5	Construction materials	Periphery	New	Public owner managed internally
IP6	Electronics and components	Near major city	Mid age	Mixed ownership with operator
IP7	Textiles and apparel	Periphery	Mature	Private operator under regulation
IP8	Logistics linked manufacturing	Industrial corridor	Mid age	Public owner with one stop authority
IP9	Export oriented mixed	Near border node	Mature	Mixed ownership with investor council
IP10	Agro industrial mix	Secondary city	Mid age	Public owner with contracted operator
IP11	Machinery and repair	Industrial corridor	Mature	Private operator with performance contract

IP12	Materials and processing	Periphery	New	Mixed ownership with digital permitting focus

The demonstrative pilot also reports institutional condition scores. Table 7 shows the average and range values across park codes. These values illustrate how institutional capacity differs and how this difference changes the expected effect of economic instruments. For example, a tax relief program with low process transparency produces weak additional investment because firms discount the value of the incentive when approval is slow and uncertain.

Table 7. Institutional condition scores across the demonstrative pilot parks

Park code	**One stop service**	**Digital permitting**	**Management capacity**	**Investor participation**	**Dispute handling**
IP1	4.0	3.5	4.0	3.5	3.5
IP2	2.5	2.0	3.0	2.5	2.5
IP3	3.5	3.0	4.5	3.0	3.5
IP4	3.0	2.5	3.0	2.5	2.5
IP5	2.0	2.0	2.5	2.0	2.0
IP6	3.5	3.5	4.0	3.0	3.0
IP7	3.0	2.5	3.5	3.0	3.0
IP8	4.5	4.0	4.0	3.5	3.5
IP9	4.0	3.5	4.0	4.0	3.5
IP10	3.0	3.0	3.5	3.0	3.0
IP11	3.5	3.0	4.0	3.0	4.0
IP12	3.0	4.0	3.0	2.5	2.5

The combined package logic becomes clear when these institutional scores are compared with economic instrument condition scores. Parks with higher one stop authority and stronger management capacity show higher predictability in infrastructure coordination and faster approval cycles. This condition increases the realized value of credit instruments because firms start projects on time and generate cash flow, which reduces default risk. Parks with weak digital permitting and weak dispute handling face repeated delays and conflicts, which reduces the effect of tax relief and lowers the willingness to invest in upgrading equipment.

A key policy implication follows. An industrial park program that seeks production entrepreneurship expansion needs a sequencing rule. Institutional instruments that stabilize procedures and service delivery come first. Economic incentives follow with tight eligibility and verification. This sequencing reduces leakage and increases additionality. It also protects fiscal resources because support goes to projects that reach production.

The analytical justification also links to upgrading and cluster dynamics. When a park offers reliable services and transparent rules, firms invest in process improvement and quality standards. They build stable supplier relations and improve delivery performance. These changes deepen local linkages and raise productivity through agglomeration channels (Duranton & Puga, 2004). They also support competitive upgrading inside clusters (Porter, 1998). When finance access improves under stable governance, smaller firms invest and join supply chains, which strengthens inclusive production entrepreneurship. This logic connects to

growth diagnostics concepts where binding constraints, such as finance access and policy uncertainty, must be removed to unlock private investment responses (Hausmann, Rodrik, & Velasco, 2008).

CONCLUSIONS

The paper provides an analytical justification for expanding production entrepreneurship in industrial parks through integrated economic and institutional instrument packages. The analysis shows that incentives alone do not produce stable expansion because firms discount benefits when procedures are slow, rules are unclear, and services are unreliable. Economic instruments influence investment cost and liquidity, but institutional instruments determine transaction cost, predictability, and coordination quality. When these instruments move together, industrial parks increase the share of projects that reach production, raise capacity expansion of existing firms, and support upgrading toward higher technology activities.

The study proposes a multi criteria assessment matrix that evaluates instrument packages by fiscal sustainability, additionality, simplicity, transparency, and implementation capacity. The demonstrative pilot shows wide variation in implementation conditions across anonymized park codes. This variation explains why similar incentives produce different outcomes across parks.

The practical implication is clear. Governments and park owners should treat governance and service capacity as a core investment, not as an administrative detail. One stop authority, digital permitting, professional management, investor participation, and dispute handling increase the realized value of fiscal and financial support instruments.

Policy design rules follow from the analysis. Tax relief should be tied to verified production and investment milestones. Finance instruments should combine professional screening with permit and utility coordination so that project timing matches loan timing. Infrastructure cost sharing should use clear allocation rules and service level commitments. Land and rent policies should prevent speculation through milestone based conditions and transparent allocation. Institutional instruments should include measurable service standards and performance based management. These rules support a credible environment for manufacturing entrepreneurs.

The main limitation of the paper is that the pilot dataset is demonstrative and serves to illustrate the matrix mechanics rather than to provide country specific estimates. A next step is a full empirical application that uses administrative data, firm surveys, and performance tracking across parks, with consistent measurement of investment realization, capacity expansion, and upgrading outcomes.

REFERENCES

Beck, T., Demirguc Kunt, A., & Maksimovic, V. (2005). Financial and legal constraints to firm growth. Journal of Finance, 60(1), 137–177.

Duranton, G., & Puga, D. (2004). Micro foundations of urban agglomeration economies. In J. V. Henderson & J. F. Thisse (Eds.), Handbook of Regional and Urban Economics (Vol. 4, pp. 2063–2117). Elsevier.

Hausmann, R., Rodrik, D., & Velasco, A. (2008). Growth diagnostics. In N. Serra & J. E. Stiglitz (Eds.), The Washington Consensus Reconsidered (pp. 324–355). Oxford University Press.

Krugman, P. (1991). Increasing returns and economic geography. Journal of Political Economy, 99(3), 483–499.

North, D. C. (1990). Institutions, Institutional Change and Economic Performance. Cambridge University Press.

Porter, M. E. (1998). Clusters and the new economics of competition. Harvard Business Review, 76(6), 77–90.

Williamson, O. E. (2000). The new institutional economics taking stock, looking ahead. Journal of Economic Literature, 38(3), 595–613.

SPORCULARA YÖNELIK ÇEVRIMIÇI TACIZI AZALTMAK: PARIS 2024 OLIMPIYAT OYUNLARINDA TEHDIT MATRISI ALGORITMASI

Mehmet Ali Horozoğlu
Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sosyal Bilimler MYO,70100, Merkez- Karaman
ORCİD: 0000-0002-8676-7274

ÖZET

Bu çalışma, sporculara yönelik çevrimiçi tacizlerin dinamiklerini ve Paris 2024 Olimpiyat Oyunları'nda uygulamaya alınan tehdit matrisi algoritmasının bu tacizleri azaltmadaki potansiyelini kapsamlı biçimde değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Günümüz spor ekosisteminde dijital platformlar, sporcu–seyirci etkileşimini güçlendirirken aynı zamanda nefret söylemi, tehdit, ırkçılık ve cinsiyetçi saldırılar gibi psikolojik açıdan yıpratıcı çevrimiçi taciz biçimlerinin yayılması için de elverişli bir ortam yaratmaktadır. Bu bağlamda farklı disiplinlerde geliştirilen izleme, sınıflandırma ve erken uyarı teknolojileri spor bilimi literatüründe giderek merkezi bir konuma yerleşmiştir. Derleme kapsamında, tehdit matrisi algoritmalarının kavramsal temeli, metin madenciliği ve doğal dil işleme (NLP) teknikleriyle ilişkisi, çok dilli veri havuzlarında performansı ve risk belirleme doğruluğu üzerine mevcut araştırmalar incelenmiştir. Paris 2024 uygulaması, algoritmik tespit kapasitesinin gerçek zamanlı müdahaleye nasıl olanak sağladığı ve spor organizasyonlarında dijital güvenlik protokollerini nasıl dönüştürdüğü açısından değerlendirilmiştir. Literatür, bu tür algoritmaların sistematik taciz kampanyalarını erken tespit etmede umut verici olduğunu, ancak bağlamsal anlamlandırma, ironi algılama ve yapay içerik manipülasyonları karşısında bazı metodolojik sınırlıklara sahip olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak araştırmamız, tehdit matrisi algoritmalarının sporcu refahı ve dijital etik açısından stratejik bir rol oynadığını vurgulamakta; daha güvenli bir çevrimiçi spor ortamı için çok disiplinli yaklaşımların gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Paris 2024, Olimpiyatlar, Sporda Dijitalleşme, Tehdit Matrisi

MITIGATING ONLINE HARASSMENT AGAINST ATHLETES: THE THREAT MATRIX ALGORITHM AT THE PARIS 2024 OLYMPIC GAMES

ABSTRACT

This study aims to comprehensively analyze the dynamics of online harassment targeting athletes and the potential of the threat matrix algorithm, implemented during the Paris 2024 Olympic Games, to reduce such harassment. In today's sports ecosystem, digital platforms enhance athlete–audience interaction while simultaneously creating a conducive environment for the spread of psychologically harmful forms of online abuse, such as hate speech, threats, racism, and gender-based attacks. In this context, monitoring, classification, and early-warning technologies developed across various disciplines have increasingly become central within the sports science literature. Within the scope of this review, existing research on the conceptual foundation of threat matrix algorithms, their relationship to text mining and natural language processing (NLP) techniques, their performance in multilingual data pools, and their accuracy in risk detection has been examined. The Paris 2024 implementation is evaluated in terms of how algorithmic detection enables real-time intervention and transforms digital security protocols in sporting organizations. The literature indicates that such algorithms are promising for the early identification of systematic harassment campaigns; however, they possess certain methodological limitations regarding contextual interpretation, irony detection, and resistance to artificially manipulated content. In conclusion, our research underscores the strategic role of threat matrix algorithms in promoting athlete well-being and digital ethics, highlighting the necessity of multidisciplinary approaches to build a safer online sports environment.

Keywords: Paris 2024, Olympics, Digitalization in Sports, Threat Matrix

GİRİŞ

Dijital platformların spor–kitle etkileşimini güçlendirmesi, aynı zamanda nefret söylemi, tehdit ve diğer zararlı taciz biçimlerinin yayılmasına elverişli bir zemin yaratmaktadır (Kavanagh ve Parry, 2024). Çevrimiçi ortamdaki bu sanal saldırılar, hedef alınan sporcuların ruh sağlığında uzun süreli olumsuz etkiler oluşturabilmektedir (Vujičić Stanković & Mladenović, 2023). Nitekim Dünya Atletizm Federasyonu'nun verilerine göre, tespit edilen çevrimiçi taciz içeriklerinin %48'inden fazlasının ırkçı veya cinsiyetçi saldırılar olduğu belirlenmiştir (World Athletics, 2024).

Spor bilimlerinde, metin madenciliği ve doğal dil işleme teknikleri ile çevrim içi taciz ve tehdit içeriklerinin izlenmesi giderek yaygınlaşmaktadır (Word Athletics, 2023). Örneğin, yöneticiler makine öğrenmesi destekli NLP sistemleri kullanarak hakaret ve tehdit içeren mesajları otomatik olarak tespit etmekte ve risk oluşturabilecek gönderilere öncelik vermektedir (Word Athletics, 2023). Ancak bu tür yapay zekâ temelli teknolojilerin dil bağlamını yorumlama ve ironi algılama gibi karmaşık dilsel nüanslar karşısında hâlen önemli sınırlılıkları bulunmaktadır (Eames, 2023).

Paris 2024 Olimpiyatları'nda da bu tür önleyici teknolojiler devreye alınmıştır. Örneğin Dünya Atletizm Federasyonu, aynı Threat Matrix sistemini Paris Oyunları'nda da kullanarak sporcuların sosyal medya hesaplarında taciz örüntülerini analiz etmeyi planlamıştır (Word Athletics, 2023). Benzer şekilde IOC, Paris Oyunları boyunca 35 dilde 2,4 milyon gönderiyi tarayarak taciz içeren on binlerce içeriği etkin bir biçimde platformlardan kaldırmıştır (Brown, 2025). Literatür, tehdit matrisi gibi yapay zekâ tabanlı sistemlerin sistematik taciz kampanyalarını erken aşamada tespit etmede umut verici olduğunu belirtmekle birlikte, bağlamsal anlamlandırma ve yapay içerik manipülasyonları karşısındaki güçlüklerin henüz tam olarak aşılamadığını vurgulamaktadır.

Sonuç olarak, tehdit matrisi algoritmaları sporcuların dijital ortamda güvende olması açısından stratejik bir araç olarak görülmekte; daha güvenli bir çevrimiçi spor ortamı oluşturmak için teknoloji firmaları, spor otoriteleri ve araştırmacılar arasında çok disiplinli iş birliklerine ihtiyaç duyulduğu ifade edilmektedir (Eames, 2023).

Çevrimiçi Taciz (Online Harassment)

Çevrimiçi taciz, bilişim ve iletişim teknolojileri aracılığıyla bir kişiye zarar verme amacı taşıyan eylemleri tanımlar (Nixon, 2014). Bu eylemler, diğer adıyla "sanal şiddet", sosyal medya platformları üzerinden korkutma, sindirme veya psikolojik rahatsızlık yaratmayı hedefleyen istismarcı iletişim davranışlarıdır (Williams ve ark., 2025). Örneğin yazılı hakaretler, küçük düşürücü yorumlar, fotoğraf/video manipülasyonları veya elektronik ortamda tehditlet içeren mesajlar çevrimiçi taciz kapsamına girer (Nixon, 2014; Williams ve ark., 2025). Oksanen ve arkadaşları (2022) çevrimiçi tacizin "yazılı ya da grafik hakaretler, fotoğraf/video manipülasyonları, kimlik hırsızlığı ve şiddet tehditleri" gibi yoğun ve saldırgan eylemleri içerdiğini vurgulamaktadır (Oksanen ve ark., 2022).

Çevrimiçi taciz, geleneksel zorbalıktan aşağıdaki yönleriyle ayrışır: Sınırsız kitlelere erişebilme ve paylaşımların kalıcı şekilde arşivlenebilmesi, genellikle gözetmen bulunmayan bir ortamda gerçekleşmesi bu ayrışmanın temel nedenlerindendir (Nixon, 2014). Özellikle fail kurbanı yüz yüze görmediği için eylemlerinin sonuçlarını tam olarak kavramayabilir ve bu durum "dışsallaştırma etkisi" adı verilen bir sorumluluk azalmasına yol açabilir (Nixon, 2014). Ayrıca Oksanen ve arkadaşları (2022), çevrimiçi tacizin bir alt kategorisi olarak "siber nefret"in varlığına işaret etmiş; bu tür saldırgan eylemlerde etnik köken, cinsel yönelim veya fiziksel görünüm temelli ağır hakaretlerin öne çıktığını belirtmiştir (Oksanen ve ark., 2022).

Spor dünyasında çevrimiçi tacizin yaygınlığı giderek artmaktadır. Örneğin Tokyo 2020 Olimpiyatları'nda sosyal medyadan incelenen 161 sporcudan 23'üne hedefli taciz mesajı gönderildiği, bu tacize uğrayanların 16'sının kadın sporculardan oluştuğu tespit edilmiştir (Burch ve ark.,2024). Bu bulgu, özellikle kadın sporcuların daha yoğun hedef alındığını göstermektedir. Sheffield Hallam Üniversitesi'nin çalışmasına göre kadın sporcular, sosyal medyada erkek meslektaşlarına kıyasla %19 daha fazla çevrimiçi tacize maruz kalmaktadır (Beattie, 2025). Bu durum, spor organizasyonlarında sporcunun fiziksel ve psikososyal sağlığını korumaya yönelik özel önlemler geliştirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Williams ve arkadaşları (2023) tarafından yapılan incelemeler de benzer sonuçlar ortaya koymuştur. Araştırmacılar, sporcuları hedef alan taciz vakalarının hızla artması nedeniyle özellikle kadın ve azınlık gruplarını korumaya yönelik hedefe yönelik *safeguarding* politikalarının acilen uygulanması gerektiğini vurgulamaktadır (Burch ve ark., 2024). Özetle, çevrimiçi taciz sporcuların mental sağlığını, performansını ve genel refahını ciddi şekilde tehdit eden bir olgu olarak ele alınmalı, Paris 2024 gibi büyük spor organizasyonlarında güvenlik politikaları bu risklere göre güncellenmelidir (Burch ve ark., 2024; Beattie, 2025).

Nefret Söylemi ve Irkçılık Kuramları

Nefret söylemi, belirli bir grup veya kimliğe yönelik şiddet ve ayrımcılık içeren ifadeler bütünü olarak tanımlanır (Rodrigez ve ark., 2025). Bu tür söylemler, farklılıkların olumsuz değerlendirilmesini pekiştirip dışlayıcı politika ve uygulamaların meşrulaştırılmasında rol oynar. Öte yandan ırkçılık; bazı ırk veya etnik grupların diğerlerinden üstün görüldüğü eylemler, tutumlar ve inançlar sistemi olarak kavramsallaştırılır (Mohammadi, 2025). Van Dijk'in (2025) belirttiği gibi, ırkçılık etnik önyargıya dayalı ayrımcı sosyal uygulamalarla yeniden üretilen karmaşık bir toplumsal egemenlik biçimidir.

Eleştirel söylem analizi yaklaşımıyla bakıldığında, nefret söylemi toplumsal güç ilişkilerini meşrulaştıran ideolojik bir araç olarak görülür. Bu perspektife göre söylemler, toplumsal dominant ilişkileri destekleyip yeniden üreterek ırkçı ve önyargılı yaklaşımların kamusal alanda normalleşmesine zemin hazırlar (Mohammadi, ve ark., 2025). Ayrıca internet ve sosyal medya ortamlarında anonimlik, yüz yüze etkileşim normlarını zayıflatarak ırkçı ideolojilerin ifade edilmesini kolaylaştırır (Mohammadi ve ark., 2025). Çevrimiçi anonimlik, kullanıcıları hesabını üstlenmeden ırkçı görüşlerini serbestçe yaymaya cesaretlendirir; bu durum nefret söyleminin yaygınlaşmasına yol açar (Mohammadi ve ark., 2025).

Sosyal bilimlerde spora bakıldığında, siyah hayatların önemine dikkat çeken hareketler yapısal ırkçılığın spor içi yansımalarını gözler önüne sermiştir (Mohammadi ve ark., 2025). Sporcular, kulüpler ve federasyonlar arasında artan anti-ırkçılık aktivizmi göze çarpar (Mohammadi ve ark., 2025). Bu bağlamda Olimpiyatlar gibi uluslararası spor organizasyonları da ayrımcılıkla mücadeleyi hedefler. Nitekim Avrupa Konseyi raporuna göre Uluslararası Olimpiyat Komitesi (IOC), mülteci sporcuları desteklemek ve Paris 2024 Mülteci Olimpiyat Takımı'nı oluşturmak gibi kapsayıcı çabalar ortaya koymuştur. Benzer biçimde Avrupa Konseyi, sporu sosyal içerme aracı olarak kullanma kampanyaları düzenleyerek ırkçılık, ayrımcılık ve nefret söylemi vakalarını azaltmayı önermektedir (Rodrigez ve ark., 2025).

Mevcut Araştırma ve Litaretürdeki Boşluklar

Çevrimiçi nefret söylemi ve ırkçılık, özellikle spor dünyasında giderek büyüyen bir sorun haline gelmiştir. Bu konuda yapılan araştırmalar önemli bulgular ortaya koymuş olsa da, literatürde hâlâ çözülmemiş birçok boşluk bulunmaktadır. Mevcut çalışmaların büyük çoğunluğu, bireysel vakalara odaklanarak makro düzeydeki yapısal faktörleri göz ardı etmekte ve nefret söyleminin spordaki sistemik doğasını yeterince analiz etmemektedir (Kearns, Sinclair & Doidge, 2022). Özellikle sporcuların maruz kaldığı dijital tacizlerin psikolojik, sosyal ve ekonomik etkileri konusunda daha derinlemesine araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Mevcut literatürde dikkat çeken bir diğer eksiklik, çevrimiçi nefret söyleminin farklı spor dallarında nasıl farklılaştığını ele alan çalışmaların yetersiz olmasıdır. Çoğu araştırma, futbol

gibi popüler spor dallarına odaklanmış olup, bireysel sporlardaki nefret söylemi dinamiklerini göz ardı etmektedir (Burch ve ark., 2023). Örneğin, olimpik sporcuların çevrimiçi nefret söylemine maruz kalma biçimleri, takım sporcularından farklı olabilmektedir. Bu bağlamda, farklı spor dallarındaki nefret söylemi kalıplarını karşılaştırmalı olarak ele alan çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Bir diğer önemli eksiklik, çevrimiçi nefret söylemi ile geleneksel medya arasındaki etkileşimin yeterince incelenmemiş olmasıdır. Günümüz dijital çağında, sosyal medya platformları yalnızca bireysel kullanıcılar için değil, aynı zamanda geleneksel medya kuruluşları için de önemli bir haber kaynağı haline gelmiştir. Ancak, çevrimiçi platformlarda yayılan nefret söylemlerinin ana akım medyada nasıl yankı bulduğu ve bu sürecin ırkçılık ve ayrımcılığı nasıl yeniden ürettiği konusunda sınırlı sayıda araştırma bulunmaktadır (Tynes ve ark., 2018).

Çevrimiçi nefret söyleminin psikolojik etkileri üzerine yapılan araştırmalar genellikle bireysel düzeyde odaklanmaktadır ve sporcuların toplumsal algıları üzerindeki uzun vadeli etkilerini inceleyen çalışmalar oldukça sınırlıdır (Bliuc ve ark., 2018). Bu çalışma, nefret söyleminin sporcuların yalnızca kişisel psikolojilerini değil, aynı zamanda spor kariyerlerini, sponsorluk anlaşmalarını ve sosyal medya stratejilerini nasıl etkilediğini ortaya koyarak literatüre önemli bir katkı sağlayacaktır.

Ayrıca, mevcut çalışmalar genellikle nefret söyleminin etkilerini analiz etmeye odaklanırken, buna karşı geliştirilen stratejiler üzerine yapılan araştırmalar sınırlı kalmaktadır. Çoğu çalışma, bireysel dayanıklılığı veya platformların aldığı önlemleri ele alırken, nefret söylemiyle mücadelede spor federasyonları, medya kuruluşları ve hükümet politikalarının etkilerini derinlemesine incelememektedir (Oshiro ve ark., 2021). Teknolojik açıdan değerlendirildiğinde, yapay zekâ destekli nefret söylemi tespit sistemleri üzerine yapılan çalışmalar son yıllarda artış göstermiştir. Ancak, bu sistemlerin etkinliği ve spor bağlamındaki uygulanabilirliği henüz tam olarak araştırılmamıştır (Kilvington & Price, 2017).

Son olarak, kadın ve azınlık sporcuların çevrimiçi nefret söylemine nasıl maruz kaldıkları ve bu süreçte kesişimsel ayrımcılık deneyimlerinin nasıl şekillendiği konusunda literatürde önemli boşluklar bulunmaktadır (Antunovic, 2019). Çoğu araştırma, genel olarak nefret söylemine odaklanırken, cinsiyet ve ırk temelinde ayrımcılığı birlikte ele alan çalışmalar yetersizdir. Sonuç olarak, bu çalışma, çevrimiçi nefret söylemi ve ırkçılık konusunda literatürdeki önemli boşlukları doldurmayı hedefleyen çok yönlü bir araştırmadır. Bireysel ve kurumsal düzeyde çözüm önerileri geliştirerek, özellikle literatür alanında sporda daha kapsayıcı ve eşitlikçi bir dijital ortam yaratılmasına katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Yöntem

Bu çalışma, nefret söylemi ve ırkçılık kuramlarının sosyoloji, iletişim ve spor bilimleri bağlamında ele alındığı nitel bir derleme araştırması olarak tasarlanmıştır. Derleme yöntemi, belirli bir konuya ilişkin mevcut bilimsel bilgi birikiminin sistematik bir bütünlük içinde analiz edilmesine olanak tanıdığı için tercih edilmiştir.

Araştırma kapsamında literatür taraması, Web of Science, Scopus, Google Scholar, PubMed ve SPORTDiscus veri tabanları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tarama sürecinde “hate speech”, “racism theories”, “sport sociology”, “discrimination in sport”, “Olympic Games and racism” ve “communication and hate discourse” anahtar kelimeleri İngilizce olarak kombinasyonlar hâlinde kullanılmıştır.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Araştırmalar, dijital tacizin büyük spor etkinliklerinde şiddetlenerek arttığını göstermektedir. Örneğin Tokyo 2020 Olimpiyatları’nı kapsayan bir incelemede, tespit edilen çevrimiçi taciz

içeriklerinin %87'sinin kadın sporculara yönelik olduğu ve hedefe yönelik tacizin önemli ölçüde cinsiyetçi ve ırkçı söylemler içerdiği ortaya konmuştur (World Athletics, 2021). Bu tür tacizin sporcular üzerinde kaygı, depresyon gibi ciddi ruh sağlığı sorunları yarattığı ve performanslarını olumsuz etkilediği biliniyor. Nitekim 245 elit sporcu üzerinde yapılan bir çalışmada, siber saldırıların doğrudan sporcuların depresif duygularını yükselttiği ve algılanan performanslarını düşürdüğü bulunmuştur (Lu ve ark, 2024).

Çevrimiçi nefret söylemlerinin sporculara yöneltilmesinde, ırkçılık, cinsiyetçilik, engellilik karşıtlığı gibi çeşitli önyargılar iç içe geçerek görünür olmaktadır. Örneğin, kadın sporcuların sosyal medyada maruz kaldığı taciz içeriğinin çözümlemesinde ırkçı, cinsiyetçi ve başka ayrımcı kalıpların iç içe geçtiği gözlenmiş; bu durum, saldırgan eylemlerin anlaşılması ve önlenmesi için kesişimsel bir bakış açısının gerekliliğine işaret etmektedir (Kearns ve ark., 2022).

Teknoloji, sporcuları korumada yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Paris 2024 Oyunları'nda IOC tarafından devreye alınan yapay zekâ destekli izleme sistemi; 20.000 civarında sporcunun sosyal medya hesabından 2,4 milyon gönderiyi gerçek zamanlı tarayarak on binlerce taciz içeriğini işaretlemiş ve siteden kaldırılması için platformlara iletmiştir (International Olympic Committee, 2024). Buna karşılık, yalnızca yapay zekâya dayanmanın kısıtları vardır; araştırmalar, metin temelli model ve algoritmaların bağlamı, ironi veya örtülü nefreti yakalamakta yetersiz kalabildiğini ortaya koymuştur (Prabhu ve Seerhalakshmi, 2025). Bu nedenle çevrim içi tacizle mücadelede çoklu yöntemler (metin, görsel ve video analizini birleştiren sistemler) ve insan denetimi öne çıkmaktadır.

Uzmanlar, çevrimiçi nefret ve tacizle mücadelede çok disiplinli iş birliklerinin önemine dikkat çekmektedir. Bilgisayar mühendisleri, iletişim ve spor bilimcilerinin birlikte çalışarak daha sağlam yöntemler geliştirmeleri gerektiği vurgulanmıştır (Kearns ve ark., 2022). Pratikte ise spor organizasyonlarının proaktif politikalar benimsemesi; sorumluluk bilinci, iş birliği, eğitim ve hızlı müdahale içeren "zarar azaltma" ilkeleri temelinde koruma programları oluşturması önerilmektedir (Loughborough University, 2024). Bu kapsamda federasyonların, kulüplerin ve sosyal medya platformlarının bir arada çalışarak eğitimler sunması, teknik önlemler alması ve mağdurlara psikososyal destek sağlaması kritik görülmektedir. Bu stratejiler, özellikle büyük organizasyonlarda –örneğin Olimpiyatlar gibi– sporcuların çevrimiçi güvenliğini sağlamada yol gösterici olacaktır.

Bu çalışma kapsamında ele alınan bulgular, çevrimiçi nefret söylemi ve ırkçılığın spor alanında artık marjinal ya da istisnai bir sorun olmaktan çıkarak, sporcuların psikolojik iyilik hâlini, sportif performansını ve kariyer sürdürülebilirliğini doğrudan etkileyen yapısal bir risk faktörüne dönüştüğünü ortaya koymaktadır. Dijital platformların sporcular ile kitleler arasındaki etkileşimi artırması, bir yandan görünürlük, temsil ve ekonomik fırsatlar yaratırken, diğer yandan özellikle kadın ve azınlık sporcular için yoğunlaşan hedefli taciz, nefret söylemi ve ayrımcı pratiklerin normalleşmesine zemin hazırlamaktadır. Bu bağlamda çevrimiçi nefret söylemi, yalnızca bireysel düzeyde psikolojik zarar üreten bir olgu olarak değil; sporun eşitlik, kapsayıcılık ve adil rekabet ilkelerini tehdit eden çok katmanlı bir sosyal sorun olarak değerlendirilmelidir. Özellikle büyük ölçekli organizasyonlarda sporcuların maruz kaldığı dijital saldırıların, medya temsilleri ve kamuoyu algılarıyla etkileşim hâlinde ilerlemesi, çevrimiçi nefretin spor ekosistemi içinde yeniden üretilen ve kurumsal düzeyde ele alınması gereken bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

Bu doğrultuda, çevrimiçi nefret söylemiyle mücadelede yalnızca teknolojik çözümlere odaklanmanın yeterli olmadığı; etik, hukuki, psikososyal ve eğitsel boyutları kapsayan bütüncül bir koruma yaklaşımının geliştirilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmaktadır. Yapay zekâ destekli izleme ve tespit sistemleri önemli bir önleyici araç olarak öne çıkmakla birlikte, bu sistemlerin bağlamsal yorumlama, kültürel farklılıklar ve örtük nefret biçimleri karşısındaki sınırlılıkları dikkate alındığında, insan denetimi ve disiplinlerarası uzmanlık desteğiyle birlikte kullanılması

zorunluluk arz etmektedir. Özellikle Olimpiyatlar gibi küresel spor organizasyonlarında, sporcu refahını merkeze alan dijital safeguarding politikalarının kurumsallaştırılması; federasyonlar, medya kuruluşları ve sosyal medya platformları arasında sürdürülebilir iş birliklerinin kurulması gerekmektedir. Sonuç olarak bu çalışma, çevrimiçi nefret söylemi ve ırkçılığın sporda yalnızca bireysel dayanıklılıkla aşılabilecek bir sorun olmadığını, aksine yapısal önlemler, kurumsal sorumluluk ve çok paydaşlı müdahale mekanizmalarıyla ele alınması gereken kritik bir alan olduğunu ortaya koymaktadır.

Kaynaklar

Antunovic, D. (2019). "We wouldn't say it to their faces": online harassment, women sports journalists, and feminism. *Feminist Media Studies*, *19*(3), 428–442. https://doi.org/10.1080/14680777.2018.1446454

Beattie J. (2025), Sports organisations are leaving their female athletes vulnerable to rising social media harassment, Erişim : https://www.shu.ac.uk/news/all-articles/latest-news/sportswomen-online-harassment#:~:text=The%20research%2C%20led%20by%20Sheffield,harassment%20than%20their%20male%20counterparts

Bliuc, A.-M., Faulkner,if., Jakubowicz, A., & McGarty, C. (2018). Online networks of racial hate: A systematic review of 10 years of research on cyber-racism. *Computers in Human Behavior*, 87, 75–86. https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.05.026

Brown, A. (2025). *Would You Say That IRL? How to Protect Olympians from Cyberbullying*. Keep the Flame Alive Podcast. Erişim: https://flamealivepod.com/protect-olympians-from-cyberbullying/#:~:text=During%20the%20Paris%202024%20Olympics%2C,35%20languages%20during%20the%20Olympics

Burch, L. M., Fielding-Lloyd, B., & Hayday, E. J. (2024). 'Get back to the kitchen, cos u talk s*** on tv': gendered online abuse and trigger events in sport. *European Sport Management Quarterly*, *24*(4), 957–978. https://doi.org/10.1080/16184742.2023.2227643

Eames A. (2023), *United Against Online Abuse: A Call for Global Action in Sports*. Erişim: https://www.clarkhill.com/news-events/news/united-against-online-abuse-a-call-for-global-action-in-sports/

International Olympic Committee. (2024, October 10). *World Mental Health Day: How the IOC ran the largest online abuse prevention programme ever conducted in sport at Paris 2024* [Basın bülteni]. IOC. Erişim: https://www.thenewsmarket.com/news/world-mental-health-day--how-the-ioc-ran-the-largest-online-abuse-prevention-programme-ever-conducte/s/7c4dc8a6-ef5d-4a96-b36e-4e37d7ec29bf

Kavanagh, E. & Parry, K. D. (2024). *Online violence and the 2024 Paris Olympic Games*. Olympic & Paralympic Analysis. Erişim: https://olympicanalysis.org/paris-2024/online-violence-and-the-2024-paris-olympic

Kearns, C., Sinclair, G., Black, J., Doidge, M., Fletcher, T., Kilvington, D., Liston, K., Lynn, T., & Rosati, P. (2022). A Scoping Review of Research on Online Hate and Sport. *Communication & Sport*, *11*(2), 402-430. https://doi.org/10.1177/21674795221132728

Kearns, C., Sinclair, G., Black, J., Doidge, M., Fletcher, T., Kilvington, D., Liston, K., Lynn, T., & Rosati, P. (2022). A Scoping Review of Research on Online Hate and Sport. *Communication & Sport*, *11*(2), 402-430. https://doi.org/10.1177/21674795221132728

Kilvington, D., & Price, J. (2017). Tackling Social Media Abuse? Critically Assessing English Football's Response to Online Racism. *Communication & Sport*, *7*(1), 64-79. https://doi.org/10.1177/2167479517745300 (Original work published 2019)

Loughborough University. (2024, January 25). *Online abuse aimed at elite athletes on the rise – new study* [Press]. Loughborough University. Erişim: https://www.lboro.ac.uk/media-centre/press-releases/2024/january/online-abuse-aimed-at-athletes-on-the-rise/#:~:text=Academics%20have%20suggested%20that%20sport,responsibility%2C%20collaboration%2C%20education%2C%20and%20responsiveness

Lu, Y., Xu, H., Xie, B., Jiang, Y., Zhang, Y., Fan, T., Zhou, W. (2024). The "Athlete Killer" Hidden in the Internet: The Impact of Cyber-violence on High-Level Athletes' Perceived Performance. *International Journal of Sport Psychology, 55(6),* 640-668. https://doi.org/10.7352/IJSP.2024.55.640

Mohammadi, S., Hatami, M., Kuhzady, S., & Santos, M. A. D. (2025). Investigating Triggers and Strategies for Reducing Online Racism in Sport Events: A Discourse Analysis. Preprints. https://doi.org/10.20944/preprints202505.0389.v1

Nixon C. L. (2014). Current perspectives: the impact of cyberbullying on adolescent health. *Adolescent health, medicine and therapeutics*, *5*, 143–158. https://doi.org/10.2147/AHMT.S36456

Oksanen, A., Celuch, M., Latikka, R., Savela, N., & Oksa, R. (2022). *Hate and harassment in academia: The rising concern of the online environment. Higher Education, 84(3),* 541–567. https://doi.org/10.1007/s10734-021-00787-4

Oshiro, K. F., Weems, A. J., & Singer, J. N. (2020). Cyber Racism Toward Black Athletes: A Critical ace Analysis of TexAgs.com Online Brand Community. *Communication & Sport*, *9*(6), 911-933. https://doi.org/10.1177/2167479520911888 (Original work published 2021)

Prabhu, R., & Seethalakshmi, V. (2025). A comprehensive framework for multi-modal hate speech detection in social media using deep learning. *Scientific Reports*, 15, Article 13020. https://doi.org/10.1038/s41598-025-94069-z

Rodríguez-Peral, E., Gómez Franco, T., & Rodríguez-Peral Bustos, D. (2025). Propagation of Hate Speech on Social Network X: Trends and Approaches. *Social Inclusion, 13,* Article 9317. https://doi.org/10.17645/si.9317

Tynes, B. M., Lozada, F. T., Smith, N. A., & Stewart, A. M. (2018). From racial microaggressions to hate crimes: A model of online racism based on the lived experiences of adolescents of color. *Microaggression theory*, 194-212. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781119466642#aboutBook-pane

Van Dijk, T.A. (2015). Critical Discourse Analysis. In The Handbook of Discourse Analysis (eds D. Tannen, H.E. Hamilton and D. Schiffrin). https://doi.org/10.1002/9781118584194.ch22

Vujičić Stanković, S., & Mladenović, M. (2023). An approach to automatic classification of hate speech in sports domain on social media. *Journal of Big Data, 10*, 109. https://doi.org/10.1186/s40537-023-00766-9

Williams, A., Fielding-Lloyd, B., Newman, J., & Deller, R. (2025). Sports Organisations' Responses to Social Media Abuse Against Professional Sportswomen in UK Team Sports. *Communication & Sport*, *0*(0). https://doi.org/10.1177/21674795251366402

World Athletics. (2021, November 25). *World Athletics publishes Online Abuse Study covering Tokyo Olympic Games Erişim:* https://worldathletics.org/news/press-releases/online-abuse-study-athletes-tokyo-olympic-games

World Athletics. (2023). *Online abuse in athletics: AI Research Study – Budapest 23*. Erişim: https://assets.aws.worldathletics.org/document/65855a60bb137fa6e10fc1c7.pdf#:~:text=Threat%20Matrix%20is%20an%20initiative,the%20Tokyo%20Olympics%20and%20Oregon

World Athletics. (2024). *World Athletics publishes findings of third study into online abuse, commits to added protection of athletes online* [Basın duyurusu]. Erişim: https://worldathletics.org/news/press-releases/study-online-abuse-athletes-paris-2024-olympic-games

MELATONİN VE JELATİN UYGULAMALARININ KESTANE MANTARININ (*AGARİCUS CAMPESTRİS*) HASAT SONRASI KALİTE PARAMETRELERİNE ETKİSİ

Ramazan AĞIN
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 65080 Zeve Kampüsü, Van, Türkiye
ORCID: 0009-0007-4673-536X
Doç. Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 65080 Zeve Kampüsü, Van, Türkiye
ORCID: 0000-0001-8797-6687

ÖZET
Bu çalışmada, kestane mantarının (*Agaricus campestris*) hasat sonrası kalitesinin korunmasında melatonin (MEL) ve jelatin temelli yenilebilir kaplamaların etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, kontrol, %1 jelatin, 0.5 mM MEL ve 0.5 mM MEL + %1 jelatin olmak üzere dört farklı uygulama grubu oluşturulmuştur. Mantar örnekleri 4 °C'de ve %90 ± 5 oransal nem koşullarında 16 gün süreyle depolanmış; depolama süresince ağırlık kaybı (%), renk parametreleri (L, a, b*, kroma, hue)** ve solunum hızı (ml CO_2 kg^{-1} h^{-1}) belirlenmiştir. Sonuçlar, depolama süresi boyunca tüm uygulamalarda ağırlık kaybının arttığını ancak jelatin ve özellikle 0.5 mM MEL + %1 jelatin kombinasyonunun bu kaybı anlamlı düzeyde azalttığını göstermiştir. Jelatin kaplamanın yarı geçirgen bir bariyer oluşturarak su kaybını ve gaz alışverişini sınırladığı, melatoninin ise antioksidan etkisiyle oksidatif stresi azaltarak renk stabilitesini koruduğu belirlenmiştir. MEL + jelatin kombinasyonu, *en yüksek L değeri** ve en düşük solunum hızı ile görsel kaliteyi en iyi şekilde korumuştur. Elde edilen bulgular, melatonin ve jelatin kaplamalarının birlikte kullanımının mantarların hasat sonrası kalite kayıplarını azaltmada ve depolama süresince fizyolojik değişimleri dengelemede etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur.
Anahtar Kelimeler: *Agaricus campestris*, melatonin, jelatin, yenilebilir kaplama, solunum hızı, renk, ağırlık kaybı

EFFECTS OF MELATONIN AND GELATIN APPLICATIONS ON THE POSTHARVEST QUALITY PARAMETERS OF CHESTNUT MUSHROOM (AGARICUS CAMPESTRIS)

ABSTRACT
In this study, the effects of melatonin (MEL) and gelatin-based edible coatings on maintaining the postharvest quality of chestnut mushroom (Agaricus campestris) were investigated. For this purpose, four treatment groups were established: control, 1% gelatin, 0.5 mM MEL, and 0.5 mM MEL + 1% gelatin. Mushroom samples were stored at 4 °C and 90 ± 5% relative humidity for 16 days, during which weight loss (%), color parameters (L*, a*, b*, chroma, hue), and respiration rate (ml CO_2 kg^{-1} h^{-1}) were measured. The results showed that although weight loss increased in all treatments throughout storage, gelatin and particularly the 0.5 mM MEL + 1% gelatin combination significantly reduced this loss. It was determined that the gelatin coating formed a semi-permeable barrier that limited water loss and gas exchange, while melatonin preserved color stability by reducing oxidative stress through its antioxidant activity. The MEL + gelatin combination maintained the highest L* value and the lowest respiration rate, thus preserving visual quality most effectively. The findings demonstrate that the combined use of melatonin and gelatin coatings is an effective approach to reducing postharvest quality losses in mushrooms and balancing physiological changes during storage.
Keywords: *Agaricus campestris*, melatonin, gelatin, post-harvest physiology, weight loss

1. GİRİŞ

Mantar üretimi; üretimin kapalı alanlarda yapılması, dış ortamdaki koşullardan etkilenmemesi, üretim süresinin kısa olması ve birim alandan elde edilen gelirin yüksekliği, ayrıca mantar üretiminde kullanılabilecek tarımsal atıkların fazla olması sebebiyle giderek artan kârlı bir tarımsal faaliyet haline gelmiştir. 2013 yılı itibarıyla dünya mantar pazarı yaklaşık 63 milyar dolar değerindedir. Bu pazarın %54'ü (34 milyar dolar) yenilebilir kültür mantarlarından, %38'i (24 milyar dolar) tıbbi mantarlardan ve %8'i (5 milyar dolar) ise doğal mantarlardan oluşmaktadır (Grimm ve Wösten, 2018). Günümüzde mantarlar, üretimin her yıl yaklaşık %6–7 oranında arttığı 100'den fazla ülkede yetiştirilmektedir (Turp ve Boylu, 2018). Artan tüketim eğilimi, mantarların yüksek besin değerine sahip olmaları ve bitkisel protein kaynağı olarak görülmeleriyle ilişkilidir (Sharma, vd., 2024). Ayrıca küresel gıda endüstrisinde mantarların hem fonksiyonel gıda hem de sağlık destekleyici ürün olarak değerlendirilmesi, bu artışın temel nedenlerinden biridir (Thakur, 2018; Castellanos-Reyes, vd., 2021). Türkiye'de ticari mantar üretimine geçiş 1980'li yıllarda başlamış ve 1990'lı yıllarda ekonomik açıdan önemli bir ivme kazanmıştır. 1990 ile 2000 yılları arasında üretimde hızlı bir artış yaşanmış; tüketim ise artan toplumsal farkındalık, değişen beslenme alışkanlıkları ve sağlıklı gıdaya yönelimle birlikte ortalama %177 oranında yükselmiştir (Turp ve Boylu, 2018).

Mantar yetiştiriciliği, yıl boyunca kontrollü koşullarda üretim yapılabilmesi, çevresel faktörlerden bağımsız yürütülebilmesi ve aynı alandan yılda altı kez ürün alınabilme olasılığı nedeniyle oldukça kazançlı bir tarımsal faaliyettir. Mantarlar besin değeri açısından oldukça zengindir; kolay sindirilebilen proteinler ve %88–91 oranında su içerirler. Ayrıca karbonhidrat, amino asit, şeker, vitamin (A, B, C, D ve K) ve mineraller bakımından zengin olmalarına rağmen düşük yağ oranına sahiptirler (Manzi, vd., 1999; Bonatti, vd., 2004). Bu özellikleri, mantarları sağlıklı beslenme açısından değerli bir gıda grubu haline getirmektedir (Yousuf, vd., 2021).

2022 yılı itibarıyla dünya genelindeki mantar üretimi 48,3 milyon ton olarak kaydedilmiştir. Bu üretimin 46,4 milyon tonu Asya kıtasında, 1,3 milyon tonu ise Avrupa'da gerçekleşmiştir. Asya kıtası dünya toplam mantar üretiminin yaklaşık %96'sını karşılamakta, Avrupa ise yalnızca %2,7'lik bir paya sahiptir (FAO, 2024). Çin, 45,4 milyon tonluk üretimiyle küresel ölçekte lider konumundadır. Asya'daki diğer önemli üretici ülkeler arasında Japonya ve Hindistan yer alırken; Avrupa kıtasında Polonya ve Hollanda öne çıkmaktadır (FAO, 2024). Avrupa'da üretim hacmi, Asya'nın oldukça gerisinde kalmakta, bu durum Asya'daki üretim teknolojileri ve iklim avantajlarıyla açıklanmaktadır (Thakur, 2018; Cavusoglu, vd., 2021).

Türkiye, dünya mantar üretimi sıralamasında 15. sırada yer almakta olup, üretim ve tüketim bölgesel olarak farklılık göstermektedir. Türkiye'de kültür mantarı üretimi 1960'lı yıllarda başlamış, 1990'lardan itibaren ise ticari anlamda önem kazanmıştır. Ülke genelinde üretimin %61,5'i Akdeniz Bölgesi'nde gerçekleşirken, tüketimde Marmara Bölgesi %60'lık payla ilk sıradadır (Eren, 2019). Antalya/Korkuteli, Burdur, Konya ve Kocaeli, mantar üretiminin yoğunlaştığı başlıca illerdir. Son yıllarda modern üretim tekniklerinin, yenilebilir kaplamaların ve melatonin uygulamalarının devreye girmesiyle ürün kalitesi ve raf ömrü daha da artırılmıştır (Shenbagam, vd., 2023; Ağın ve Çavuşoğlu, 2024; Mohammadi, vd., 2021). Bu veriler, Asya'nın küresel mantar üretimindeki baskın rolünü ve Türkiye'nin sektördeki istikrarlı gelişimini açıkça göstermektedir. Asya kıtası, üretim kapasitesi, iklim koşulları, gelişmiş tarımsal altyapı ve teknoloji kullanımı bakımından diğer kıtalara kıyasla belirgin bir üstünlüğe sahiptir (Thakur, 2018; Castellanos-Reyes, vd., 2021).

Günümüzde tarım ve gıda ürünlerinin üretiminde büyük bir artış gözlemlenmektedir. Bu artış, üretilen gıdaların korunması, taşınması ve raf ömürlerinin uzatılması ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Gıdaların raf ömrünü artırmak için uygun depolama şartlarının sağlanması önemli bir ihtiyaç olarak öne çıkmaktadır. Bu amaca yönelik olarak geliştirilmiş yenilebilir film ve kaplama yöntemleri, gıdaları fiziksel ve kimyasaldan kaynaklanan etkilerden koruyarak

bozulmayı geciktirmekte ve ürün kalitesinin uzun süre korunmasına olanak tanımaktadır. (Keleş, 2002; Çavuşoğlu vd., 2019). Yenilebilir kaplamalar; gıdanın yüzeyinde oluşturulan, sentetik olmayan, doğal kaynaklı ve tüketilebilir ince tabakalardır. Bu materyaller, nem, gaz ve katı madde hareketini düzenleyerek ürünün tazeliğini ve duyusal kalitesini korumaya yardımcı olur (Keleş, 2002). Son yıllarda yapılan araştırmalar, bitkisel özler veya uçucu yağlar ile zenginleştirilmiş yenilebilir kaplamaların mikrobiyal büyümeyi engellediğini ve ürünlerin raf ömrünü anlamlı biçimde uzattığını göstermektedir (Yousuf, vd., 2021; Mohammadi, vd., 2021; Shenbagam, vd., 2023). Ayrıca jelatin, bu tür yenilebilir kaplama materyalleri arasında en çok araştırılan ve kullanılan biyopolimerlerden biridir. Jelatin bazlı film kaplamalar, hayvan derisi ve kemiklerinde bol miktarda bulunan yapısal protein olan kolajenin kısmi hidroliziyle elde edilen çok yönlü bir hidrokolloiddir (Boran vd., 2011). Su ile oluşturulan jelatin jelleri, düşük sıcaklıklarda eriyip jelleşir. Jelatinin erime sıcaklığı ile priz sıcaklığı arasındaki farkın küçük olması, onu diğer jelleştirici maddelere göre daha avantajlı hâle getirir ve kullanım sıklığını artırır (Boran vd., 2010). Jelatin hem biyolojik olarak parçalanabilir olması hem de film oluşturma kapasitesi nedeniyle gıda endüstrisinde kaplama materyali olarak sıklıkla tercih edilmektedir (Temiz ve Özdemir, 2021; Thakur, vd., 2021).

Hasat sonrası meyve ve sebzelerde kalite kaybının azaltılması ve raf ömrünün uzatılması, gıda endüstrisi açısından önemli bir hedef olarak kabul edilmektedir. Bu doğrultuda geliştirilen yöntemlerden biri de yenilebilir kaplama malzemelerinin kullanımıdır. Yenilebilir kaplamalar, gıdaların yüzeyinde ince bir film tabakası oluşturarak su kaybını (Dikel, 2012), solunum hızını ve mikrobiyal kontaminasyonu azaltır. Ayrıca bu kaplamalar, doğal biyopolimerlerden elde edildikleri için çevre dostu bir koruma yöntemi sunarlar (Krochta ve De Mulder-Johnston, 1997). Jelatin, hayvansal kaynaklı bir protein olarak yenilebilir film ve kaplama sistemlerinde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Jelatin kaplamalar, nem ve gaz geçirgenliğini düzenleme özellikleri sayesinde gıdaların tazelik ve kalitesini korumaktadır (Bourtoom, 2008). Jelatinin toksik olmaması, biyolojik olarak parçalanabilir olması ve iyi film oluşturma kapasitesi, onu meyve ve sebzelerin yanı sıra mantar gibi kısa ömürlü ürünler için de uygun bir kaplama materyali haline getirmektedir (Boran vd., 2010; Boran vd., 2011; Temiz ve Özdemir, 2021).

Son yıllarda yapılan araştırmalar, jelatin ve doğal özler kombinasyonunun özellikle mantar gibi hassas ürünlerde raf ömrünü uzatmada etkili olduğunu göstermiştir (Shenbagam, vd., 2023; Mohammadi, vd., 2021). Jelatin esaslı kaplamaların nem kaybını azalttığı, oksidasyonu ve renk değişimlerini önlediği, ayrıca depolama süresince mikrobiyal aktiviteyi sınırladığı belirlenmiştir (Lin vd., 2011; Thakur, vd., 2021). Bununla birlikte, jelatin kaplamaların yalnızca fiziksel bir bariyer oluşturmakla kalmadığı; içerdiği aktif bileşenler sayesinde antioksidan ve antimikrobiyal etki gösterdiği bildirilmiştir (Gennadios, 2002; Cavusoglu, vd., 2021). Bu özellikler, jelatini çevre dostu ve işlevsel bir koruma materyali haline getirmektedir (Thakur, 2018).

Melatonin, ilk kez 1958 yılında insanlarda tanımlanmış olup, daha sonra 1995 yılında bitkilerde de bulunduğu ortaya konulmuştur (Dubbels vd., 1995; Hattori vd., 1995). Bitkilerde melatonin; kök, yaprak, çiçek ve meyve dokularında sentezlenmekte ve fizyolojik süreçlerde antioksidan rol oynamaktadır (Arnao ve Hernández-Ruiz, 2013; Tan vd., 2013). Son yıllarda yapılan çalışmalar, melatonin uygulamalarının mantarların raf ömrü, renk korunumu ve organik asit içeriği üzerinde olumlu etkiler sağladığını göstermiştir (Ağın ve Çavuşoğlu, 2024). Melatonin, oksidatif stresi azaltıcı ve solunumu düzenleyici etkileriyle, hasat sonrası kalite kayıplarını en aza indiren doğal bir biyoregülatör olarak değerlendirilmektedir.

Birçok bitki türünün tohum, meyve, yaprak ve köklerinde yüksek düzeyde melatonin bulunduğu belirlenmiştir (Reiter, 1999; Tettamanti vd., 2000; Reiter vd., 2007). Melatoninin bitkilerde varlığının keşfinden sonra yapılan çok sayıda araştırma, bu bileşiğin sebze, meyve, tahıl, tıbbi, aromatik, süs ve yabani bitkilerde bulunduğunu ortaya koymuştur (Paredes vd.,

2009; Arnao, 2014; Feng vd., 2014). Bu bulgular, melatoninin bitkisel dokularda yaygın olarak bulunduğunu ve farklı türlerde fizyolojik süreçlerde önemli roller üstlendiğini göstermektedir. Melatonin, elma, çilek, domates, kiraz ve salatalık gibi birçok bitki türünde bulunan önemli bir indolamin hormondur. Bitkilerde büyüme ve gelişmeyi düzenleme, yaprak yaşlanmasını geciktirme ve meyve olgunlaşmasını etkileme gibi kritik görevler üstlenmektedir (Hernández-Ruiz ve Arnao, 2018). Ayrıca melatonin, reaktif oksijen türlerini (ROS) temizleyerek ve antioksidan savunma sistemini güçlendirerek bitkilerin abiyotik ve biyotik streslere karşı dayanıklılığını artırır (Debnath vd., 2019). Bu yönüyle melatonin, bitkilerde hem büyüme düzenleyicisi hem de doğal bir antioksidan ajan olarak işlev görmektedir (Thakur, 2018). Melatoninin hasat sonrası süreçlerdeki etkileri de giderek daha fazla araştırılmaktadır. Meyve fizyolojisinde melatonin; soğuk zararını azaltma, olgunlaşmayı geciktirme, çürüme oluşumunu engelleme ve renk kararlılığını koruma gibi önemli etkiler göstermektedir (Michailidis vd., 2021; Li vd., 2021). Özellikle mantarlarda melatonin uygulamasının, yaşlanma sürecini geciktirerek kalite parametrelerini koruduğu belirlenmiştir (Shekari, Hassani, Aghdam, Rezaee, & Jannatizadeh, 2021). Meyve ve sebzelerde endojen olarak sentezlenen melatonin, olgunlaşma ve hasat sonrası fizyolojik süreçlerde düzenleyici bir rol oynamaktadır. Eksojen melatonin uygulamaları; oksitlenmiş proteinlerin onarımında görev alan antioksidan enzimleri (SOD, CAT, POD), enzimatik olmayan antioksidanları ve solunum süreçlerini düzenleyerek ürünün biyokimyasal stabilitesini artırmaktadır (Xu vd., 2019). Örneğin melatonin uygulaması, brokoli (Zhu vd., 2018), salatalık (Xin vd., 2017) ve şeftali (Gao vd., 2016) gibi ürünlerde solunum hızını düşürmüş, yaşlanma sürecini yavaşlatmış ve raf ömrünü uzatmıştır. Benzer şekilde, *Agaricus campestris* ve *Agaricus bisporus* türlerinde yapılan çalışmalar, melatonin uygulamasının kararmayı azalttığını, renk stabilitesini koruduğunu ve organik asit dengesini düzenlediğini göstermiştir (Ağın ve Çavuşoğlu, 2024; Mohammadi, Khankahdani, & Tanaka, 2021).

Bu çalışma, tarımsal sürdürülebilirliğe katkı sağlamak amacıyla kestane mantarlarında (*Agaricus campestris*) melatonin ve jelatin uygulamalarının hasat sonrası fizyolojik değişimler ve kalite kaybı üzerindeki etkilerini araştırmayı amaçlamaktadır. Ayrıca, bu uygulamaların mantarların depolama süresince meydana gelen fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal değişimler ile kararma eğilimleri üzerindeki etkileri de incelenmiştir.

Hasat sonrası dönemde meydana gelen kalite kayıplarının en aza indirilmesi, tarımsal sürdürülebilirlik ve gıda güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır. Özellikle kısa raf ömrüne sahip mantar türlerinde kalite parametrelerinin korunması hem üreticiler hem de tüketiciler için kritik bir konudur. Son yıllarda yapılan araştırmalar, yenilebilir kaplamalar ve doğal biyoregülatörlerin bir arada kullanılmasının ürün dayanıklılığını artırabileceğini ortaya koymuştur (Thakur, 2018; Shenbagam, vd., 2023; Mohammadi, vd., 2021). Jelatin, nem ve gaz geçirgenliğini düzenleme kapasitesi sayesinde ürünlerin tazeliğini korurken (Boran vd., 2011; Temiz ve Özdemir, 2021), melatonin oksidatif stresi azaltarak hücresel yapının bütünlüğünü desteklemektedir (Ağın ve Çavuşoğlu, 2024; Li vd., 2021). Ancak bu iki bileşiğin birlikte kullanımının, özellikle Agaricus campestris gibi kısa ömürlü mantar türlerinde hasat sonrası kalite üzerine etkileri henüz yeterince araştırılmamıştır. Bu nedenle, bu çalışma melatonin ve jelatin uygulamalarının kestane mantarlarının (*Agaricus campestris*) depolama süresince fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal özellikleri üzerindeki etkilerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Araştırma kapsamında, melatonin ve jelatin uygulamalarının tekil ve kombine etkilerinin karşılaştırılması, depolama süresine bağlı kalite değişimlerinin izlenmesi ve elde edilen veriler ışığında mantarların raf ömrünü artırabilecek sürdürülebilir bir koruma stratejisinin geliştirilmesi hedeflenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Çalışmada, materyal olarak Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mantar Araştırma ve Uygulama Merkezine ait, yetiştirme koşulları kontrol edilebilen ranza sistemli odalarda yetiştirilen kestane mantarları (*Agaricus campestris*) kullanılmıştır.

Optimum hasat koşullarında hasadı gerçekleştirilen mantarlara öncelikle 10ºC'de ön soğutma yapılmıştır. Ön soğutma işleminden sonra mantarlar aynı şekilde boylandıktan sonra mekanik hasarı olanlar elemine edilmiştir. Mantarlar öncelikle çeşme suyunda yıkanmıştır. Sterilasyonu sağlamak amacıyla 250 ppm'lik çamaşır suyunda (NaClO) 1 dakika boyunca tutulmuştur. Klorit kalıntısını gidermek için saf suda üç defa durulanıp ve kurumaya bırakılmıştır.

Kestane mantarları, %1'lik jelatin yenilebilir kaplama malzemesi (2 defa, 5 saniye) ve 0.5 mM melatonine (3 dakika) daldırılıp ve kurumaya bırakılmıştır. Kontrol grubu ise 3 dakika saf suda bekletilmiştir.

Uygulama yapıldıktan sonra mantarlar (*Agaricus campestris*) köpük tabaklar içerisinde ve her tabak içerisinde 6 adet olacak şekilde üzeri strech film ile kaplanıp ve 4ºC sıcaklıkta ve %90-95 oransal nem içeren soğuk hava depolarına aktarılmıştır. Çalışma 3 tekerürlü olacak şekilde kurulup ve muhafaza süresince 4 gün aralıklarla depodan alınan örneklerde gözlem ve analizler yapılmıştır.

2.1 Ağırlık kaybı

Muhafaza süresince ağırlık kayıplarını belirlemek için ise ayrılan örneklerde ağırlık ölçümleri, hassas terazi yardımı ile hasat dönemi ile hasadı izleyen 4 günlük analiz dönemlerinde yapılıp ve ağırlık kayıpları başlangıca göre % olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Ağırlık Kaybı} = \frac{(\text{Başlangıç Ağırlığı} - \text{Son Ağırlık})}{(\text{Başlangıç Ağırlığı})} \times 100$$

2.2 Renk

Araştırma süresince bitkilerde renk değişimleri Minolta CR–400 marka renk ölçer ile L*, a, b C*, h˚ renk düzleminde belirlenecektir. Her tekerrüre ait bitkilerde 3 farklı bölgede ölçüm yapılacaktır. Sonuçlar L * C*, h˚ olarak ifade edilecektir. Renkler a* (+kırmızı- yeşil), b* (+sarı-mavi) ve L(parlaklık) renk değerlerini ifade etmektedir. L* değeri 100'e yaklaştıkça parlaklığın artığını göstermektedir.

2.3 Solunum hızı

Gaz sızdırmaz kavanozlar içerisindeki kestane mantarların ortama verecekleri CO_2 miktarı 2 saatlik bir bekleme süresinin sonunda Headspace Gas Analyser GS3/L marka CO_2 analyzer ile okunmuştur. Mantarların solunum hızı değerleri ağırlık ve hacim değerlerinin de kullanımı ile hesaplanmıştır (Çavuşoğlu, 2008).

$$\text{Solunum Hızı} = \frac{(\text{Vk-Vü}) \times \%\ CO_2 \times 10}{G \times T}$$

Vk: Kavanoz hacmi (L)
Vü: Ürün hacmi (L)
%CO2: Ürünün çıkarmış olduğu karbondioksit miktarı
G: Ürün ağırlığı (kg)
T: Zaman (saat)

3. BULGULAR

3.1 Ağırlık Kaybı

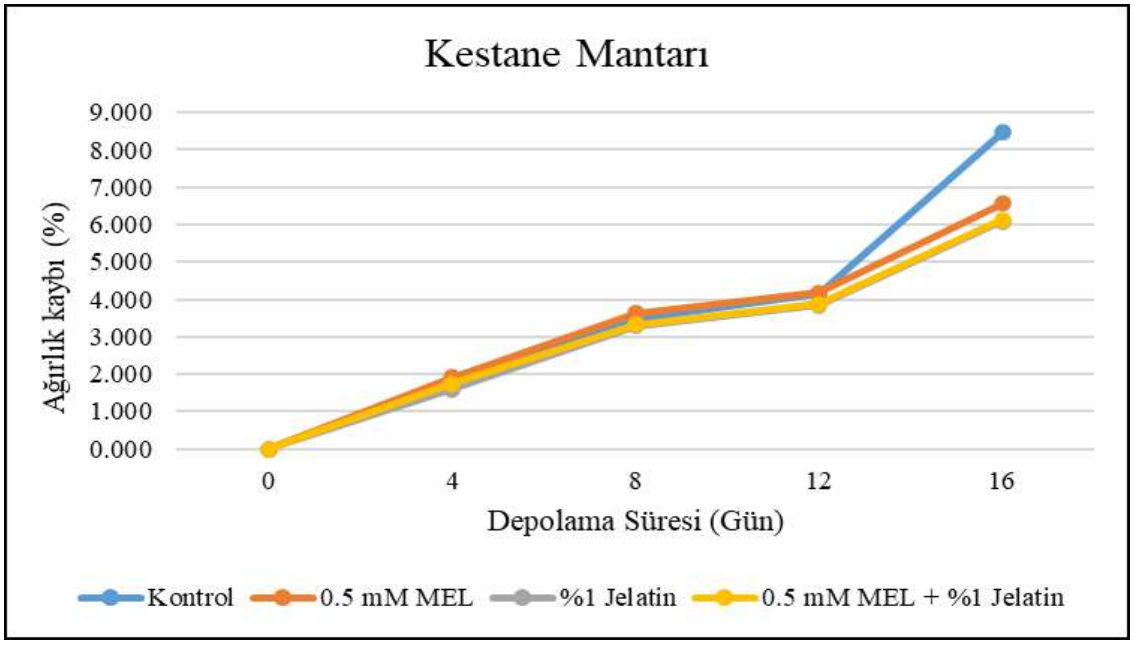
Kestane mantarının 4ºC sıcaklık ve %90±5 nem koşullarında saklanması sırasında yaşanan ağırlık kaybındaki değişiklikler Çizelge 3. 1 ve Şekil 3. 1'de yer almaktadır.

D. S.	Uygulama				D.S. Ort.
	Kontrol	**0.5 mM MEL**	**%1 Jelatin**	**0.5 mM MEL + %1 Jelatin**	
0	0.000 ± 0.000 $^{\ddot{o}d}$ $_{e}$	0.000 ± 0.000 $^{\ddot{o}d}$ $_{d}$	0.000 ± 0.000 $^{\ddot{o}d}$ $_{e}$	0.000 ± 0.000 $^{\ddot{o}d}$ $_{e}$	0.000 ± 0.000 $_{e}$
4	1.810 ± 0.029 ^{A} $_{d}$	1.917 ± 0.057 ^{A} $_{c}$	1.587 ± 0.078 ^{B} $_{d}$	1.741 ± 0.029 ^{AB} $_{d}$	1.764 ± 0.043 $_{d}$
8	3.477 ± 0.081 ^{A} $_{c}$	3.621 ± 0.165 ^{A} $_{b}$	3.282 ± 0.037 ^{A} $_{c}$	3.329 ± 0.072 ^{Ac}	3.428 ± 0.059 $_{c}$
12	4.136 ± 0.110 ^{A} $_{b}$	4.180 ± 0.206 ^{A} $_{b}$	3.843 ± 0.084 ^{A} $_{b}$	3.886 ± 0.126 ^{Ab}	4.013 ± 0.075 $_{b}$
16	8.471 ± 0.196 ^{A} $_{a}$	6.568 ± 0.348 ^{B} $_{a}$	6.082 ± 0.127 ^{C} $_{a}$	6.122 ± 0.156 ^{C} $_{a}$	6.311 ± 0.115 $_{a}$
Uyg. Ort.	**3.579 ± 0.585** ^{A}	**3.259 ± 0.595** ^{A}	**3.015 ± 0.552** ^{A}	**3.103 ± 0.279** ^{A}	
p^{Uygulama} **= 0.002**		$p^{\text{D.S.}}$ **= 0.001**		$p^{\text{Uygulama x D.S.}}$ **= 0.875**	

A, B, C →: Aynı depolama süresi içerisinde farklı büyük harf alan uygulamalar arası fark istatisitiki olarak önemlidir ($p<0.05$).

a, b, c ↓ : Aynı uygulama içerisinde farklı küçük harf alan depolama süreleri arası fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$).

Kestane mantarının 4ºC'de ve %90±5 nem oranıyla depolandığı süreçte, ağırlık kaybındaki değişiklikler incelendiğinde; depolama başlangıcından sonuna kadar her uygulamada sürekli bir artış gözlemlenmiştir. Depolama sürecinin sonunda elde edilen bulgulara göre, en fazla ağırlık kaybı %8. 471 ile Kontrol grubunda gerçekleşirken, en az kayıp ise %6. 082 ile %1 jelatin uygulamasında meydana gelmiştir (Çizelge 3. 1 ve Şekil 3. 1). Ağırlık kaybı bakımından, uygulamalar arasında 0 ile 14. depolama günleri arasında istatistiksel bir fark bulunmazken, sadece depolamanın son aşamasında bir farklılık önemli olarak belirlenmiştir. Depolama süreleri arasında ise tüm uygulamalar arasında istatistiksel farklılık olduğu keşfedilmiştir. (Çizelge 3. 1)



Şekil 3.1 Kestane mantarının depolanması sırasında ağırlık kaybında meydana gelen değişimler

3.2 Renk

3.2.1 L* Değeri

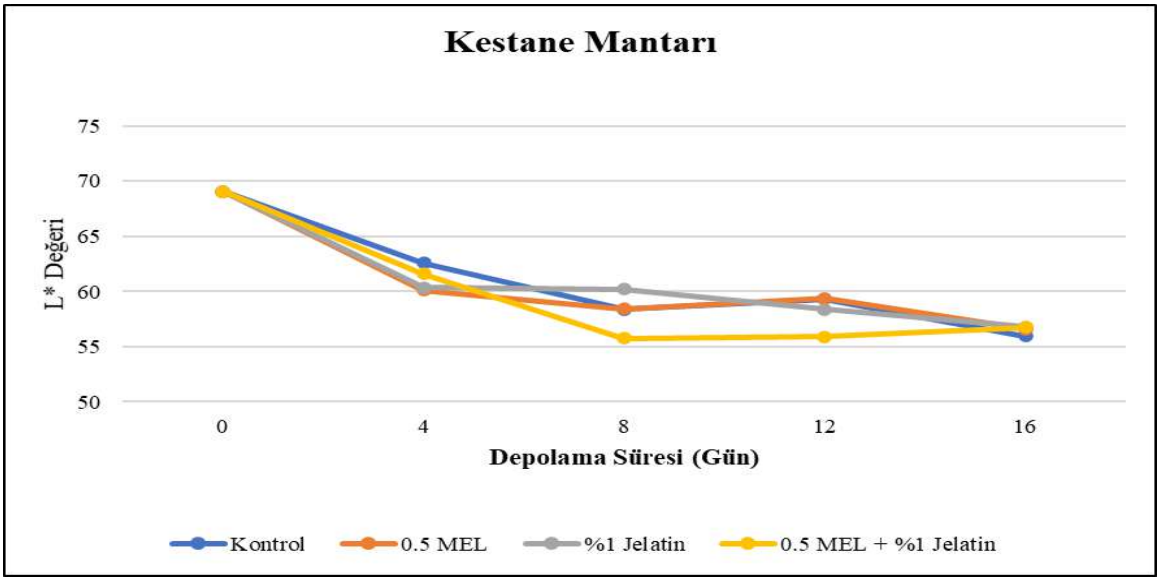
Kestane mantarının 4ºC ve %90±5 nem seviyelerinde saklanması sırasında L* değerindeki değişiklikler Tablo 3. 2 ve Grafik 3. 2'de yer almaktadır.

Çizelge 3.2 Kestane mantarının depolanması sırasında L* değerinde meydana gelen değişimler

D. S.	Uygulama				D.S. Ort.
	Kontrol	**0.5 mM MEL**	**%1 Jelatin**	**0.5 mM MEL + %1 Jelatin**	
0	69.060 ± 0.202 ***A a***	69.060 ± 0.202 ***A a***	69.060 ± 0.202 ***A a***	69.060 ± 0.202 ***A a***	69.060 ± 0.086 ***a***
4	62.590 ± 0.722 ***A b***	60.105 ± 0.574 ***B b***	60.380 ± 0.572 ***B b***	61.600 ± 0.260 ***AB b***	61.169 ± 0.383 ***b***
8	58.360 ± 1.109 ***A c***	58.430 ± 0.410 ***A bc***	60.195 ± 0.188 ***A b***	55.740 ± 0.364 ***B d***	58.181 ± 0.548 ***c***
12	59.330 ± 0.722 ***A c***	59.360 ± 0.554 ***A b***	58.370 ± 0.722 ***A c***	55.920 ± 0.381 ***B cd***	58.245 ± 0.496 ***c***
16	55.955 ± 0.326 ***A d***	56.600 ± 0.964 ***A c***	56.785 ± 0.644 ***A c***	56.765 ± 0.222 ***A c***	56.526 ± 0.280 ***d***
Uyg. Ort.	61.059 ± 1.239 ***A***	60.711 ± 1.181 ***A***	60.958 ± 1.155 ***A***	59.817 ± 1.366 ***A***	
p^{Uygulama} = **0.003**		$p^{\text{D.S.}}$ = **0.001**		$p^{\text{Uygulama x D.S.}}$ = **0.001**	

A, B, C →: Aynı depolama süresi içerisinde farklı büyük harf alan uygulamalar arası fark istatisitiki olarak önemlidir ($p<0.05$).
a, b, c ↓ : Aynı uygulama içerisinde farklı küçük harf alan depolama süreleri arası fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$).

Kestane mantarının 4ºC'de ve %90±5 oransal nem ortamında depolandığı müddet boyunca L* değerindeki değişikliklere bakıldığında; depolama süresince bir azalma yaşandığı gözlemlenmiştir. Depolamanın sonunda ise en yüksek L* değeri %1 Jelatin uygulaması ile 56. 785 olarak tespit edilirken, en düşük değer kontrol grubunda 55. 955 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3. 2 ve Şekil 3. 2). L* değerleri açısından uygulamalar arasında 0 ve 16 günde istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmezken, 4, 8 ve 12 günde farkın istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur. Depolama süreleri incelendiğinde ise, uygulamalar arasında anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir. (Çizelge 3. 2)



Şekil 3.2 Kestane mantarının depolanması sırasında L* değerinde meydana gelen değişimler

3.2.2 a* Değeri

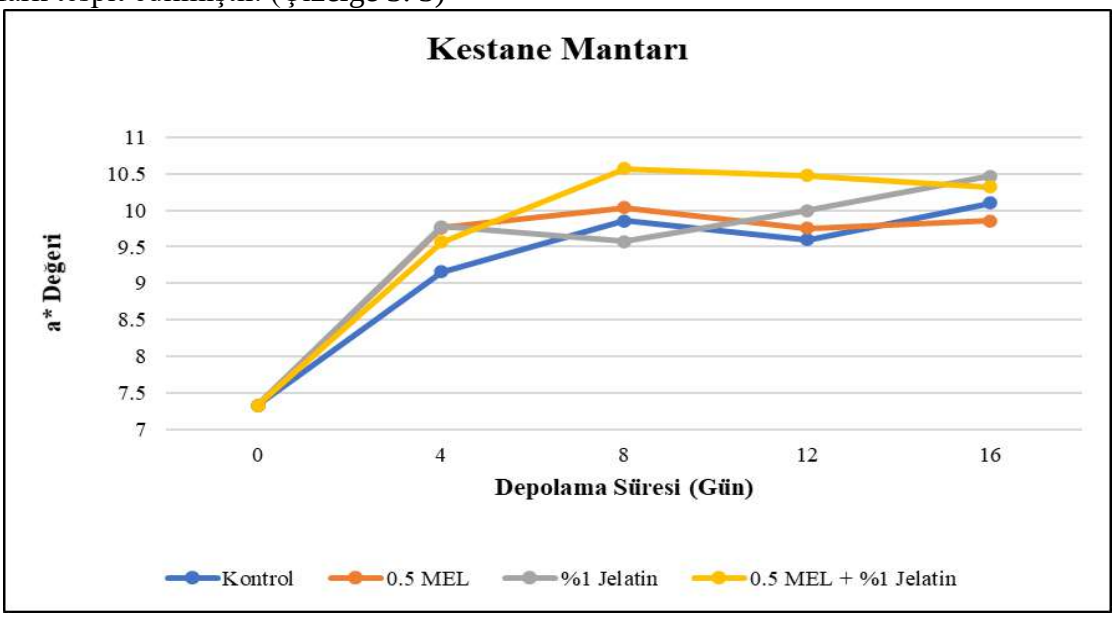
Kestane mantarının 4ºC sıcaklık ve %90±5 nem oranıyla saklanması sürecinde a* değerindeki değişimler Çizelge 3. 3 ve Şekil 3. 3'te yer almaktadır.

Çizelge 3.3 Kestane mantarının depolanması sırasında a* değerinde meydana gelen değişimler

D. S.	Uygulama				D.S. Ort.
	Kontrol	0.5 mM MEL	%1 Jelatin	0.5 mM MEL + %1 Jelatin	
0	7.335 ± 0.107 ^{Ad}	7.335 ± 0.107 ^{Ab}	7.335 ± 0.107 ^{Ad}	7.335 ± 0.107 ^{Ac}	7.335 ± 0.046 ^{c}
4	9.155 ± 0.107 ^{Bc}	9.765 ± 0.141 ^{A} ^{a}	9.780 ± 0.115 ^{A} ^{bc}	9.565 ± 0.089 ^{Ab}	9.566 ± 0.090 ^{b}
8	9.855 ± 0.165 ^{BC} ^{ab}	10.040 ± 0.121 ^{Ba}	9.575 ± 0.014 ^{Cc}	10.570 ± 0.133 ^{A} ^{a}	10.010 ± 0.121 ^{a}
12	9.595 ± 0.199 ^{Bb}	9.755 ± 0.130 ^{B} ^{a}	10.000 ± 0.092 ^{Bb}	10.475 ± 0.032 ^{A} ^{a}	9.956 ± 0.114 ^{a}
16	10.100 ± 0.012 ^{BCa}	9.860 ± 0.110 ^{Ca}	10.470 ± 0.144 ^{A} ^{a}	10.320 ± 0.040 ^{ABa}	10.188 ± 0.080 ^{a}
Uyg. Ort.	9.208 ± 0.269 ^{A}	9.351 ± 0.275 ^{A}	9.432 ± 0.294 ^{A}	9.653 ± 0.326 ^{A}	
$p^{Uygulama}$ = 0.001		$p^{D.S.}$ = 0.001		$p^{Uygulama\ x\ D.S.}$ = 0.001	

A, B, C →: Aynı depolama süresi içerisinde farklı büyük harf alan uygulamalar arası fark istatisitiki olarak önemlidir ($p<0.05$).a, b, c ↓ : Aynı uygulama içerisinde farklı küçük harf alan depolama süreleri arası fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$).

Kestane mantarının 4ºC ve %90±5 nem seviyelerinde saklanması sırasında a* değerindeki değişikliklere bakıldığında; saklama süresi boyunca bu değerlerin arttığı görülmektedir. Saklama sürecinin sonunda, en yüksek a* değeri 10. 470 ile %1 jelatin uygulamasında belirlenirken, en düşük değer 9. 860 ile 0. 5 mM MEL uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 3. 3 ve Şekil 3. 3). a* değerleri açısından saklama süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir. (Çizelge 3. 3)



Şekil 3.3 Kestane mantarının depolanması sırasında a* değerinde meydana gelen değişimler

3.2.3 b* Değeri

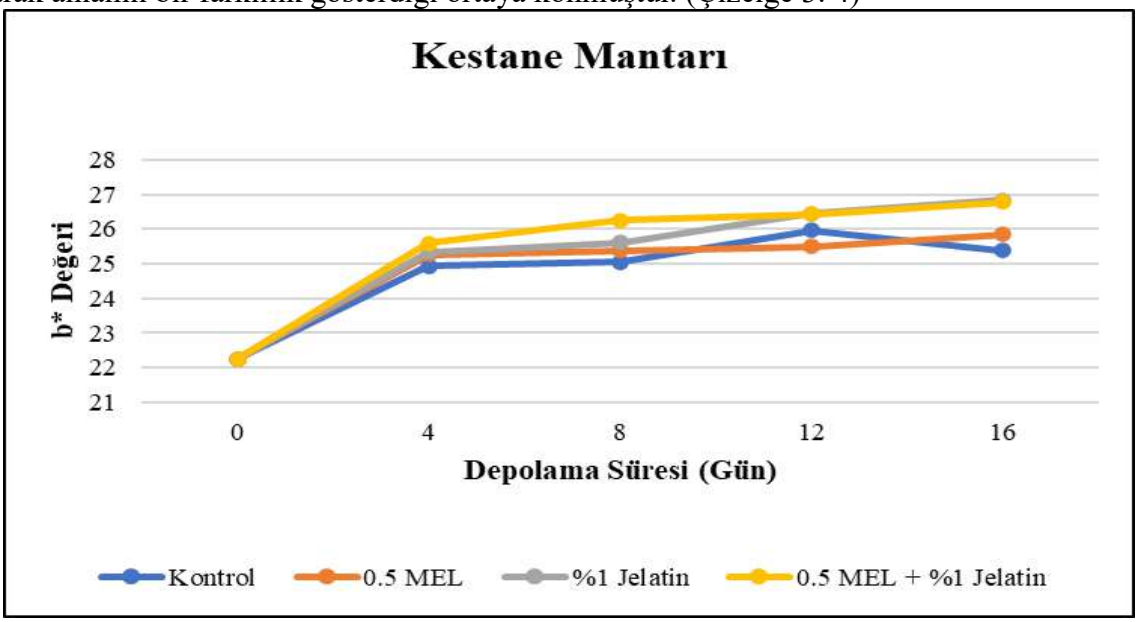
Kestane mantarının 4ºC ve %90±5 oransal nem ortamında saklanması sırasında b* değerindeki değişiklikler Çizelge 3. 4 ve Şekil 3. 4'te belirtmiştir.

Çizelge 3.4 Kestane mantarının depolanması sırasında b* değerinde meydana gelen değişimler

D. S.	Uygulama				D.S. Ort.
	Kontrol	0.5 mM MEL	%1 Jelatin	0.5 mM MEL + %1 Jelatin	
0	22.255 ± 0.326 *A c*	22.255 ± 0.326 *A b*	22.255 ± 0.326 *A c*	22.255 ± 0.326 *A c*	22.255 ± 0.139 *c*
4	24.930 ± 0.081 *C b*	25.270 ± 0.058 *B a*	25.345 ± 0.009 *AB b*	25.595 ± 0.147 *A b*	25.285 ± 0.081 *b*
8	25.045 ± 0.043 *C b*	25.385 ± 0.043 *B a*	25.610 ± 0.081 *B b*	26.245 ± 0.113 *A ab*	25.571 ± 0.136 *b*
12	25.970 ± 0.144 *AB a*	25.495 ± 0.159 *B a*	26.450 ± 0.006 *A a*	26.420 ± 0.208 *A ab*	26.084 ± 0.134 *a*
16	25.380 ± 0.283 *B ab*	25.840 ± 0.185 *B a*	26.840 ± 0.040 *A a*	26.770 ± 0.393 *A a*	26.208 ± 0.217 *a*
Uyg. Ort.	24.716 ± 0.352 *A*	24.849 ± 0.357 *A*	25.300 ± 0.436 *A*	25.457 ± 0.451 *A*	
$p^{Uygulama}$ = 0.001		$p^{D.S.}$ = 0.001		$p^{Uygulama\ x\ D.S.}$ = 0.015	

A, B, C →: Aynı depolama süresi içerisinde farklı büyük harf alan uygulamalar arası fark istatisitiki olarak önemlidir ($p<0.05$).
a, b, c ↓ : Aynı uygulama içerisinde farklı küçük harf alan depolama süreleri arası fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$).

Kestane mantarının 4ºC'de ve %90±5 nem oranında saklandığı dönemde b* değerindeki değişimlere bakıldığında; depolama süresi boyunca değerlerin yükseldiği görülmektedir. Depolama süresinin sonunda, en yüksek b* değerinin 26. 770 ile 0. 5 mM MEL + %1 Jelatin uygulamasında olduğu belirlenirken, en düşük değerin ise 25. 380 ile kontrol grubuna ait olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3. 4 ve Şekil 3. 4). B* değerinin depolama süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği ortaya konmuştur. (Çizelge 3. 4)



Şekil 3.4 Kestane mantarının depolanması sırasında b* değerinde meydana gelen değişimler

3.2.4 Kroma Değeri

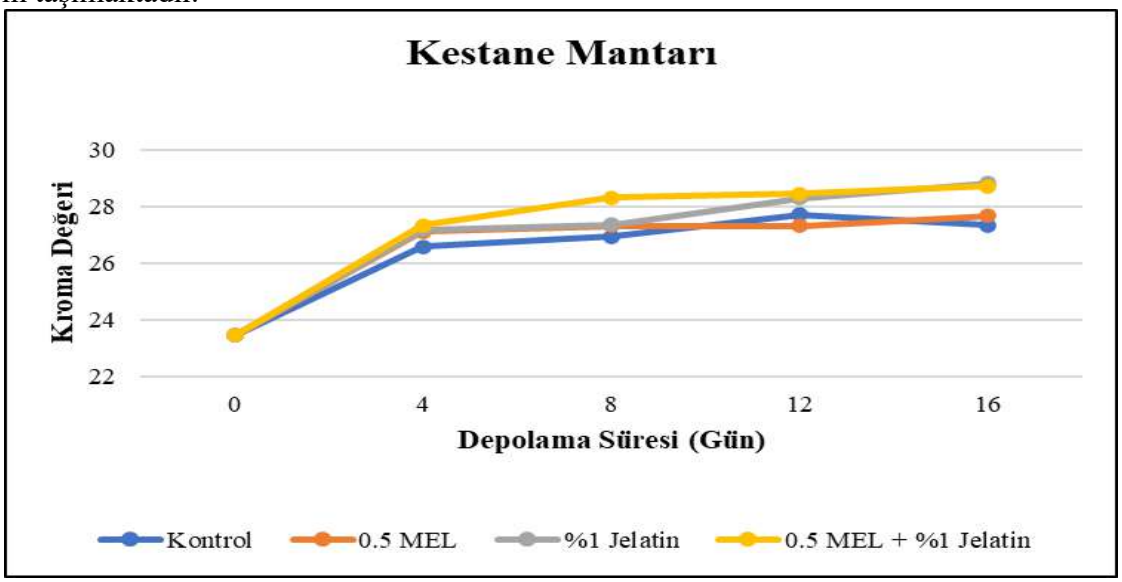
Kestane mantarının 4ºC sıcaklık ve %90±5 nem seviyeleri altında saklandığı süre boyunca kroma değerinde gerçekleşen değişiklikler Tablo 3. 5 ve Şekil 3. 5'te belirtmiştir.

Çizelge 3.5 Kestane mantarının depolanması sırasında kroma değerinde meydana gelen değişimler

D. S.	Uygulama				D.S. Ort.
	Kontrol	0.5 mM MEL	%1 Jelatin	0.5 mM MEL + %1 Jelatin	
0	23.440 ± 0.341 *A d*	23.440 ± 0.341 *A b*	23.440 ± 0.341 *A d*	23.440 ± 0.341 *A c*	23.440 ± 0.145 *c*
4	26.580 ± 0.046 *B c*	27.110 ± 0.110 *A a*	27.185 ± 0.032 *A c*	27.345 ± 0.165 *A b*	27.055 ± 0.097 *b*
8	26.940 ± 0.017 *C bc*	27.320 ± 0.081 *B a*	27.365 ± 0.066 *B c*	28.310 ± 0.156 *A a*	27.484 ± 0.157 *b*
12	27.705 ± 0.205 *B a*	27.325 ± 0.193 *B a*	28.290 ± 0.023 *A b*	28.440 ± 0.179 *A a*	27.940 ± 0.153 *a*
16	27.345 ± 0.251 *B ab*	27.680 ± 0.208 *B a*	28.830 ± 0.087 *A a*	28.705 ± 0.349 *A a*	28.140 ± 0.219 *a*
Uyg. Ort.	26.402 ± 0.416 *A*	26.575 ± 0.429 *A*	27.022 ± 0.509 *A*	27.248 ± 0.532 *A*	
$p^{\text{Uygulama}} = 0.001$		$p^{\text{D.S.}} = 0.001$		$p^{\text{Uygulama x D.S.}} = 0.007$	

A, B, C →: Aynı depolama süresi içerisinde farklı büyük harf alan uygulamalar arası fark istatisitiki olarak önemlidir ($p<0.05$).
a, b, c ↓ : Aynı uygulama içerisinde farklı küçük harf alan depolama süreleri arası fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$).

Kestane mantarının 4ºC'de ve %90±5 oransal nem ortamında saklanması sırasında kroma değerinde meydana gelen değişiklikler incelendiğinde; depolama süresince sürekli bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Depolamanın sonunda en yüksek kroma değeri 28. 830 %1 jelatin uygulaması ile elde edilirken, en düşük değer ise 27. 345 kontrol grubuna ait olarak belirlenmiştir (Çizelge 3. 5 ve Şekil 3. 5). Depolama grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önem taşımaktadır.



Şekil 3.5 Kestane mantarının depolanması sırasında kroma değerinde meydana gelen değişimler

3.2.5 Hue Değeri

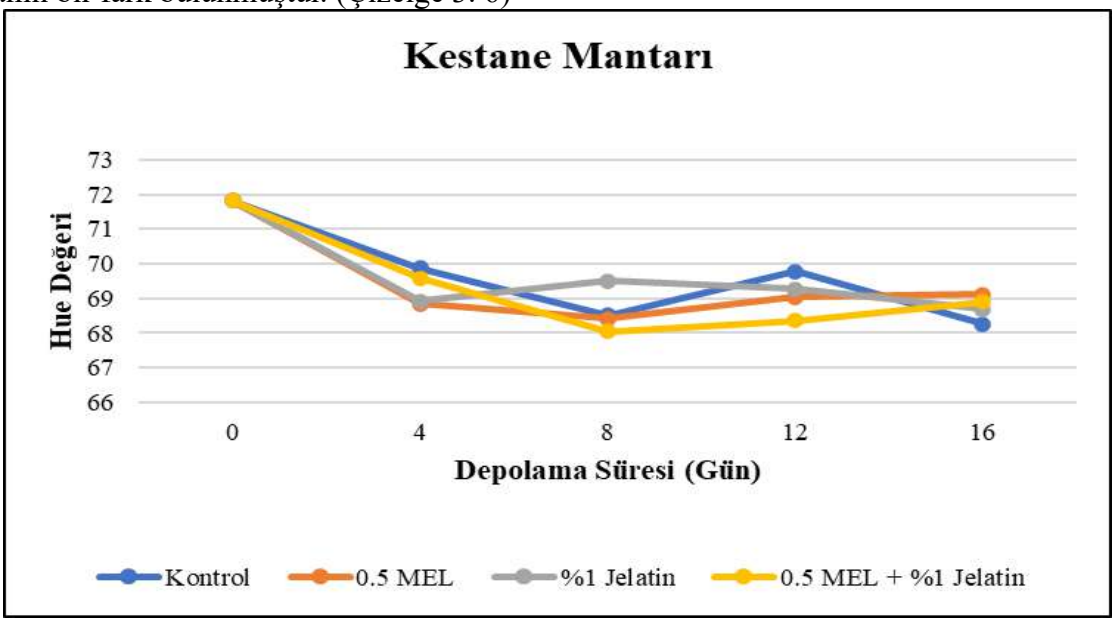
Kestane mantarının 4ºC ve %90±5 nem oranıyla depolanması sırasında hue değerinde oluşan değişiklikler Tablo 3. 6 ve Görsel 3. 6'da yer almaktadır.

Çizelge 3.6 Kestane mantarının depolanması sırasında hue değerinde meydana gelen değişimler

D. S.	Uygulama				D.S. Ort.
	Kontrol	0.5 mM MEL	%1 Jelatin	0.5 mM MEL + %1 Jelatin	
0	71.820 ± 0.017 *A a*	71.820 ± 0.017 *A a*	71.820 ± 0.017 *A a*	71.820 ± 0.017 *A a*	71.820 ± 0.007 *a*
4	69.875 ± 0.297 *A b*	68.845 ± 0.245 *B bc*	68.915 ± 0.240 *B bc*	69.575 ± 0.089 *AB b*	69.303 ± 0.164 *b*
8	68.505 ± 0.384 *B c*	68.420 ± 0.231 *B c*	69.510 ± 0.098 *A b*	68.040 ± 0.173 *B d*	68.619 ± 0.194 *d*
12	69.770 ± 0.294 *A b*	69.040 ± 0.167 *AB b*	69.275 ± 0.188 *A bc*	68.355 ± 0.199 *B cd*	69.110 ± 0.179 *bc*
16	68.250 ± 0.266 *A c*	69.115 ± 0.101 *A b*	68.685 ± 0.257 *A c*	68.905 ± 0.349 *A c*	68.739 ± 0.147 *cd*
Uyg. Ort.	69.644 ± 0.355 *A*	69.448 ± 0.330 *A*	69.641 ± 0.309 *A*	69.339 ± 0.368 *A*	
$p^{\text{Uygulama}} =$ **0.075**		$p^{\text{D.S.}} =$ **0.001**		$p^{\text{Uygulama x D.S.}} =$ **0.001**	

A, B, C →: Aynı depolama süresi içerisinde farklı büyük harf alan uygulamalar arası fark istatisitiki olarak önemlidir ($p<0.05$).
a, b, c ↓ : Aynı uygulama içerisinde farklı küçük harf alan depolama süreleri arası fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$

Kestane mantarının 4ºC ve %90±5 nem oranında saklandığı süre boyunca hue değerinin değişimi incelendiğinde; depolama süresince dalgalı bir şekilde azalmaların gerçekleştiği görülmüş, depolamanın sonunda en yüksek değerin 69. 115 ile 0. 5 mM MEL uygulamasında olduğu belirlenmiş, en düşük değerin ise 68. 250 kontrol grubuna ait olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3. 6 ve Şekil 3. 6). Heu değeri açısından depolama süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. (Çizelge 3. 6)



Şekil 3.6 Kestane mantarının depolanması sırasında hue değerinde meydana gelen değişimler

3.3 Solunum Hızı

Kestane mantarının 4ºC ve %90±5 oransal nem koşullarında depolanması sırasında tutulması ile solunum hızında meydana gelen değişimler Çizelge 3.7 ve Şekil 3.7'de gösterilmiştir.

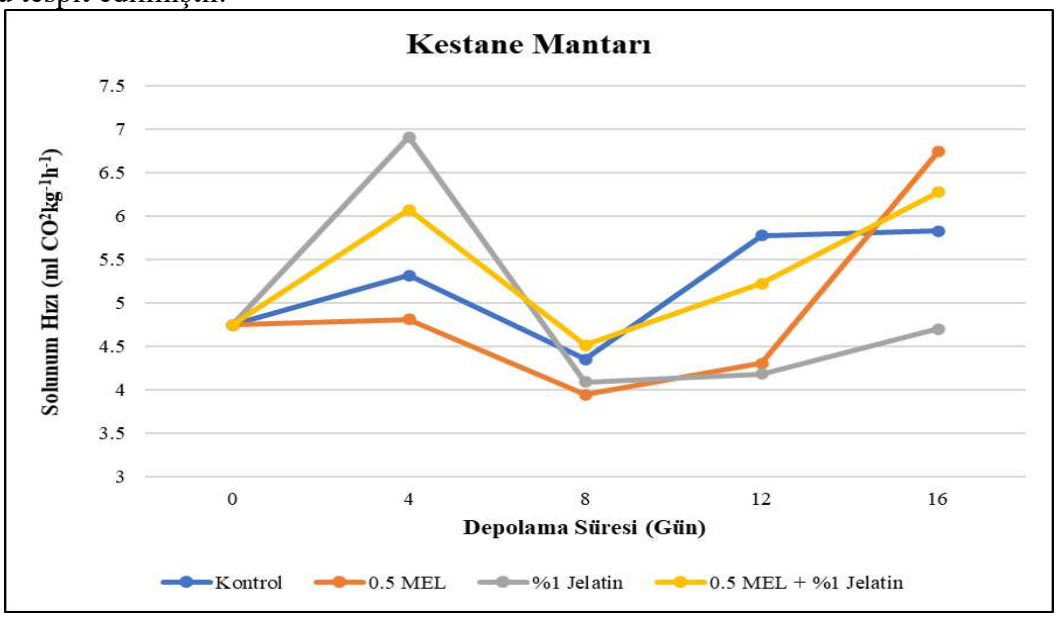
Çizelge 3.7 Kestane mantarının depolanması sırasında solunum hızında meydana gelen değişimler

D. S.	Uygulama				D.S. Ort.
	Kontrol	0.5 mM MEL	%1 Jelatin	0.5 mM MEL + %1 Jelatin	
0	4.749 ± 0.062 *A a*	4.749 ± 0.062 *A b*	4.749 ± 0.062 *A b*	4.749 ± 0.062 *A bc*	4.749 ± 0.026 *b*
4	5.315 ± 0.758 *B a*	4.813 ± 0.037 *B b*	6.915 ± 0.027 *A a*	6.076 ± 0.538 *AB ab*	5.780 ± 0.311 *a*
8	4.350 ± 0.117 *A a*	3.944 ± 0.245 *A b*	4.089 ± 0.187 *A c*	4.513 ± 0.067 *A c*	4.224 ± 0.098 *b*
12	5.777 ± 0.734 *A a*	4.303 ± 0.107 *B b*	4.183 ± 0.039 *B c*	5.223 ± 0.212 *AB abc*	4.871 ± 0.258 *b*
16	6.829 ± 0.823 *A a*	6.741 ± 1.119 *A a*	4.700 ± 0.105 *A b*	6.276 ± 0.803 *A a*	5.886 ± 0.412 *a*
Uyg. Ort.	5.404 ± 0.275 *A*	4.910 ± 0.324 *A*	4.927 ± 0.278 *A*	5.367 ± 0.252 *A*	

$p^{Uygulama}$ = 0.328	$p^{D.S.}$ = 0.001	$p^{Uygulama\ x\ D.S.}$ = 0.019

A, B, C →: Aynı depolama süresi içerisinde farklı büyük harf alan uygulamalar arası fark istatisitiki olarak önemlidir ($p<0.05$).
a, b, c ↓ : Aynı uygulama içerisinde farklı küçük harf alan depolama süreleri arası fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$).

Kestane mantarının 4ºC ve %90±5 nem oranında saklandığı süre boyunca solunum hızında gözlemlenen değişiklikler incelendiğinde; depolama sürecinde değişik uygulamalar sebebiyle artış ve azalmaların meydana geldiği dikkati çekti. Depolamanın sonunda, en yüksek solunum hızı 6. 741 ml CO2kg-1h-1 değerine sahip olan 0. 5 mM MEL uygulamasıyla elde edilirken, en düşük değer ise 4. 700 ml CO2kg-1h-1 ile %1 jelatin uygulamasıyla kaydedilmiştir (Çizelge 3. 7 ve Şekil 3. 7). Farklı depolama yöntemleri arasındaki değişimlerin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3.8 Kestane mantarının depolanması sırasında solunum hızında meydana gelen değişimler

4. TARTIŞMA

Çalışmanın bulgularına göre, kestane mantarının depolanması sırasında uygulanan çeşitli kaplamaların ağırlık kaybı üzerinde farklı etkileri gözlemlenmiştir. Dördüncü günde, %1 jelatin uygulamasının ağırlık kaybını en fazla azaltan uygulama olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Sekizinci günde tüm gruplarda ağırlık kaybı artmış, uygulamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). On ikinci günde de benzer şekilde anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p > 0.05$). On altıncı günde ise ağırlık kaybı en yüksek seviyeye ulaşmış; kontrol grubunda %8.471, 0.5 mM MEL uygulamasında %6.568, %1 jelatin uygulamasında %6.082 ve 0.5 mM MEL + %1 jelatin kombinasyonunda %6.311 oranında ağırlık kaybı meydana gelmiştir. Jelatin uygulamalarının, tek başına veya melatonin ile kombinasyon halinde, ağırlık kaybını anlamlı düzeyde azalttığı saptanmıştır ($p < 0.05$). Genel uygulama ortalamalarına bakıldığında, kontrol grubunda %3.579, 0.5 mM MEL'de %3.259, %1 jelatinde %3.015 ve 0.5 mM MEL + %1 jelatin kombinasyonunda %3.103 oranında ağırlık kaybı kaydedilmiştir. Uygulama farkı (pUygulama = 0.002) ve depolama süresi farkı (pD.S. = 0.001) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1).
Hasat sonrası metabolik aktivitelerin devam etmesi, meyve ve sebzelerin depolanması sırasında ağırlık kaybına yol açmaktadır (Zhu ve diğerleri, 2008). Bu ağırlık kaybı çoğunlukla su kaybından kaynaklanmakta olup, ürünün tazeliği ve pazarlanabilir kalitesi üzerinde belirleyici

bir etkiye sahiptir. Ağırlık kaybı oranı; depolama koşullarına, sıcaklık ve nem düzeyine, depolama alanındaki hava sirkülasyonuna, ürünlerin kabuk veya doku yapısına ve hasat sonrası oluşan mekanik zararlara bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Kuzucu, 2003). Aşırı ağırlık kaybı, sebze ve meyvelerde istenmeyen bir durumdur (Liu ve diğerleri, 2018). Mevcut çalışmada, depolamanın başlangıcından sonuna kadar tüm uygulamalarda ağırlık kaybında artış gözlenmiştir. Bu artışın, ambalaj içi atmosferde oksijenin azalması ve karbondioksit miktarının artması sonucu solunum dengesinin değişmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Çavuşoğlu, 2018).

Mantarlar, kısa raf ömrüne sahip diğer bahçe ürünlerinden farklı olarak dış koruyucu bir tabakaya sahip değildir; bu durum, depolama süresince ağırlık kaybının artmasına neden olmaktadır. Yüksek solunum hızları da bu süreci hızlandırmaktadır. Mantar muhafazasında yaygın olarak kullanılan streç film ambalajı, bağıl nemi korumaya yardımcı olur, oksijen seviyelerini düşürür ve karbondioksit birikimini artırarak solunum dengesini değiştirir (Geeson, 1988). Bu tür ambalajların, yarı geçirgen yapıları sayesinde kaplama etkisi oluşturarak daha az ağırlık kaybına neden olduğu belirtilmiştir (Debeaufort vd., 1998). Yenilebilir kaplamalar, mantarların depolanması sırasında su kaybını azaltmada etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır (Sedaghat ve Zahedi, 2012). Bu çalışmada da yenilebilir kaplama malzemelerinin mantar yüzeyinde su buharı geçirgenliğini azalttığı, bu nedenle jelatinle kaplanan mantarlarda kontrol grubuna kıyasla daha az ağırlık kaybı gözlemlendiği belirlenmiştir.

Hasat sonrası dönemde yenilebilir kaplamalar, meyve ve sebzelerin raf ömrünü uzatmada ve kalitesini korumada önemli avantajlar sağlamaktadır. Bu kaplamalar, yüzeyde yarı geçirgen bir film tabakası oluşturarak nem kaybını sınırlar ve ürünün tazeliğini korur. Çalışmamızda da jelatin uygulamalarının, tek başına veya melatonin ile birlikte, ağırlık kaybını anlamlı derecede azalttığı belirlenmiştir ($p < 0.05$). Yenilebilir filmler oluşturabilen doğal polimerler arasında jelatin önemli bir potansiyele sahiptir. Jelatin, oksijen ve karbondioksit geçişini kontrol ederek solunum hızını düşürür; böylece ürünlerin metabolik aktivitelerini yavaşlatarak bozulmayı geciktirir (Temiz ve Özdemir, 2021). Barrazueta-Rojas vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada, jelatin kaplamanın çileklerde 12 günlük depolama süresinin sonunda yalnızca %2 ağırlık kaybına yol açtığı, dolayısıyla etkili bir uygulama olduğu bildirilmiştir. Yenilebilir kaplamalar ayrıca yüzeydeki mekanik hasarları kapatarak ürünün fiziksel görünümünü ve dokusunu korur. Bu özellikler hem tüketici memnuniyetini artırmakta hem de ekonomik kayıpları azaltmaktadır. Kısacası, yenilebilir kaplamalar hasat sonrası kalite parametrelerinin korunmasında kritik bir rol oynamakta ve taze ürünlerin piyasa değerini yükseltmektedir.

Son yıllarda yapılan araştırmalar, yenilebilir kaplamaların mantarların su kaybını ve solunum hızını azaltmada etkin olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle jelatin, kitosan ve aloe vera jel gibi biyopolimer esaslı kaplamaların, mantar yüzeyinde yarı geçirgen bir bariyer oluşturarak gaz alışverişini sınırladığı; böylece nem kaybını ve metabolik aktiviteyi azalttığı bildirilmektedir (Sharma vd., 2024; Yousuf vd., 2021; Shenbagam vd., 2023). Shenbagam vd. (2023), beyaz kültür mantarında yaptıkları çalışmada, kaplama uygulanmayan örneklerde oksijen tüketimi ve karbondioksit üretiminin daha yüksek olduğunu; buna karşın aloe vera jel kaplamanın gaz bariyer etkisi sayesinde su kaybını ve solunumu belirgin şekilde azalttığını rapor etmişlerdir. Bu bulgular, mevcut çalışmamızda jelatin uygulamasının kestane mantarında ağırlık kaybını azaltmadaki etkisini destekler niteliktedir. Jelatin kaplamanın oluşturduğu koruyucu film tabakası, su buharı geçirgenliğini düşürerek mantar yüzeyinden nem kaybını sınırlamış ve depolama süresince ürünün tazeliğini korumuştur.

4.1 Renk

Sebze ve meyvelerin temel fiziksel özelliklerinden biri olan renk, tüketici tercihleri ve ürünün pazarlanabilirliği açısından en önemli kalite kriterlerinden biridir. Bu nedenle, depolama

süresince meydana gelen renk değişimleri ticari açıdan büyük önem taşımakta, özellikle mantar gibi kısa raf ömrüne sahip ürünlerde görsel kaliteyi doğrudan etkilemektedir. Depolama sırasında ortaya çıkan bu değişiklikler, ürünün ticari değerinde azalmaya yol açabileceğinden dikkatle incelenmesi gereken parametrelerdendir.

Mantar yüzeyinin parlaklığını ifade eden L* değerine (Du vd., 2009) bakıldığında, tüm uygulamalarda depolama süresince düzenli bir artış gözlenmiştir. Jelatin kaplı ve jelatin + melatonin kaplı örnekler, depolama başlangıcına kıyasla daha yüksek L* değerleriyle kontrol grubuna göre daha iyi bir koruma sağlamış, bu da bu iki uygulamanın renk stabilitesi açısından olumlu etki gösterdiğini ortaya koymuştur. Koyulaşmayı ifade eden L* değerinin en yüksek seviyede olduğu grup, depolama sonunda jelatin uygulanan mantarlar olmuştur.

Fizyolojik bozuklukların yüksek düzeyde polifenol oksidaz (PPO) aktivitesi ve fenolik bileşik birikimiyle ilişkili olduğu bilinmektedir (Mohapatra vd., 2008). Mantar yüzeyinde meydana gelen kararmanın başlıca nedenleri, dokuların zedelenmesiyle ortamdaki oksijen miktarının artması ve buna bağlı olarak PPO enzim aktivitesinin yükselmesidir (Podagatlapalli vd., 2012; Donnadieu vd., 2016; Çavuşoğlu, 2018). Bu çalışmada tüm uygulamalarda kroma (C) değerinde depolama süresince düzenli artışlar gözlenmiştir (Tablo 4.5 ve Şekil 4.5). Renk değişiminin yavaşlaması, kaplamaların oluşturduğu yarı geçirgen bariyer sayesinde solunum hızının düşmesi ve etilen üretiminin azalmasıyla ilişkilendirilebilir (Ali vd., 2011). Bu durum, kaplama uygulamalarının solunumu yavaşlatmasıyla bağlantılı olup, mantarların renk açısı (h°) değerlerinde gözlenen sınırlı değişimlerle de uyumludur ve kaplamanın yaşlanma sürecini geciktirdiğini göstermektedir.

Hue açısı (h°) değerlerindeki değişimler incelendiğinde, tüm uygulamalarda depolama süresinin başlangıcından sonuna doğru genel bir azalma eğilimi görülmüştür (Tablo 4.6 ve Şekil 4.6). Yaşlanma sürecinde antosiyaninlerin parçalanmasıyla birlikte meyve ve mantar yüzeyinde renk koyulaşması meydana gelir. Bu durum, ortalama renk tonu açısı (h°) değerinin azalmasıyla ifade edilmektedir. Hue açısındaki değişimler, a* ve b* renk bileşenlerindeki farklılıklara bağlı olarak şekillenmektedir. Mevcut çalışmada melatonin uygulanan mantarlarda renk parametrelerinin daha iyi korunması, melatoninin oksidatif süreci baskılayarak dokulardaki O_2 miktarını azaltması ve CO_2 birikimini artırması sonucunda renk pigmentlerinin bozulmasını sınırlamasına bağlanmaktadır (Çavuşoğlu, 2018; Gökçenay ve Çavuşoğlu, 2018).

Benzer şekilde, literatürde yapılan çalışmalarda da yenilebilir kaplamaların mantar yüzey rengini koruduğu ve enzimatik kararmayı geciktirdiği rapor edilmiştir. Castellanos-Reyes vd. (2021), farklı kaplama materyalleriyle işlem görmüş taze mantarlarda L* değerinin yüksek, a* ve b* değerlerindeki artışın ise sınırlı kaldığını bildirmiştir. Sharma vd. (2024) ve Yousuf vd. (2021) tarafından yapılan araştırmalarda da melatonin ve benzeri doğal antioksidan bileşiklerin PPO aktivitesini baskılayarak renk kararmasını geciktirdiği ve görsel kaliteyi koruduğu belirtilmiştir. Bu bulgular, mevcut çalışmamızda melatonin ve jelatin uygulamalarının kestane mantarında (Agaricus campestris) renk parametrelerinin korunmasına katkı sağladığını ortaya koymakta ve depolama süresince görsel kaliteyi korumada etkili bir yaklaşım olduğunu desteklemektedir.

4.2 Solunum Hızı

Tür ve çeşit farklılıkları dikkate alındığında, solunum ile olgunlaşma arasında güçlü bir etkileşim olduğu bilinmektedir (Tuna Güneş ve Horzum, 2017). Solunum, hasat sonrası dönemde ürünlerin yaşamsal faaliyetlerinin devamını sağlayan temel fizyolojik süreçlerden biridir. Solunum hızı, ürünün olgunlaşma süreciyle doğrudan ilişkili olup, bahçe bitkilerinde solunum hızındaki artışın raf ömrünü önemli ölçüde kısalttığı bildirilmektedir (Cemeroğlu vd., 2001). Bu nedenle, solunum hızının kontrol altına alınması ve yavaşlatılması, hasat sonrası dönemde kalite kayıplarını en aza indirgemede kritik bir öneme sahiptir. Solunum hızının

düşürülmesi, dokulardaki metabolik aktivitenin azalmasını sağlamakta ve böylece doku yumuşaması, renk bozulması, su kaybı ve besin madde yıkımı gibi olumsuzlukların gecikmesine katkıda bulunmaktadır (Kasım, 2021).

Hasat sonrası dönemde meyve ve sebzelerde artan solunum hızı, hücresel solunum zincirinde oksidatif süreçlerin hızlanmasıyla birlikte protein, lipid ve karbonhidratların yıkımına neden olmakta; bu da dokusal yumuşama, su kaybı ve mikrobiyal gelişim riskini artırmaktadır (Haseeb vd., 2021). Bu kapsamda yenilebilir kaplamalar, ürün yüzeyinde oluşturdukları yarı geçirgen bariyer sayesinde oksijen difüzyonunu sınırlamakta ve karbondioksit birikimini artırarak modifiye bir mikroatmosfer oluşturmaktadır. Böylece ürünün solunum hızı yavaşlamakta, su kaybı ve oksidatif stres azalmaktadır. Çeşitli çalışmalar, jelatin kaplamaların bu etkisinin birçok taze ürün üzerinde benzer sonuçlar verdiğini göstermektedir. Örneğin, böğürtlen (Perez vd., 2020), domates (Ruelas-Chacon vd., 2017) ve mantar (Huang vd., 2019) örneklerinde jelatin kaplamaların gaz transferini sınırlayarak metabolik aktiviteyi azalttığı ve raf ömrünü uzattığı bildirilmiştir.

Mevcut çalışmada da benzer şekilde, kestane mantarlarının depolanması süresince tüm uygulamalarda solunum hızında dalgalanmalar gözlenmiş; ancak depolama sonunda en düşük solunum hızının jelatin ile kaplanan mantar grubunda olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, jelatin kaplamanın gaz geçirgenliğini azaltarak solunumu yavaşlattığını ve böylece ürünün metabolik dengesini koruduğunu göstermektedir. Jelatin tabakasının, oksijenin mantar dokusuna geçişini sınırlandırmasıyla birlikte, CO_2 birikimini artırarak solunum zincirinde görevli enzimlerin aktivitesini azalttığı düşünülmektedir. Bu durum, mitokondriyal enerji üretim hızının azalmasıyla birlikte TCA döngüsünün yavaşlamasına ve sonuç olarak solunum kaynaklı kalite kayıplarının gecikmesine katkıda bulunabilir.

Bu bulgular, literatürdeki benzer araştırmalarla paralellik göstermektedir. Castellanos-Reyes vd. (2021), taze mantarların farklı koruma teknikleriyle depolanması sırasında solunum hızının, uygulanan kaplama materyaline bağlı olarak değiştiğini ve özellikle yenilebilir kaplamaların gaz alışverişini sınırlandırarak CO_2 üretimini azalttığını bildirmiştir. Shenbagam vd. (2023) ise aloe vera jel ve uçucu yağ esaslı kaplamaların beyaz kültür mantarında oksijen tüketimini azaltıp karbondioksit üretimini sınırlayarak solunum oranını önemli ölçüde düşürdüğünü rapor etmiştir.

Bu çalışmalarla paralel olarak, mevcut araştırmada jelatin ve melatonin uygulamalarının kestane mantarında solunum hızını dengeleyerek metabolik faaliyetleri yavaşlattığı, dolayısıyla kalite kaybını geciktirdiği sonucuna varılmıştır. Jelatin kaplamanın oluşturduğu yarı geçirgen bariyer, gaz difüzyonunu sınırlayarak oksijenin mantar dokusuna geçişini azaltmakta; melatonin ise güçlü antioksidan özelliği sayesinde hücresel oksidatif stresi azaltmakta ve mitokondriyal solunum enzimlerinin aktivitesini düzenlemektedir. Bu sinerjik etki, mantar dokusunun fizyolojik yaşlanmasını geciktirerek depolama süresince ürün kalitesinin korunmasına katkı sağlamaktadır.

SONUÇ

Bu çalışmada, kestane mantarlarının (*Agaricus campestris*) hasat sonrası depolama sürecinde kalite kayıplarını en aza indirmek amacıyla %1 jelatin ve 0.5 mM melatonin (MEL) + %1 jelatin kaplamalarının etkileri araştırılmıştır. Elde edilen bulgular, her iki kaplama uygulamasının da depolama boyunca mantarların fizyolojik ve görsel özelliklerini koruma açısından önemli katkılar sağladığını göstermiştir.

Depolama süresi boyunca, jelatin ve melatonin ile kaplanan mantarlarda kontrol grubuna kıyasla belirgin biçimde daha düşük ağırlık kaybı gözlenmiştir. Özellikle %1 jelatin kaplamanın, yüzeyde oluşturduğu yarı geçirgen bariyer sayesinde su buharı kaybını ve gaz değişimini sınırlayarak solunum hızını azalttığı belirlenmiştir. Melatonin ile kombine edilen jelatin uygulaması ise, antioksidan özellikleri sayesinde oksidatif stresi azaltmış, bu da dokusal

bozulmaların ve renk kararmasının gecikmesine katkıda bulunmuştur. Bu durum, melatonin ve jelatin sinerjisinin, mantar dokularında metabolik faaliyetleri dengeleyerek kalite kaybını geciktirdiğini ortaya koymaktadır.

Ayrıca, renk parametreleri (L*, a*, b*, kroma ve hue) incelendiğinde, jelatin ve özellikle MEL + jelatin kombinasyonunun depolama süresince parlaklık kaybını önlediği, kararma eğilimini sınırladığı ve ürünün görsel kalitesini koruduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, jelatin kaplamanın fiziksel bariyer özelliği ile melatoninin antioksidan aktivitesinin birlikte kullanılmasının, mantarların raf ömrünü uzatmada etkili bir yöntem olabileceğini göstermektedir.

Genel olarak, 0.5 mM MEL + %1 jelatin kombinasyonu hem ağırlık kaybının azaltılmasında hem de solunum hızının dengelenmesinde en etkili uygulama olarak öne çıkmıştır. Elde edilen sonuçlar, jelatin ve melatonin temelli yenilebilir kaplamaların, mantarların hasat sonrası kalite parametrelerini korumada ve depolama süresince fizyolojik değişimleri kontrol altına almada yüksek potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

Bununla birlikte, bu sonuçların endüstriyel ölçekte uygulanabilirliğini belirlemek ve farklı mantar türlerinde etkinliği doğrulamak amacıyla daha kapsamlı araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışma, yenilebilir kaplama teknolojilerinin mantar muhafazasında kullanımına yönelik gelecekteki uygulamalara bilimsel bir temel sağlayarak, hasat sonrası yönetim stratejilerinin geliştirilmesine katkı sunmaktadır.

KAYNAKÇA

Ağın R., Çavuşoğlu Ş. (2024). Derim sonrası melatonin ve jelatin uygulamalarının Agaricus campestris L. (Agaricaceae)'in modifiye atmosfer koşullarında organik asit içeriğinde meydana gelen değişimler. Mantar Dergisi, 15 (Özel Sayı), 128-137.

Ali A., Muhammad M. T. M., Sijam K., Siddiqui Y. (2011). Effect of chitosan coatings on the physicochemical characteristics of Eksotika II papaya (Carica papaya L.) fruit during cold storage. Food Chemistry, 124, 620-626.

Arnao M. B. (2014). Phytomelatonin: Discovery, content, and role in plants. Advances in Botany, Article ID 815769.

Arnao M. B., Hernández-Ruiz J. (2013). Growth conditions determine different melatonin levels in Lupinus albus L. Journal of Pineal Research, 55, 149-155.

Arnao M. B., Hernández-Ruiz J. (2019). Melatonin and its relationship to plant hormones. Annals of Botany, 123 (6), 1161-1172.

Barrazueta-Rojas S. G., Falconí J. F., Navarro-Ojeda M. N., Oleas-López J. M., Mendoza-Zurita G. X. (2018). Physicochemical properties and application of edible coatings in strawberry (Fragaria × ananassa) preservation. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 71, 8631-8641.

Bonatti M., Karnopp P., Soares H. M., Furlan S. A. (2004). Evaluation of Pleurotus ostreatus and Pleurotus sajor-caju nutritional characteristics when cultivated in different lignocellulosic wastes. Food Chemistry, 88, 425-428.

Boran G. (2011). Bir gıda katkısı olarak jelatin: Yapısı, özellikleri, üretimi, kullanımı ve kalitesi. Gıda, 36 (2), 97-104.

Boran G., Regenstein J. M. (2010). Fish gelatin. In S. L. Taylor (Ed.), Advances in Food and Nutrition Research (Vol. 60, ss. 119-144). Academic Press, UK.

Castellanos-Reyes K., Villalobos-Carvajal R., Beldarrain-Iznaga T. (2021). Fresh mushroom preservation techniques. Foods, 10, 2126.

Çavuşoğlu Ş. (2008). Hasat öncesi sitokinin uygulamasının karnabaharların (Brassica oleracea L. botrytis) hasat sonrası fizyolojisine etkisi (Yayımlanmamış doktora tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Çavuşoğlu Ş. (2018). Modifiye atmosfer ve metil jasmonat uygulamalarının Agaricus bisporus'un hasat sonrası kalite ve muhafaza ömrüne etkileri. Mantar Dergisi, 9 (2), 206-218.

Çavuşoğlu Ş., Keskin N., Türkoğlu N. (2019). Yenilebilir film ve kaplamaların hasat sonrası meyvelerin soğukta muhafazasında kullanım olanakları. II. Uluslararası Tarım ve Orman Kongresi, İzmir, ss. 57-61.

Cavusoglu S., Uzun Y., Yilmaz N., Ercisli S., Eren E., Ekiert H., Elansary H. O., Szopa A. (2021). Maintaining the quality and storage life of button mushrooms (Agaricus bisporus) with gum, agar, sodium alginate, egg white protein, and lecithin coating. Journal of Fungi, 7, 614.
Cemeroğlu B., Yemenicioğlu A., Özkan M. (2001). Meyve ve sebzelerin bileşimi ve soğukta depolanmaları. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 24, Ankara.
Debeaufort F., Quezada-Gallo J. A., Voilley A. (1998). Edible films and coatings: Tomorrow's packaging: A review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 38, 299-313.
Donnadieu F., Fréville P., Hervier C., Coltelli M., Scollo S., Prestifilippo M., Cacault P. (2016). Near-source Doppler radar monitoring of tephra plumes at Etna. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 312, 26-39.
Du J., Fu Y., Wang N. (2009). Effects of aqueous chlorine dioxide treatment on browning of fresh-cut lotus root. LWT – Food Science and Technology, 42 (2), 654-659.
Dubbels R., Reiter R. J., Klenke E., Goebel A., Schnakenberg E., Ehlers C., Schiwara H. W., Schloot W. (1995). Melatonin in edible plants identified by radioimmunoassay and by high performance liquid chromatography–mass spectrometry. Journal of Pineal Research, 18 (1), 38-41.
Gao H., Zhang Z. K., Chai H. K., Cheng N., Yang Y., Wang D. N., Yang T., Cao W. (2016). Melatonin treatment delays postharvest senescence and regulates reactive oxygen species metabolism in peach fruit. Postharvest Biology and Technology, 118, 103-110.
Gökçenay G., Çavuşoğlu Ş. (2018). Farklı dozlarda uygulanan sitokininin beyaz şapkalı mantarın (Agaricus bisporus) muhafazası üzerine etkisi. Mantar Dergisi, 9 (1), 80-91.
Grimm D., Wösten H. A. B. (2018). Mushroom cultivation in the circular economy. Applied Microbiology and Biotechnology, 102 (18), 7795-7803.
Haseeb A., Ayub G., Sial T. A. (2021). Enhancement of postharvest life of persimmon fruit through botanical extracts. Archives of Crop Science, 4 (1), 85-92.
Hernández-Ruiz J., Arnao M. B. (2018). Relationship of melatonin and salicylic acid in biotic/abiotic plant stress responses. Agronomy, 8 (4), 33.
Kasım R. (2021). Hasat sonrası yaşlanmanın geciktirilmesi ve antioksidan kapasitenin artırılmasında etkili yeni uygulama: Melatonin. International Çukurova Agriculture and Veterinary Congress, Adana.
Keleş F. (2002). Gıda ambalajlama ilkeleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 189, Erzurum.
Kuzucu F. C. (2003). Çanakkale-Lapseki koşullarında yetiştirilen Trabzon hurmalarında meyve gelişimi, olgunlaşma ve depolama karakteristikleri üzerinde araştırmalar (Yayımlanmamış doktora tezi). Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
Li L., Kitazawa H., Zhang X., Zhang L., Sun Y., Wang X., Yu S. (2021). Melatonin retards senescence via regulation of the electron leakage of postharvest white mushroom (Agaricus bisporus). Food Chemistry, 340, 127833.
Liu C., Zheng H., Sheng K., Liu W., Zheng L. (2018). Effects of melatonin treatment on the postharvest quality of strawberry fruit. Postharvest Biology and Technology, 139, 47-55.
Michailidis M., Tanou G., Sarrou E., Karagiannis E., Ganopoulos I., Martens S., Molassiotis A. (2021). Pre- and post-harvest melatonin application boosted phenolic compounds accumulation and altered respiratory characters in sweet cherry fruits. Frontiers in Nutrition, 8, 695061.
Mohammadi L., Khankahdani H. H., Tanaka F., Tanaka F. (2021). Postharvest shelf-life extension of button mushroom (Agaricus bisporus L.) by Aloe vera gel coating enriched with basil essential oil. Environmental Control in Biology, 59 (2), 87-98.
Mohapatra D., Bira Z. M., Kerry J. P., Frías J. M., Rodrigues F. A. (2010). Postharvest hardness and color evolution of white button mushrooms (Agaricus bisporus). Journal of Food Science, 75 (3), E146-E152.
Mohapatra D., Frías J. M., Oliveira F. A. R., Bira Z. M., Kerry J. (2008). Validation of a model to predict enzymatic activity during storage of cultivated mushrooms (Agaricus bisporus spp.). Journal of Food Engineering, 86 (1), 39-48.
Oden M. K., Alkan S., Kaşık G. (2019). Farklı mantar türleri kullanılarak sentetik atıksudan adsorpsiyon prosesi ile boya giderimi. Mantar Dergisi, 10 (2), 151-158.
Paredes S. D., Korkmaz A., Manchester L. C., Tan D. X., Reiter R. J. (2009). Phytomelatonin: A review. Journal of Pineal Research, 60, 57-69.

Reiter R. J. (1999). Phytochemicals: Melatonin. In F. J. Frances (Ed.), Encyclopedia of Food Science and Technology (ss. 1918-1922). John Wiley, New York.
Reiter R. J., Tan D. X., Manchester L. C., Simopoulos A. P., Maldonado M. D., Flores L. J., Terron M. P. (2007). Melatonin in edible plants (phytomelatonin): Identification, concentrations, bioavailability, and proposed functions. World Review of Nutrition and Dietetics, 97, 211-230.
Robles A., Fabjanowicz M., Chmiel T., Płotka-Wasylka J. (2019). Determination and identification of organic acids in wine samples: Problems and challenges. TrAC Trends in Analytical Chemistry, 120, 115630.
Sedaghat N., Zahedi Y. (2012). Application of edible coating and acidic washing for extending the storage life of mushrooms (Agaricus bisporus). Food Science and Technology International, 18 (6), 523-530.
Sharma S., Pandey M., Gaur V. K. (2019). Phenolic compounds in plants and their effects on health. Journal of Plant Biochemistry and Physiology, 7 (2), 200-210.
Shekari A., Hassani R. N., Aghdam M. S., Rezaee M., Jannatizadeh A. (2021). The effects of melatonin treatment on cap browning and biochemical attributes of Agaricus bisporus during low temperature storage. Food Chemistry, 348, 129074.
Shenbagam A., Kumar N., Rahul K., Upadhyay A., Gniewosz M., Kieliszek M. (2023). Characterization of Aloe vera gel-based edible coating with orange peel essential oil and its preservation effects on button mushroom (Agaricus bisporus). Food and Bioprocess Technology, 16 (12), 2877-2897.
Singh P., Singh P., Chauhan P. (2020). Role of phenolic compounds in plant stress response. International Journal of Botany Studies, 5 (2), 202-211.
Temiz N. N., Özdemir K. S. (2021). Microbiological and physicochemical quality of strawberries (Fragaria × ananassa) coated with Lactobacillus rhamnosus and inulin enriched gelatin films. Postharvest Biology and Technology, 173, 111433.
Thakur M. P. (2018). Advances in postharvest technology and value additions of edible mushrooms. Indian Phytopathology, 71 (3), 303-315.
Thakur R. R., Shahi N. C., Mangaraj S., Lohani U. C., Chand K. (2021). Development of an organic coating powder and optimization of process parameters for shelf life enhancement of button mushrooms (Agaricus bisporus). Journal of Food Processing and Preservation, 45 (3), e15306.
Tuna Güneş N., Horzum Ö. (2017). Bahçe ürünlerinde fizyolojik olaylar. In R. Türk, N. Tuna Güneş, M. Erkan, M. A. Koyuncu (Eds.), Bahçe ürünlerinin muhafazası ve pazara hazırlanması (ss. 61-84). Somtad Yayınları, Antalya.
Xin D. D., Si J. J., Kou L. P. (2017). Postharvest exogenous melatonin enhances quality and delays the senescence of cucumber. Acta Horticulturae Sinica, 44 (5), 891-901.
Zhu L. L., Hu H. L., Luo S. F., Wu X. Z., Li P. X. (2018). Melatonin delaying senescence of postharvest broccoli by regulating respiratory metabolism and antioxidant activity. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 34 (3), 300-308.
Zhu X., Wang Q., Cao J., Jiang W. (2008). Effects of chitosan coating on postharvest quality of mango (Mangifera indica L. cv. Tainong) fruits. Journal of Food Processing and Preservation, 32 (5), 770-784.

SÜS BİTKİLERİNDE FARKLI ORGANİK GÜBRE UYGULAMALARININ ESTETİK VE MORFOLOJİK ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ

Doç. Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri,
ORCİD: https://orcid.org/0000-0001-8797-6687

ÖZET
Son yıllarda süs bitkisi üretiminde organik gübre kullanımı, çevre dostu ve sürdürülebilir bahçecilik uygulamalarına yönelik artan tüketici talebi sebebiyle önemli ölçüde ilgi görmektedir. Bu çalışmada, çeşitli organik gübre kaynaklarının süs bitkilerinin morfolojik özellikleri üzerindeki etkilerine ilişkin güncel literatür değerlendirilmektedir. Organik gübreler süs bitkileri için önemli olan estetik görünümleri ve morfolojileri için kilit rol oynamaktadır. Morfolojik özellikleri ve estetik görünümleri açısından incelendiğinde bitki boyu, çapı, formu, çiçek sayısı ve büyüğü, yaprak sayısı, şekli, alanı ve rengi üzerine organik gübreler etkilidir. Bu özellikler sayesinde estetik özellikleri ve kalitesi artan süs bitkileri sektörde daha fazla ilgi görmelerine sebep olacak daha uzun raf ömrüne ve nakliye tolerensına sahip olur. Diğer taraftan organik gübreler bitkilere dengeli ve yavaş salımlı besin kaynağı sunarken toprağın yapısını düzenleyip ıslah eder. Böylece toprağın bünyesi hafifler ve bitkisel üretim için elzem olan kök bölgesinin su ve hava dengesi sağlanır. Organik gübreleme sayesinde elde edilen morfolojik üstünlük, kimyasal girdilerin ve gübrelerin azaltılmasında, çevresel sürdürülebilirliğin iyileştirilmesinde önemli bir rol oynar. Bu bağlamda organik gübrelerin düzenli ve etkili kullanımının, modern süs bitkisi üretiminde morfolojik kaliteyi, estetik performansı ve ekolojik uyumluluğu aynı anda optimize etmektedir.
Anahtar Kelimeler: Süs bitkisi, sürdürülebilir bahçecilik, estetik performans, organik gübreler

THE EFFECT OF DIFFERENT ORGANIC FERTILISER APPLICATIONS ON THE AESTHETIC AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF ORNAMENTAL PLANTS

ABSTRACT
In recent years, the use of organic fertilizers in ornamental plant production has received considerable attention due to the increasing consumer demand for environmentally friendly and sustainable horticultural practices. In this study, the current literature regarding the effects of various organic fertilizer sources on the morphological characteristics of ornamental plants is evaluated. Organic fertilizers play a key role in the aesthetic appearance and morphology of ornamental plants. When examined in terms of their morphological characteristics and aesthetic appearance, organic fertilizers influence plant height, diameter, form, flower number and size, as well as leaf number, shape, area, and color. Owing to these features, ornamental plants with enhanced aesthetic attributes and quality gain greater interest in the sector, while also achieving a longer shelf life and higher transport tolerance. On the other hand, organic fertilizers provide plants with a balanced and slow-release nutrient source while improving and regulating soil structure. Thus, the soil texture becomes lighter, and the water air balance in the root zone essential for plant production is maintained. The morphological advantages obtained through organic fertilization play an important role in reducing chemical inputs and fertilizers, thereby contributing to the improvement of environmental sustainability. In this context, the regular and effective use of organic fertilizers simultaneously optimizes morphological quality, aesthetic performance, and ecological compatibility in modern ornamental plant production.
Keywords: Ornamental plants, sustainable gardening, aesthetic performance, organic fertilizers

1. GİRİŞ

Süs bitkileri yetiştiriciliğinde organik gübre kullanımının önemi son yıllarda giderek artmaktadır. Üretici ve tüketici taleplerinin çevre dostu ve sürdürülebilir uygulamalar yönünde değişmesi, bu dönüşümün en önemli nedenlerinden biridir. Tüketiciler, artık çevreye zarar vermeyen ürünleri tercih etmektedir. Araştırmalar, organik gübrelerin hem bitki sağlığı hem de çevresel etkiler açısından kimyasal gübrelere alternatif ekonomik bir çözüm sunduğunu savunmaktadır (Çiçek 2024, VURAL et al., 2024; Li et al., 2023).

Kimyasal gübrelere olan bağımlılığın azalmasıyla birlikte, organik gübreler süs bitkileri yetiştiriciliğinde daha yaygın hale gelmiştir. Organik gübrelerin sağladığı besin maddeleri, toprak yapısını düzenleyip iyileştirirken aynı zamanda bitkilerin morfolojik ve estetik görünümlerini de olumlu bir şekilde etkilemektedir (Çiçek and Yücedağ 2023, VURAL et al., 2024). Araştırmalar, süs bitkilerinde estetik görünüm, form, yaprak gelişimi ve genel bitki sağlığı üzerinde organik gübrelerin etkisini belirtmektedir. Özellikle, mikroorganizmaların gübrelerin etkinliğini artırmadaki rolü, toprak sağlığına dair önemli veriler sunmaktadır (Parlak & Güner, 2017, Yücedağ ve Çiçek 2024).

Organik gübrelerin çevreye sağladığı faydalar, sürdürülebilir bitkisel üretim uygulamalarının teşvik edilmesine katkıda bulunmaktadır. Organik gübrelerin etkileri, özellikle bitkilerin verimi ve kalitesi ile doğrudan ilişkilidir; bu da onlardan elde edilen ürünlerin pazar değerini artırarak ekonomik açıdan avantaj sunmaktadır. Bu çalışmada, literatürdeki güncel veriler incelenerek organik gübrelerin süs bitkilerinin morfolojik ve estetik özelliklerine olan etkisi değerlendirilmiştir.

2. BAZI ÖNEMLİ ORGANİK GÜBRELER VE FAYDALARI

Organik gübreler, bitkilere gerekli besinleri sağlayan ve toprak düzenleyip iyileştiren doğal maddeler olarak tanımlanır. Kimyasal olarak üretilen sentetik gübrelerin aksine, organik gübreler hayvan gübresi, kompost, solucan gübresi, yeşil gübre ve hümik asit gibi doğal kaynaklardan sağlanır. Bu gübreler, topraktaki organik maddeyi artırarak toprak verimliliğini yükseltir ve sürdürülebilir tarım uygulamalarına katkıda bulunur (Khaleel vd., 1981). Bazı önemli organik gübre kaynakları aşağıda sunulmuştur.

Kompost: Ayrışmış organik maddelerden oluşan kompost, toprak yapısını iyileştirir ve bitkiler için dengeli bir besin kaynağı sağlar (Alkaç vd. 2023).

Solucan gübresi: Solucanlar tarafından organik maddenin parçalanmasıyla üretilen solucan gübresi, yüksek besin içeriği ve bitki büyümesi için yararlı olan gelişmiş mikrobiyal aktivitesi sunar. (Çiçek vd.2022).

Yeşil gübre: Bu, toprağa geri karıştırılacak belirli bitkilerin ekilmesini içerir ve besin içeriğini ve organik maddeyi artırır (Akkeçeci vd. 2022).

Hümik asit: Ayrışmış organik maddeden elde edilen hümik asit, sadece besin sağlamakla kalmaz, aynı zamanda nem tutma ve besin alışverişini iyileştirerek toprak sağlığında da önemli bir rol oynar (Akıncı 2011).

Deniz yosunu gübresi: Deniz yosunu gübresi, deniz alglerinden elde edilen organik bir gübredir. Doğal bitki büyüme düzenleyicileri ve mikro besin elementleri içererek kök gelişimini, bitki dayanıklılığını ve süs bitkilerinde estetik özellikleri artıran bir gübredir (Korkmaz ve Çiçek 2024

Organik gübreler, toprağın su tutma kapasitesini artırarak, kök bölgesinde su ve hava akışını düzenler kısaca toprakta su ve hava dengesini sağlarlar. Bu bağlamda organik gübrelerin uygulanması, toprak yapısında poroziteyi artırır ve böylece bitkilerin kök gelişimi için daha

uygun bir ortam sağlanır (Jiang et al. 2024, Witzel vd. 2025). Yüksek bir su tutma kapasitesi, bitkilerin stres zamanlarında bile daha iyi bir gelişim göstermesine katkı sağlar (Çiçek 2024). Diğer taraftan organik madde sayesinde toprak bünyesinde organik madde miktarının artması ile toprağın yapısı düzenleyip iyileştirir ve toprak agregat stabilitesi ve mikroorganizma aktivitesini de teşvik edilmiş olunur (Chen vd. 2024 Çiçek 2024).

3. ORGANİK GÜBRELERİN SÜS BİTKİLERİNİN MORFOLOJİK VE ESTETİK ÖZELLİKLERİ

Süs bitkilerinin morfolojik ve estetik özellikleri, üretimde ve pazar değerinin belirlenmesinde elzem bir rol oynar. Bu özellikler, bitki boyu, gövde çapı, dallanma ve kök gelişimi gibi morfolojik özellikleri; çiçek sayısı, büyüklüğü, rengi, yaprak sayısı, şekli, alanı ve genel bitki formu gibi estetik özellikleri içerir (Korkmaz ve Çiçek 2024).

3.1. Estetik Özellikler

Çiçek sayısı, bitkinin görsel çekiciliğini artıran en önemli estetik özelliklerden biridir. Organik gübrelerin bitki çiçek sayısını artırmakta etkili olduğu bilinmektedir. Organik gübre ilave edilen topraklar, bitkilerin büyümesini destekleyerek daha fazla çiçek açmalarını sağlar. Ayrıca organik gübreler, bitkilerin besin maddelerine daha kolay erişimini sağlayarak çiçeklerin büyüklüğünü de olumlu etkiler (Öztürk vd. 2025). Diğer taraftan çiçek rengi, süs bitkilerin cazibesi açısından önemli bir parametredir. Organik gübre kullanımı, bitkilerin pigment üretimini teşvik ederek daha canlı renklere sahip olmalarını sağlar. Özellikle anthocyanin gibi doğal pigmentlerin yoğunluğunun artması, çiçeklerin daha cazip ve canlı renklerde görünmesine sebep (Liu et al., 2022). Bu renk üstünlüğü süs bitkilerinin estetik özelliğini ve pazarlama potansiyelini artırır.

Yaprak sayısı, bitkilerin fotosentez kapasitesini artırarak süs bitkilerinin büyüme potansiyelini düzenler. Organik gübre ilavesi, bitkilerin yaprak sayısını artırarak, fotosentetik verimliliği geliştirir (Varaud et al., 2011). Bunun yanı sıra, yaprak şekli ve alanı da organik gübre ile olumlu yönde etkilenebilir. Organik gübreler, bitkilerin daha geniş yapraklar geliştirmesine sebep olur bu da hem estetik görünümünü artırır hem de bitkinin su ve besin alımını olumlu yönde etkiler (Ohno et al., 2021). Yaprakların biçimi, ayrıca bitkilerin genel formunu belirleyen estetik özelliklerdendir. Süs bitkilerinde düzgün, sağlıklı yapraklar ilgisi çekmektedir (Varaud et al., 2011, Çiçek 2024).

Süs bitkilerinin genel formu, pazar değerini belirleyen önemli bir faktördür. Organik gübrelerin kullanımı, bitkilerin sağlıklı bir biçimde büyümesini ve gelişimini sağlayarak daha estetik ve cazip bir form kazandırmaya yardımcı olur. Özellikle, simetrik ve dolgun bir formdaki süs bitkileri insanların ilgisini daha fazla çekmektedir. (Ohno et al., 2021, Çiçek 2024).

Organik gübre kullanımı, süs bitkilerinin estetik özelliklerini önemli ölçüde iyileştirme potansiyeline sahiptir. Çiçek sayısı, büyüklüğü ve rengi ile yaprak sayısı, şekli, alanı ve genel bitki formu gibi özellikler, organik gübrelerin bitkilere sağladığı faydalarla doğrudan ilişkilidir. Bu özelliklerin artması süs bitkilerin görünümünü güzelleştirerek ticari değerini yükseltir.

3.2 Morfolojik Özellikler

Organik gübreler, bitki boyunu artırma potansiyeline sahiptir ve çeşitli araştırmalar, organik gübre ilavesiyle bitki boyunun elzem bir şekilde arttığını belirtmektedir (Korkmaz ve Çiçek 2024). Örneğin, farklı organik gübre türlerinin bitki boyu üzerindeki etkileri incelendiğinde, organik gübre uygulanan bitkilerin genellikle daha boylu olduğu gözlemlenmiştir (Islam vd. 2017, Çiçek 2024).

Gövde çapı, bitkinin sağlamlığı ve dayanıklılığı açısından önemlidir ve organik gübre kullanılması, kök sisteminin gelişimini destekleyerek gövde çapının artmasına katkıda bulunur (Sheoran et al., 2017). Diğer taraftan bitkilerin dallanma yapısını da organik gübre ilavesi olumlu yönde etkiler. Dallanma miktarının yoğunluğu, bitkilerin estetik görünümünü artırarak, pazar değerini yükseltir (Tovihoudji et al., 2015). Ayrıca, daha fazla dal sayısı, bitkinin ışık alma verimliliğini artırarak, fotosentezi yapma kapasitesini artırır ve süs bitkinin genel formunu şekillendirmesi sağlar (Shi et al., 2022).
Organik gübreler, kök sisteminin sağlıklı bir şekilde gelişmesine yardımcı olur böylece süs bitkilerin su ve besin maddesi alımı daha etkin hale gelir. Ayrıca, köklerin sağlıklı büyümesi, bitkilerin formunu ve genel büyüme performansını artırır (Çiçek 2024).
Organik gübrelerin kullanımı süs bitkilerinin morfolojik parametrelerini olumlu yönde etkileyerek, bitki sağlığını, estetik görünümünü ve dolayısıyla pazarlanabilirliğini artırmaktadır. Bitki boyu, gövde çapı, dallanma ve kök gelişimi gibi morfolojik özelliklerin iyileşmesi, süs bitkileri sektöründe önemli bir satış avantajı sunmaktadır.

4. SONUÇ

Organik gübre kullanımı süs bitkilerinde toprak yapısını iyileştirme, su ve hava dengesini düzenleme, toprak sıkışmasını azaltma ve organik madde miktarını artırma gibi çok yönlü faydalar sağlar. Diğer taraftan süs bitkilerin kök gelişimini destekleyerek besin maddelerinin daha etkin alımını sağlayan organik gübreler bitkilere daha dengeli bir büyüme süreci sunar. Bu durum, süs bitkilerinin hem estetik hem de morfolojik özellikleri üzerinde belirgin iyileşmelerin ortaya çıkmasını sağlamaktadır.

Organik gübre uygulanan süs bitkilerinin çiçek sayısı, yaprak rengi, bitki formu, sürgün sayısı ve genel görsel kalitesinin arttığı, ayrıca daha dayanıklı bir gelişim gösterdikleri bilinmektedir. Bu olumlu özellikler, süs bitkilerinin pazarlanabilirliğini artırmakta; daha uzun raf ömrü, taşıma ve depolama sürecinde daha yüksek tolerans sunmaktadır. Bu bağlamda organik gübre kullanımı, süs bitkisi sektöründe yetiştiriciler açısından önemli avantajlar sunmaktadır.
Sonuç olarak, organik gübrelerin düzenli ve uygun dozlarda kullanımı, süs bitkisi yetiştiriciliğinde sürdürülebilir üretim, çevre dostu ve ekonomik açıdan uygulanabilir bir yöntem olarak görülmektedir.

KAYNAKLAR

Khaleel, R., Reddy, K. R., Overcash, M. R. (1981). Changes in soil physical properties due to organic waste applications: a review. Journal of environmental quality, *10*(2), 133-141.
Ohno, S., Yokota, M., Yamada, H., Tatsuzawa, F., Doi, M. (2021). Identification of chalcones and their contribution to yellow coloration in dahlia (Dahlia variabilis) ray florets. The Horticulture Journal, *90*(4), 450-459.
Varaud, E., Brioudes, F., Szécsi, J., Leroux, J., Brown, S., Perrot-Rechenmann, C., Bendahmane, M. (2011). AUXIN RESPONSE FACTOR8 regulates Arabidopsis petal growth by interacting with the bHLH transcription factor BIGPETALp. The Plant *Cell*, *23*(3), 973-983.
Liu, J. Z., Du, L. D., Chen, S. M., Cao, J. R., Ding, X. Q., Zheng, C. S., Sun, C. H. (2022). Comparative analysis of the effects of internal factors on the floral color of four chrysanthemum cultivars of different colors. Agriculture, *12*(5), 635.
Öztürk, G., Çiçek, N., Yücedağ, C. (2025). Harnessing sheep wool fertilizer to enhance Lavandula officinalis Mill. resilience to salt stress. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 1-12.
Tovihoudji, P. G., Djogbenou, C., Akponikpe, P., KPADONOU, E., Agbangba, C., Dagbenonbakin, D. (2015). Response of Jute Mallow to organic manure and inorganic fertilizer on a ferruginous soil in North-eastern Benin. Journal of Applied Biosciences, 92(1), 8610. https://doi.org/10.4314/jab.v92i1.5
Shi, X. J., Hao, X. Z., Li, N. N., Li, J. H., Shi, F., Han, H. Y., Luo, H. H. (2022). Organic liquid fertilizer coupled with single application of chemical fertilization improves growth, biomass, and yield components of cotton under mulch drip irrigation. Frontiers in Plant Science, *12*, 763525.
Sheoran, S., Raj, D., Antil, R. S., Mor, V. S., Dahiya, D. S. (2017). Productivity, seed quality and nutrient use efficiency of wheat (Triticum aestivum) under organic, inorganic and integrated nutrient

management practices after twenty years of fertilization. Cereal Research Communications, *45*(2), 315-325.
Islam, M. A., Ferdous, G., Akter, A., Hossain, M. M., Nandwani, D. (2017). Effect of organic, inorganic fertilizers and plant spacing on the growth and yield of cabbage. Agriculture, *7*(4), 31.
Chen, L., Zhang, H., Jia, X., Fang, Y., Lin, C. (2024). Soil Fertility and Bacterial Community Composition in Response to the Composting of Biochar-Amended Chicken Manure. Agronomy, *14*(5), 886.
Çiçek, N. (2024). Farklı sıvı organik gübre dozlarının Hercai Menekşe'nin (Viola tricolor L.) bazı kalite ve fizyolojik parametreleri üzerine etkilerinin karşılaştırılması. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, *9*(2), 178-183.
Witzel, K., Motos, J. R. A., Atay, E., Çiçek, N., Mistríková, V., Oney-Birol, S., ... & Papenbrock, J. (2025). Leveraging microorganisms and biostimulants: mitigating salinity stress in crops with agricultural biologicals. Plant and Soil, 1-23.
Jiang, M., Dong, C., Bian, W., Zhang, W., Wang, Y. (2024). Effects of different fertilization practices on maize yield, soil nutrients, soil moisture, and water use efficiency in northern China based on a meta-analysis. Scientific reports, *14*(1), 6480.
Akıncı, Ş. (2011). Hümik asitler, bitki büyümesi ve besleyici alımı. Marmara Fen Bilimleri Dergisi, *23*(1), 46-56.
Akkeçeci, Ş., Özkan, Ç. Ö. (2022). Organik tarimda yeşil gübre uygulamasinin önemi ve sürdürülebilirliği. Adyutayam *Dergisi*, *10*(2), 161-174.
Cicek, N., Erdogan, M., Yucedag, C., Cetin, M. (2022). Improving the detrimental aspects of salinity in salinized soils of arid and semi-arid areas for effects of vermicompost leachate on salt stress in seedlings. Water, Air, Soil Pollution, *233*(6), 197.
Alkaç, O. S., Tuncel, M. E., Öndeş, E., Temir, R., Güneş, M. (2022). Yetiştirme Ortamına Kompost ve Gübre İlavesinin Gerbera (Gerbera jamesonii Bolus ex Hooker f.) Bitkisinin Büyüme ve Çiçeklenmesine Etkileri. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, *10*, 2691-2698.
Cicek, N., Tuccar, M., Yucedag, C., Cetin, M. (2023). Exploring different organic manures in the production of quality basil seedlings. Environmental Science and Pollution Research, *30*(2), 4104-4110.
Çiçek, N. (2024). Farklı sıvı organik gübre dozlarının Hercai Menekşe'nin (*Viola tricolor* L.) bazı kalite ve fizyolojik parametreleri üzerine etkilerinin karşılaştırılması. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(2), 178-183.
Parlak, S., Güner, D. (2017). Mikrobiyal gübre uygulamasının karaçam (*Pinus nigra* Arnold. Subsp. Pallasiana (Lamb.) Holmboe) fidanlarının bazı morfolojik özelliklerine etkisi. Ormancılık Araştırma Dergisi, *4*(2), 100-106.
Çiçek, N., Yücedağ, C. (2023). Vermicompost alleviates the growth, quality, photosynthetic and biochemical traits of Verbena officinalis under salt stress. Biologia, *78*(11), 3031-3038.
Yucedag, C., Cıcek, N. (2024). The use of seaweed in the production of ornamental plants. Theoretical and Applied Forestry, *4*(1), 15-21.
Li, D., Qu, C., Cheng, X., Chen, Y., Yan, H., Wu, Q. (2023). Effect of different fertilization strategies on the yield, quality of Euryales Semen and soil microbial community. Frontiers in microbiology, 14, 1310366.
Korkmaz, E., Çiçek, N. (2024). Investigation of the alleviating effect of liquid seaweed fertilizer on Lavandula officinalis under salt stress. Environmental Monitoring and Assessment, *196*(2), 187.
Vural, H., İnik, O., Demirkıran, A. R. 2024. Kadife Çiçeğinin (*Tagetes erecta* L.) Gelişimi, Verim ve Kalitesine Gübrelemenin Etkisinin Belirlenmesi. Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi, 7(2), 62-70.

SÜS BİTKİSİ TOHUMLARININ TUZ STRESİ ALTINDA ÇİMLENME ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Doç. Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri,
ORCİD: https://orcid.org/0000-0001-8797-6687

Prof. Dr. Yusuf UZUN
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Eczacılık Meslek Bilimleri Bölümü,
ORCİD: https://orcid.org/0000-0002-0537-4517

ÖZET
Bu çalışma, tuz stresinin süs bitkisi tohumlarının çimlenmesi üzerindeki etkilerini ve bu etkiyi azaltmaya yönelik organik gübreler ile hormonal ön işlemlerin rolünü ortaya koymaktadır. Tuz stresinin, özellikle NaCl kaynaklı ozmotik bozulma ve iyon toksisitesi nedeniyle çimlenme oranlarını düşürdüğü, fide gelişimini yavaşlattığı ve ABA–GA dengesini bozarak çimlenmeyi baskıladığı belirlenmiştir. Organik gübrelerin (solucan gübresi, ahır gübresi, humik–fulvik asitler, deniz yosunu, biyokömür vb.) toprak yapısını iyileştirerek, osmoprotektif bileşikleri artırarak ve metabolizmayı destekleyerek tuz stresini önemli ölçüde hafiflettiği görülmüştür. Ayrıca salisilik asit (SA) ve giberalik asit (GA_3) ile yapılan tohum ön uygulamalarının, oksidatif stresi azaltıp çimlenmeyi düzenleyen hormonal mekanizmaları iyileştirerek stres altında çimlenme performansını artırdığı anlaşılmıştır. Sonuç olarak, süs bitkisi üretiminde tuzluluğa karşı organik gübre ve hormonal ön işlemlerin birlikte kullanılması etkili bir strateji olup, gelecek araştırmaların tolerans mekanizmalarını ve tür bazlı uygulama optimizasyonunu derinleştirmesi gerekmektedir.
Anahtar Kelimeler: Tuz stresi, Tohum çimlenmesi, Organik gübre, Hormonal ön işlem

EVALUATION OF GERMINATION EFFICIENCY OF ORNAMENTAL PLANT SEEDS UNDER SALT STRESS

ABSTRACT
This study investigates the effects of salt stress on the germination of ornamental plant seeds and evaluates the role of organic fertilizers and hormonal pre-treatments in mitigating these adverse impacts. Salt stress, primarily driven by NaCl-induced osmotic imbalance and ion toxicity, was found to reduce germination rates, retard seedling growth, and suppress germination by disrupting the ABA–GA hormonal equilibrium. Organic fertilizers (such as vermicompost, farmyard manure, humic–fulvic acids, seaweed extracts, and biochar) were shown to alleviate salt stress by improving soil structure, enhancing osmoprotectant accumulation, and supporting metabolic activities. Additionally, seed pre-treatments with salicylic acid (SA) and gibberellic acid (GA_3) enhanced germination performance under salt stress by reducing oxidative damage and improving hormonal mechanisms regulating germination. In conclusion, the combined use of organic fertilizers and hormonal pre-treatments represents an effective strategy for mitigating salinity in ornamental plant production, and future research should focus on elucidating tolerance mechanisms and optimizing species-specific applications.
Keywords: Salt stress, Seed germination, Organic fertilizer, Hormonal pre-treatment

1. GİRİŞ

Süs bitkilerinin önemi, bulunduğu ortamın estetik çekiciliği artırma, insan psikolojisine iyi gelme ve ekonomiye sağladığı katkı ile anlaşılabilir. Bu bitkiler canlı ve cazip renkleri, form ve dokuları ile iç ve dış mekan görsel güzelliği artırırken insanların stresini azaltarak huzur verir (Kından ve Çiçek 2020).

Çimlenme aşamasında, süs bitkileri de diğer bitkiler gibi özellikle tuzluluk olmak üzere çeşitli abiyotik stres faktörlerinden kaynaklanan önemli sorunlarla karşı karşıya kalırlar. Özellikle yüksek sodyum klorür (NaCI) konsantrasyonlarıyla bilinen tuz stresi, bitkilerde ozmotik potansiyeli değiştirerek, su emilimini bozar ve bitki hücrelerinde toksisiteye sebep olarak tohum çimlenmesini olumsuz yönde etkiler. Artan tuzluluk, çimlenmeyi yavaşlatabilir veya engelleyebilir, bu durum farklı türlerde çimlenme oranlarının azalmasına ve fide gelişiminin etkilenmesine yol açabilir (Debez vd. 2018, Zhang vd. 2021, Mustafa vd. 2022). Tuzluluğun etkisi bitki türleri arasında büyük farklılıklar göstermekte olup, bazı süs bitkisi olarak kullanılan halofitler adaptasyon yeteneği göstererek stres etkilerini halofit olmayanlara göre daha etkili bir şekilde hafifletebilmektedir (Qi vd. 2023, Bayuelo-Jiménez vd. 2002)

Bu çalışma, tuz stresinin süs bitkisi tohumlarının çimlenme aktivitesi üzerindeki etkilerine dikkat çekmek için yapılmıştır. Bu bağlamda organik madde ilavesi, hormonal etkileşimler ve biyokimyasal uygulamalarda dahil olmak üzere tuz stresinin etkisini azaltmak üzere olan mekanizmaların anlaşılmasının, tuz stresi altında süs bitkisi türlerinin dayanıklılığını artıracak uygulamalara altlık olacağı öngörülmektedir (Mustafa vd. 2022, Kouadria vd., 2024), Amjad vd. 2024, Zhang vd. 2024).

2) TUZ STRESİ VE TOHUM ÇİMLENMESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Tuz stresi, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde, çeşitli bitki türlerinde olduğu gibi süs bitkilerinde de tohum çimlenmesini ve fide gelişimini etkileyen önemli abiyotik stres faktörlerinden biridir. Sodyum klorür (NaCl), tohum çimlenmesi ve ardından gelen fide gelişimi için gerekli biyolojik işlevleri engelleyen en önemli ve sık rastlanan bir tuz çeşididir. Birçok çalışma, farklı süs bitkisi türlerinin çeşitli NaCl konsantrasyonlarına maruz kaldıklarında gösterdikleri morfolojik ve fizyolojik tepkileri araştırıp açıklamıştır (Mustafa vd. 2022, Korkmaz ve Çiçek 2024). Tuzluluk, tohum için fizyolojik kuraklığa yani ozmotik strese neden olur. Bu durum, hücresel homeostazı etkileyen toksik iyon birikimi (Na^+ ve Cl^-) ile olumsuz yönde etkilenmeye devam eder (Pereira et al., 2020; MANIPOL et al., 2020). Tohumda bozulan su alımı dengesi tuz stresi nedeni ile daha düşük çimlenme oranları ve gecikmiş çimlenme süreçleri olarak kendini gösterebilir (Xu vd., 2020; Chartzoulakis & Klapaki, 2000 Joshi vd., 2022, Mustafa vd.2022).

Tuz stresi altında tohum çimlenmesi, özellikle tohum çimlenmesi ve büyümesinin kritik düzenleyicileri olan absisik asit (ABA) ve gibberellinleri (GA) içeren hormonal dengesizlikleri tetikleyebilir (Shu vd., 2017; Pereira vd., 2020). Yüksek ABA seviyeleri çimlenme ilerlemesini engelleyebilirken, Azalmış GA biyosentezi, normal büyüme yörüngelerini tehlikeye atar (Shu vd., 2017; Zhang vd., 2014). Bu hormonal değişiklikler, bitkinin çevresel stresle başa çıkmak için geliştirdiği adaptif mekanizmaları yansıtır ve tohum çimlenirse bodur büyüme ve azalmış biyokütle birikimiyle karşılaşabilir.

Bilinen başlıca morfolojik değişikliklerden biri, fide boyunun ve kök uzamasının azalmasıdır; bu da bitkinin çevresine yerleşme ve uyum sağlama yeteneğini ciddi şekilde etkileyebilir. Örneğin, araştırmalar, artan NaCl konsantrasyonlarının çeşitli bitki türlerinde sürgün ve kök uzunluklarının azalmasına yol açtığını göstermektedir (Pereira vd., 2020; MANIPOL vd., 2020; Joshi vd., 2022, Mustafa vd. 2022).

Tuzluluğa karşı çimlenme tepkileri, sıcaklık ve dormansi gibi çevresel faktörlerden de etkilenebilir. Örneğin *Reaumuria vermiculata* tohumlarının çeşitli çimlenme sıcaklıklarında artan tuzlulukla birlikte çimlenmesinin engellendiği belirlenmiştir. Bu durum tohumlarda dormansi mekanizmasının aşırı tuzlu koşullara karşı koruyucu bir strateji olarak işlev görebileceğini işaret etmektedir (Gorai ve Neffati (2007).

Bunun aksine, bazı çalışmalar düşük veya orta düzeydeki tuz stresinin çimlenmeyi teşvik eden biyokimyasal tepkileri tetikleyebileceğini ortaya koymuştur. Yu vd. (2023) tarafından düşük tuz konsantrasyonlarında bazı tohum çeşitlerinin, çimlenme süreçlerini uyarabilen reaktif oksijen türlerinin (ROS) nedeniyle, çimlenme oranlarının arttığı gözlemlenmiştir. Guan vd (2009) tarafından ise yüksek tuz konsantrasyonlarına maruz kalan *Medicago ruthenica* tohumlarının, kısa bir süre sonra damıtılmış su (saf su) ile yıkandıktan sonra toparlanma ve çimlenme yeteneğine tekrar sahip olabileceği belirlenmiştir.

Tohumların gelişim evresi, tuz stresine duyarlılıklarını büyük ölçüde etkileyebilir. *Suaeda physophora* gibi bazı halofitlerin tohum çimlenmesi aşamasında tuzun engelleyici etkilerini hafifletmek için mekanizmalar içeren stratejiler varlığı bilinmektedir (Song vd., 2005). Diğer taraftan yüksek tuz konsantrasyonlarının defne tohumlarının (*Laurus nobilis*) çimlenme kapasitesini önemli ölçüde azalttığı (Ben Ayed vd., 2023) belirlenmiştir.

Theriappan vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada tuzlu ortamların çimlenme üzerindeki fizyolojik etkisi araştırılmıştır ve tuz stresinin su alımını azalttığı ve tohum çimlenmesi için kritik olan iyon dengelerini bozduğu belirlenmiştir. Çalışmada 500 µM'lik NaCI konsantrasyonu, tohum çimlenmesini tamamen engellemiş ve tuz stresinin bitki gelişimi üzerindeki zararlı etkilerini göstermiştir.

3. ORGANİK GÜBRELERİN TUZ STRESİ ALTINDAKİ SÜS BİTKİSİ TOHUMLARININ ÇİMLENMESİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Organik gübrelerin uygulanması, özellikle tuz stresi gibi olumsuz koşullar altında tohum çimlenmesini ve büyümesini artırmak için uygulanabilir bir yöntem olarak belirlenmiştir. Bitki ve hayvan kalıntılarından elde edilen malzemeleri içeren organik gübreler, yalnızca bitkilere temel besin maddeleri sağlamakla kalmaz, aynı zamanda toprak yapısını ve biyolojik aktivitesini iyileştirip düzenlemede önemli bir rol oynar. Çeşitli çalışmalar, organik maddelerinin tuz stresinin tohum çimlenmesi ve erken bitki gelişimi üzerindeki olumsuz etkilerini önemli ölçüde hafifletebileceğini göstermiştir (Mustafa vd. 2022, Çiçek vd. 2023, Kama 2025).

Organik gübrelerin bitkilerin tuz stresine karşı toleranslarını artırmadaki rolü, *Hylocereus costaricensis* fideleri üzerindeki organik gübrelemenin etkilerini araştıran Oliveira ve ark. (2024) tarafından da tespit edilmiştir. Çalışmada organik gübrelerin, tuz stresi altındaki bitkilerin direncini iyileştirebileceği ortaya konulmuştur. Diğer taraftan organik gübrelemenin bitkilerdeki çözünmüş madde seviyelerini artırdığını ve bunun hücre turgorunu ve genel büyümeyi korumak için faydalı olduğu da savunulmuştur.

Organik gübrelerde sıklıkla bulunan biyo uyarıcıların, tuz stresi altında çimlenme sırasında fizyolojik tepkileri iyileştirdiği ve amilazların aktivitesini artırarak nişasta hidrolizini hızlandırdığı Cheng ve ark (2023) tarafından bildirilmiştir. Bu durum tuzlu koşullarda çimlenme ve fidelerin gelişmesi için çözünür şeker kullanılabilirliğinin artırmaktadır.

Çeşitli bitkilerde olduğu gibi süs bitkilerinde de solucan gübresinin tohum çimlenmesini ve fide büyümesini teşvik ettiği belirlenmiştir (Abacıoğlu vd. 2020, Alan, 2022, Mustafa vd. 2022, Çiçek vd. 2023, Kama 2025). Zhou vd. (2019) tarafından solucan gübresinden izole edilen bitki büyümesini teşvik eden rizobakteri (PGPR) suşlarının, tuz stresine maruz kalan tohumlarının çimlenmesini ve canlılığını artırdığını vurgulamıştır. Shafique vd. (2021) tarafından yapılan bir

çalışmada, solucan gübresi uygulanan kadife çiçeği tohumlarının çimlenmesinin hızlandığı ve büyüme ölçütlerinin arttığı gözlemlenmiştir.
Solucan gübresi dışında ahır gübresinin (Durak, 2015), humik ve fulvik asitlerin (Gülser vd. 2018), deniz yosunu gübresinin (Korkmaz ve Çiçek 2024, Akpınar 2024), Biyokömürün (Akpınar 2024, Şenay 2024) vb. organik gübrelerin tuz stresi altındaki farklı gruptaki bitkileri ve süs bitkilerinin çimlenme yüzdesini artırdığı bilinmektedir.

4) TUZ STRESİNE KARŞI ÇİMLENME TOLERANSINI ARTIRMAK İÇİN SALİSİLİK ASİT (SA) VE GİBBERELLİK ASİT (GA3) İLE TOHUM ÖN İŞLEMLERİ

Tuz stresinin olumsuz etkileri arasında düşük çimlenme oranları, gecikmiş fide oluşumu ve önemli bitki beslenme sorunları olduğu bilinmektedir (Uçarlı 2021, Mustafa vd. 2022). Bu olumsuz etkileri azaltmak için, özellikle salisilik asit (SA) ve gibberellik asit (GA) ile yapılan hormonal ön işlem uygulamaları, tuz stresi altında süs bitkisi tohumlarının çimlenmesi üzerine etkilidir.
Fenolik bir bileşik olan salisilik asit (SA), tuz stresine toleransı artırmak dahil olmak üzere bitki stres tepkilerinde hayati bir rol oynadığı bilinmektedir. Tohumların SA ile önceden ıslatılarak muamele edilmesi, stres direncini artıran fizyolojik ve biyokimyasal tepkileri tetikleyerek çimlenmeyi ve fide büyümesini iyileştirdiği tespit edilmiştir (Tania vd., 2021) Bu iyileşme, tuz stresinden kaynaklanan oksidatif stresi hafifletmeye yardımcı olan antioksidan enzimlerin düzenlenmesinde SA'nın rolüne bağlanabilir (Zhang, 2015). Diğer taraftan SA uygulamasının tohumları uyardığı ve ozmotik stres altında tohum çimlenmesi için kritik bir faktör olan turgor basıncının korunmasına yardımcı olduğu bildirilmiştir (Tania vd., 2021). Debez vd. (2018) tarafından SA'nın bitkilerde tuzluluk stresinin toleransını iyileştirmesinden sonra tohumların hızla çimlendiğini ve tohumların sonraki diğer stres faktörlerine karşı genel toleransını artırabileceğini tespit sdilmiştir. Bu hormonal etkileşimler, SA'nın tuzluluk kaynaklı sınırlamaların üstesinden gelmek için hayati önem taşıyan hücresel süreçleri teşvik ederek çimlenmeyi düzenlemedeki rolünü kanıtlamaktadır.

Giberellik asit (GA_3), bitkilerde büyümeyi teşvik ederek ve uyku halini kırarak tohum çimlenmesinde önemli rol oynayan bir bitki büyüme düzenleyicisidir. Li ve ark., (2016) tarafından yapılan araştırmalar, GA_3'nın çeşitli türlerin tohumlarının çimlenmesi üzerindeki tuzluluğun engelleyici etkilerini ortadan kaldırabileceğini göstermiştir. Reaksiyon esas olarak GA_3'nın absisik asit (ABA) kaynaklı uyku halini hafifletmedeki rolünü içerir, çünkü ABA tipik olarak tuz stresi karşısında birikir ve çimlenmeyi engeller. Artan GA_3 seviyeleri, bitkilerin ABA aracılı engellemeyi aşmasına izin vererek çimlenmeyi teşvik eder. Diğer taraftan GA_3'nın tohum çimlenmesi ve metabolizmasında yer alan genlerin ifadesini etkilediğini belirlenmiştir. Çimlenme sırasında nişasta hidrolizinin düzenlenmesi ve tohum rezervlerinin harekete geçirilmesi, GA_3 uygulaması altında artırılır ve böylece çimlenme ve sonraki büyüme için gerekli enerji sağlanır (Sahil, 2016). Tuz stresi altında, GA_3'nın rolü daha da belirginleşir, çünkü tohum canlılığının korunmasına ve tuzlu ortamlarda fidelerin yetişmesi için elzem olan kök uzamasının teşvik edilmesine destek olur (Li vd., 2016).

5. SÜS BITKISI TOHUM VE BITKI ÜRETIMINDE TUZ STRESINE YÖNELIK ÖNERILERI VE GELECEK ARAŞTIRMALAR İÇIN ÖNERILER

Tuz stresi, süs bitkilerinin üretimine önemli bir sorundur ve tohum çimlenmesi, fide oluşumu ve genel bitki sağlığı üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir. Üretim sırasında tuzluluğun etkin yönetimi, bitki canlılığını korumak ve verimliliği en üst düzeye çıkarmak için gereklidir. Diğer taraftan tuza toleranslı süs bitkisi genotiplerinin seçilmesi ve istilacı olmayan yerli veya halofitik türlerin üretim sistemlerine dahil edilmesi, tuzlu ortamlarda sürdürülebilir yetiştiriciliği daha da desteklemektedir.

Gelecekteki araştırmalarda ticari açıdan önemli ancak yeterince incelenmemiş süs bitkisi türlerinde tuz toleransının sistematik olarak değerlendirilmesine, tuzlu koşullar altında estetik ve çiçek kalitesi özelliklerine yönelik değerlendirme yöntemine ve gelişmiş tuz toleransı mekanizmalarının yanı sıra estetik ve kaliteli çeşitler geliştirmek için organik gübre ve diğer bitki büyüme düzenleyicilerinin ilavesi dışında genom düzenleme gibi gelişmiş ıslah tekniklerinin araştırılmasına öncelik vermelidir.

KAYNAKLAR

Zhang, H. (2015). Nitric oxide alleviates the inhibition of salinity stress on seed germination and seedling growth of Cynanchum bungei Decne (Asclepiadaceae). HortScience, *50*(1), 119-122.

Debez, A., Belghith, I., Pich, A., Taamalli, W., Abdelly, C., Braun, H. (2018). High salinity impacts germination of the halophyte cakile maritima but primes seeds for rapid germination upon stress release. Physiologia Plantarum, 164(2), 134-144. https://doi.org/10.1111/ppl.1267

Al Sahil, A. A. (2016). Effect of gibberellic and salicylic acids pre-soaking on seed germination attributes of cucumber (Cucumis sativus L.) under induced salt stress.

Li, W., Yamaguchi, S., Khan, M. A., An, P., Liu, X., Tran, L. S. P. (2016). Roles of gibberellins and abscisic acid in regulating germination of Suaeda salsa dimorphic seeds under salt stress. Frontiers in plant science, *6*, 1235.

Tania, S. S., Rahaman, M. M., Rauf, F., Suborna, M. A., Humayun Kabir, M., Hoque, M. A., Rhaman, M. S. (2021). Seed priming with salicylic acid (SA) and hydrogen peroxide (H2O2) improve germination and seedling growth of wheat (Triticum aestivum) under salt stress. Asian Journal of Research in Crop Science, *6*(4), 60-69.

Uçarlı, C. (2020). Effects of salinity on seed germination and early seedling stage. In Abiotic stress in plants. IntechOpen.

Şenay, B., Tepecik, M. (2024). Biyokömür uygulamalarının toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri ile buğdayın (Triticum aestivum L.) çimlenme ve biyomas üzerine etkisinin belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, *21*(2), 297-308.

AKPINAR, Ç. (Ed.). (2024). *Organik Gübreler:* Sürdürülebilirliğin Temeli. Akademisyen Kitabevi.

Gülser, F., Türkoğlu, N., Sönmez, F., Çavuşoğlu, M. N. (2018). Farklı dozlarda fosfor ve humik asit uygulamalarının glayöl çeşitlerinde mikro besin elementi (Fe, Cu, Zn ve Mn) içeriklerine etkisi. Journal of the Institute of Science and Technology, *8*(3), 319-325.

Durak, A. (2015). Çitlembik (Celtis australis L.) genotiplerinin çimlenmesine ekim öncesi işlemlerin etkisi ve farklı yetiştirme ortamlarında fidan büyüme özelliklerinin belirlenmesi.

Çiçek, N., ve Kından, A. (2020). Samsun İli Batı Parkı'nın Peyzaj Özelliklerinin Değerlendirilmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 17(2), 159-164. https://doi.org/10.25308/aduziraat.668410

Debez, A., Belghith, I., Pich, A., Taamalli, W., Abdelly, C., Braun, H. P. (2018). High salinity impacts germination of the halophyte Cakile maritima but primes seeds for rapid germination upon stress release. Physiologia Plantarum, *164*(2), 134-144.

Zhang, H., Hu, M., Ma, H., Jiang, L., Zhao, Z., Ma, J., Wang, L. (2021). Differential responses of dimorphic seeds and seedlings to abiotic stresses in the halophyte Suaeda salsa. Frontiers in Plant Science, *12*, 630338.

Mustafa, A. M. A. M., Çiçek, N., Yücedağ, C., Simsek, S. A. (2022). Determination of the alleviating effect of liquid vermicompost on germination and seedling development of Hungarian Vetch (Vicia pannonica Crantz.) under salt stress. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, *27*(1), 61-70.

Qi, W., Ma, H., Li, S., Wu, H., Zhao, D. (2023). Seed germination and seedling growth in Suaeda salsa (Linn.) pall.(Amaranthaceae) demonstrate varying salinity tolerance among different provenances. Biology, *12*(10), 1343.

Bayuelo-Jiménez, J. S., Craig, R., Lynch, J. P. (2002). Salinity tolerance of Phaseolus species during germination and early seedling growth. Crop Science, *42*(5), 1584-1594.

Kouadria, R., Bouzouina, M., Lotmani, B. (2023). Endophytic Fungi from Salt Adapted Plants Confer Salt Tolerance in Barley. Tunisian Journal of Plant Protection, *18*(2), 63-70.

Amjad, M. A., Iqbal, M. Z., Solangi, F., Solangi, U. A., Ikhlaq, M., Ali, B., Khan, S. (2024). Enhancing spinach (Spinacia oleracea L.) seed germination, leaf biomass production under saline water stress: The implications of zinc and cow manure. Agricultural Sciences Journal, *6*(1), 12-22.
Korkmaz, E., Çiçek, N. (2024). Investigation of the alleviating effect of liquid seaweed fertilizer on Lavandula officinalis under salt stress. Environmental Monitoring and Assessment, *196*(2), 187.
Gorai, M., Neffati, M. (2007). Germination responses of Reaumuria vermiculata to salinity and temperature. Annals of Applied Biology, *151*(1), 53-59.
Yu, S., Lian, Z., Yu, L., Guo, W., Zhang, C., Zhang, Y. (2023). Gamma-aminobutyric acid improves wheat seed germination under salinity and heat stress. Research Square. 1-35p. 10.21203/rs.3.rs-3362927/v1
Guan, B., Zhou, D., Zhang, H., Tian, Y., Japhet, W., Wang, P. (2009). Germination responses of Medicago ruthenica seeds to salinity, alkalinity, and temperature. Journal of Arid Environments, *73*(1), 135-138.
Song, J. I. E., Feng, G. U., Tian, C., Zhang, F. (2005). Strategies for adaptation of Suaeda physophora, Haloxylon ammodendron and Haloxylon persicum to a saline environment during seed-germination stage. Annals of Botany, *96*(3), 399-405.
Ben Ayed, A., Aissa, E., Haouala, F. (2023). Effect of salinity on germination capacity of laurel (Laurus nobilis L.). GSC Adv. Res. Rev, *15*(03), 304-309.
Theriappan, P., Gupta, A. K., Dhasarrathan, P. (2011). Accumulation of proline under salinity and heavy metal stress in cauliflower seedlings. Journal of Applied Sciences and Environmental Management, *15*(2).
Pereira, I. C., Catão, H. C., Caixeta, F. (2020). Seed physiological quality and seedling growth of pea under water and salt stress. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 24, 95-100.
MANIPOL, M. M., Tinio, C. E., Maldia, L. S. J., Combalicer, M. S. (2020). Salinity-induced changes in the morphology, physiology, and anatomy of seeds and seedlings of smooth narra (pterocarpus indicus willd. f. indicus). Biodiversitas Journal of Biological Diversity, 21(11). https://doi.org/10.13057/biodiv/d211120
Xu, Z., Zhou, J., Ren, T., Du, H., Liu, H., Li, Y., Zhang, C. (2020). Salt stress decreases seedling growth and development but increases quercetin and kaempferol content in Apocynum venetum. Plant Biology, *22*(5), 813-821.
Chartzoulakis, K., Klapaki, G. (2000). Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. Scientia horticulturae, *86*(3), 247-260.
Joshi, R., Ramawat, N., Sah, R. P., Gogia, A., Talukdar, A., Sharma, S., Kumar, D. (2022). Assessment of salt tolerance potential at the germination and seedling stages in pigeonpea (*Cajanus cajan* L.). Indian Journal of Genetics and Plant Breeding (The), 82(03), 311-323. https://doi.org/10.31742/isgpb.82.3.6
Shu, K., Qi, Y., Chen, F., Meng, Y., Luo, X., Shuai, H., Yang, W. (2017). Salt stress represses soybean seed germination by negatively regulating GA biosynthesis while positively mediating ABA biosynthesis. Frontiers in plant science, *8*, 1372.
Zhang, H. J., Zhang, N. A., Yang, R. C., Wang, L., Sun, Q. Q., Li, D. B., Guo, Y. D. (2014). Melatonin promotes seed germination under high salinity by regulating antioxidant systems, ABA and GA 4 interaction in cucumber (*Cucumis sativus* L.). Journal of pineal research, *57*(3), 269-279.
Kama, İ., Çiçek, N., Avşar, A. K., Chelariu, E. L., Tan, T. G. (2025). Effects of Different Doses of Liquid Vermicompost on The Seed Germination of Nigella sativa L. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, *16*(1), 38-45.
Alan, H. (2022). Kırmızı kaliforniya solucan (Eisenia foetida) kompostunun Lactuca sativa L. bitkisinin büyüme, gelişim ve pestisit toleransı üzerindeki etkisinin belirlenmesi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
Abacıoğlu, E., Yatgın, S., Tokel, E., Yücesoy, P. (2020). Vermikompostun (solucan gübresi) üretimi ve bitki beslemesindeki önemi. Bartın University International Journal of Natural and Applied Sciences, *3*(1), 1-10.
Zhou, J., Ahmed, N., Cheng, Y., Qin, C., Chen, P., Zhang, C., Zhang, L. (2019). Effect of inoculation of strains with acc deaminase isolated from vermicompost on seed germination and some physiological attributes in maize (Zea mays L.) exposed to salt stress. Pak. J. Bot, *51*(4), 1169-1177.

DIFFERENCES IN QUALITY OF LIFE BETWEEN MALE AND FEMALE STUDENTS OF THE FACULTY OF PHILOSOPHY IN NIKŠIĆ (MONTENEGRO)

Milena Mitrović
University of Montenegro, Faculty of Sport and Physical Education, 81 400, Nikšić, Montenegro

ABSTRACT
The primary aim of this study was to examine differences in quality of life (satisfaction with physical health, mental health, social relationships, and overall quality of life). The sample consisted of 246 students from the Faculty of Philosophy (52 male and 194 female students), aged 19 to 25. The measurement instrument used was the WHOQOL-BREF – the World Health Organization's quality of life scale, adapted for the needs of this research. Data analysis included descriptive statistics (frequencies and absolute frequencies), mean scores on a 1–5 scale, and the proportion of positive responses (sum of 4 and 5 ratings in percentages). The results show that male students were most satisfied with their sense of safety and health, while the lowest scores were given for lack of free time. Energy, concentration, and sleep were rated in the medium range. Female students expressed high satisfaction with overall quality of life and health. Personal relationships, satisfaction with oneself, and personal attributes were rated moderately, with free time being the weakest domain for them as well. Enjoyment of life and concentration were also in the mid-range. Regarding gender differences, sense of safety, overall quality of life, satisfaction with personal attributes, and health were more favorable among male students, while differences in concentration, sleep, and ability to perform daily tasks were minor. Although male students had lower average scores for free time, the proportion of positive responses was higher. Most other items showed very small or neutral differences. Given that many previous studies have shown higher quality of life among male participants, it can be said that this study partially confirms those findings, though the significant gender imbalance in the sample must be considered as a factor that could influence the results.
Keywords: students, differences, quality of life

INTRODUCTION
Quality of life (QoL) is a complex and multidimensional construct that refers to an individual's subjective perception of their position in life, within the context of the cultural environment and value systems in which they live, and in relation to their goals, expectations, and standards (World Health Organization, 1995). According to the World Health Organization, QoL encompasses physical and psychological health, social relationships, and overall life satisfaction. In academic research, this concept is used to assess the overall well-being of individuals and groups, where subjective evaluation of life quality is considered equally important as objective health and social indicators.

In the university student population, quality of life has become a topic of growing interest due to the numerous specific challenges that students face on a daily basis. The period of studying is marked by significant changes—separation from family, professional uncertainty, academic pressure, financial difficulties, and social adaptation—all of which can negatively impact both physical and mental health (Ribeiro et al., 2018). Numerous studies have confirmed the negative effects of chronic stress, depression, and anxiety on various dimensions of students' quality of life, particularly in terms of mental health and subjective well-being (Paro et al., 2010; Klemenc-Ketiš et al., 2011).

Although a considerable number of studies have focused on students in medical and health-related faculties (Pagnin & de Queiroz, 2015; Tempski et al., 2012), similar patterns have also

been observed among students in other academic disciplines. For instance, students of social sciences and humanities also report lower quality of life, especially in terms of free time and sense of achievement, despite being exposed to different academic demands (Stojković et al., 2010). In contrast, students of sports sciences tend to report higher scores in physical and psychological domains of QoL, which is associated with higher levels of physical activity (Cicek, 2018; Kotarska et al., 2021).

Several studies have identified gender differences as a significant factor: female students more often report lower quality of life in domains related to psychological well-being and social relationships, whereas male students generally give higher ratings for physical health and sense of safety (Pagnin & de Queiroz, 2015; Joseph et al., 2014). These differences may result from differing experiences of stress, time allocation, and coping mechanisms used in response to academic and personal challenges.

Given these findings, it is clear that student quality of life should not be viewed in isolation but rather as an outcome of various interacting psychological, physical, and social factors. In this context, research on QoL across different academic environments—including those beyond medical faculties—is increasingly relevant for shaping student support policies and designing measures aimed at promoting mental health and overall well-being in higher education settings.

This study was conducted as part of a broader research project focusing on the relationship between physical activity, quality of life, and motivation among university students. The present segment focuses on assessing the quality of life of students at the Faculty of Philosophy, University of Montenegro in Nikšić, across four core domains: physical health, psychological health, social relationships, and general life satisfaction. Special attention was given to examining gender differences, in line with previous findings suggesting that gender may significantly influence subjective perceptions of quality of life.

RESEARCH AND FINDINGS

The study included 246 undergraduate and master's students (52 male and 194 female) from the Faculty of Philosophy in Nikšić (University of Montenegro), aged 19 to 30. Data were collected voluntarily using a modified version of the WHOQOL-BREF questionnaire (WHOQol Group, 1998), adapted for the purposes of this research and focused on four domains of quality of life: physical health, psychological health, social relationships, and overall quality of life. The scale consisted of 12 statements rated on a 5-point Likert scale, ranging from 1 (strongly disagree) to 5 (strongly agree). Data analysis included frequencies, percentages, mean values, and the proportion of positive responses (ratings of 4 and 5), with special attention given to gender differences in perceived quality of life.

Table 1 presents the results of descriptive statistics (frequencies and absolute frequencies) from the WHOQOL-BREF – WHO Quality of Life Scale (WHOQOL Group, 1998), showing levels of satisfaction with physical health, psychological health, social relationships, and overall quality of life during the previous week among male students of the Faculty of Philosophy.

Table 1. Male Students Life Sactifation

Questions	1		2		3		4		5	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
How would you rate your quality of life?	0	0.00	4	7.69	5	9.61	24	46.15	19	36.53
Are you satisfied with your health?	1	1.92	1	1.92	5	9.61	19	36.53	26	50.02
Do you know how to enjoy life?	1	1.92	4	7.69	12	23.07	21	40.38	14	26.92
To what extent can you concentrate?	2	3.84	2	3.84	21	40.38	19	36.53	8	15.38
How safe do you feel in life?	0	0.00	0	0.00	4	7.69	20	38.46	28	53.84
Do you have enough energy for everyday life?	1	1.92	3	5.76	16	30.76	23	44.23	9	17.30
Do you have enough free time?	9	17.30	16	30.76	13	25.00	9	36.53	5	9.61
Are you satisfied with your sleep?	2	3.84	6	11.53	14	26.93	16	30.76	14	26.92
Are you satisfied with your ability to perform	1	1.92	5	9.61	12	23.07	23	44.23	11	21.15
Are you satisfied with your personal relationships?	2	3.84	3	5.76	11	21.15	24	46.15	12	23.07
Are you satisfied with yourself?	3	5.76	2	3.84	14	26.92	22	42.30	11	21.15
Are you satisfied with your personal qualities?	0	0.00	0	0.00	13	25.00	22	43.30	17	32.69

General indicators of quality of life show that students are most satisfied with their sense of safety—53.84% of male respondents fully agreed that they feel safe (Table 1). Satisfaction with health is also high, with 50.02% of participants giving the highest possible rating. Overall quality of life was also positively evaluated, with 82.68% of respondents rating it 4 or 5, indicating a high subjective perception of well-being among students.

Consistent with previous research (Pagnin & de Queiroz, 2015; Ribeiro et al., 2018), the lowest level of satisfaction was recorded in the domain of free time, where nearly 48.06% of male students reported not having enough time for rest and personal activities. Similar issues were observed among female students (Table 2), where only 19.07% reported being satisfied in this area, while 32% expressed dissatisfaction. This confirms that the lack of free time is a universally present challenge among the student population.

Table 2 presents the results of descriptive statistics (frequencies and absolute frequencies) from the WHOQOL-BREF – WHO Quality of Life Scale (WHOQOL Group, 1998), showing levels of satisfaction with physical health, psychological health, social

relationships, and overall quality of life during the previous week among female students of the Faculty of Philosophy.

Table 2. Female Students Life Sactifation

Questions	1		2		3		4		5	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
How would you rate your quality of life?	4	2.06	16	8.24	41	21.13	91	46.90	42	21.64
Are you satisfied with your health?	8	4.12	13	6.70	27	13.91	58	29.89	88	45.36
Do you know how to enjoy life?	9	4.63	26	13.40	48	24.74	76	39.17	35	18.04
To what extent can you concentrate?	4	2.06	26	13.40	51	26.28	79	40.72	34	17.52
How safe do you feel in life?	0	0.00	28	14.43	66	34.02	72	37.11	28	14.43
Do you have enough energy for everyday life?	2	1.03	11	5.67	51	26.28	111	57.21	19	9.79
Do you have enough free time?	11	5.67	52	26.80	94	48.45	26	13.40	11	5.67
Are you satisfied with your sleep?	6	3.09	21	10.82	63	32.47	56	28.86	48	24.74
Are you satisfied with your ability to perform	0	0.00	23	11.85	49	25.25	93	47.93	29	14.94
Are you satisfied with your personal relationships?	1	0.51	9	4.63	47	24.22	103	53.09	34	17.52
Are you satisfied with yourself?	6	3.09	11	5.67	52	26.80	81	41.75	44	22.68
Are you satisfied with your personal qualities?	0	0.00	14	7.21	55	28.35	99	51.03	26	13.40

Among female students, the highest positive ratings were recorded in the domains of health (75.25% positive responses) and overall quality of life (68.56%). The domain of personal relationships also showed favorable results, with over 70% positive responses, as did self-assessments of personal attributes. However, as with male participants, free time remains the weakest area and a common source of dissatisfaction. This aligns with the literature indicating overload and difficulties in balancing responsibilities and personal life (Tempski et al., 2012; Kotarska et al., 2021).

The Table 3 presents the results of average scores (1–5) and the share of positive responses (ratings of 4 and 5), which were used to calculate differences between male and female students at the Faculty of Philosophy with regard to gender.

Table 3. Gender Differences in QoL

Questions	Mean Diference (1–5)	Difference 4+5 (p.p.)
How would you rate your quality of life?	0.34	14.14
Are you satisfied with your health?	0.25	11.28
Do you know how to enjoy life?	0.3	10.09
To what extent can you concentrate?	-0.02	-6.32
How safe do you feel in life?	0.95	40.76
Do you have enough energy for everyday life?	0	-5.47
Do you have enough free time?	-0.15	7.85
Are you satisfied with your sleep?	0.04	4.08
Are you satisfied with your ability to perform daily tasks?	0.07	2.5
Are you satisfied with your personal relationships?	-0.04	-1.39
Are you satisfied with yourself?	-0.06	-0.97
Are you satisfied with your personal qualities?	0.37	10.57

The gender-based analysis (Table 3) shows that male students reported significantly higher satisfaction with their sense of safety (+0.95 on average; +40.76 percentage points in positive responses), as well as in the domains of satisfaction with health, personal qualities, and overall quality of life. These findings are consistent with previous studies suggesting that male students generally report higher quality of life in physical and emotional aspects (Paro et al., 2010; Pagnin & de Queiroz, 2015).

Interestingly, although male students had a slightly lower average score for free time (−0.15), their proportion of positive responses was higher (+7.85 p.p.), which may indicate differences in expectations or criteria for satisfaction. In other areas—such as concentration, sleep, ability to perform daily tasks, and personal relationships—differences were minimal or neutral, indicating relatively similar experiences between genders.

Domains such as energy, enjoyment of life, satisfaction with oneself, and self-confidence showed moderate values in both groups, which aligns with findings from other studies reporting moderate levels of emotional well-being among students in social sciences and humanities (Stojković et al., 2010; Joseph et al., 2014).

CONCLUSION

The research findings indicate that students of the Faculty of Philosophy report high satisfaction with their overall quality of life, health, and sense of safety, while the domain of free time was rated as the weakest. Male students showed greater satisfaction in areas such as personal safety, health, and general quality of life, while differences in concentration, sleep, and daily functioning were minimal. Interestingly, despite having a lower average score for free time, male students recorded a higher percentage of positive responses in that domain. Female students were more satisfied with personal relationships and had more stable self-evaluations, but expressed lower levels of satisfaction in emotional and physical aspects. Although the obtained results partially align with previous research indicating higher quality of life among men, the significant gender imbalance in the sample should be taken into account, as it may influence the results and their interpretation.

LITERATURE

Cicek, G. (2018). Quality of life and physical activity among university students. *Universal Journal of Educational Research, 6*(6), 1141–1148.

Joseph, R. P., Royse, K. E., Benitez, T. J., & Pekmezi, D. W. (2014). Physical activity and quality of life among university students: Exploring self-efficacy, self-esteem, and affect as potential mediators. *Quality of Life Research, 23*(2), 659–667.

Klemenc Ketiš, Z., Kersnik, J., Eder, K., & Colarič, D. (2011). Factors associated with health-related quality of life among university students. *Srpski arhiv za celokupno lekarstvo, 139*(3–4), 197–202.

Kotarska, K., Paczynska-Jedrycka, M., Sygit, K., Kmieć, K., Czerw, A., & Nowak, A. (2021). Physical activity and the quality of life of female students of universities in Poland. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 18*(10), 5194.

Pagnin, D., & de Queiroz, V. (2015). Comparison of quality of life between medical students and young general populations. *Education for Health, 28*(3), 209–212.

Paro, S., Morales, O., Silva, M., Rezende, A., Pinto, C., Morales, R., Mendonca, S., & Prado, M. M. (2010). Health-related quality of life of medical students. *Medical Education, 44*(3), 227–235.

Ribeiro, Í. J. S., Pereira, R., Freire, I. V., de Oliveira, B. G., Casotti, C. A., & Boery, E. N. (2018). Stress and quality of life among university students: A systematic literature review. *Health Professions Education, 4*(2), 70–77.

Stojković, T., Ralić, T., & Latas, M. (2010). Kvalitet života kod studenata Medicinskog fakulteta. *Engrami, 32*(3), 39–49.

Tempski, P., Bellodi, P. L., Paro, H. B. M. S., Enns, S. C., Martins, M. A., & Schraiber, L. B. (2012). What do medical students think about their quality of life? A qualitative study. *BMC Medical Education, 12*(1), 106.

WHO (1995). *WHOQOL: Measuring quality of life*. Geneve: WHO.

WHOQOL Group (1998). Development of the World Health Organization WHOQOL-BREF quality of life assessment. *Psychological Medicine, 28*(3), 551–558.

PLANTS AS A RENEWABLE ENERGY SOURCE: A SHORT REVIEW

Hüsniye AKA SAĞLIKER
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 80000 Osmaniye
ORCID: https://orcid.org/ 0000-0003-3807-1827
Nacide KIZILDAĞ ÖZDAL
Çukurova Üniversitesi, Merkezi Araştırma Laboratuvarı, Adana
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6687-223X

ABSTRACT
Rapid climate change, depletion of fossil fuels, and increasing global energy demand have accelerated the shift toward renewable energy systems. Among these, plant-based bioenergy plays a central role due to its capacity to convert solar energy into chemical energy through photosynthesis. Plants provide diverse pathways for energy production, including biomass combustion, liquid biofuels, biogas, and algal bioenergy. This review synthesizes the scientific foundations, technological developments, environmental implications, and socio-economic dimensions of plant-derived renewable energy systems. The analysis integrates findings from leading research on lignocellulosic biofuels, biorefineries, genetic engineering of energy crops, life-cycle assessments, and advanced microbial conversion technologies.
Anahtar Kelimeler: Renewable energy, biomass, plant, sustainable energy, climate change

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAĞI OLARAK BİTKİLER: KISA BİR İNCELEME

ABSTRACT
Hızlı iklim değişikliği, fosil yakıtların tükenmesi ve artan küresel enerji talebi, yenilenebilir enerji sistemlerine geçişi hızlandırmıştır. Bunlar arasında, güneş enerjisini fotosentez yoluyla kimyasal enerjiye dönüştürme kapasitesi nedeniyle bitki bazlı biyoenerji merkezi bir rol oynamaktadır. Bitkiler, biyokütle yanması, sıvı biyoyakıtlar, biyogaz ve alg biyoenerjisi de dahil olmak üzere enerji üretimi için çeşitli yollar sunmaktadır. Bu çalışma, bitki kaynaklı yenilenebilir enerji sistemlerinin bilimsel temellerini, teknolojik gelişmelerini, çevresel etkilerini ve sosyo-ekonomik boyutlarını sentezlemektedir. Analiz, lignoselülozik biyoyakıtlar, biyorafineriler, enerji ürünlerinin genetik mühendisliği, yaşam döngüsü değerlendirmeleri ve gelişmiş mikrobiyal dönüşüm teknolojileri üzerine önde gelen araştırmaların bulgularını bütünleştirmektedir.
Keywords: Yenilenebilir enerji, biyokütle, bitki, sürdürülebilir enerji, iklim değişikliği

1. INTRODUCTION

Fossil fuel consumption continues to drive global greenhouse gas emissions, with coal, oil, and natural gas accounting for roughly 75% of anthropogenic carbon emissions worldwide (IEA 2022). This unsustainable reliance on fossil fuels not only accelerates climate change but also contributes to air pollution, acid rain, and resource depletion. Plant-derived bioenergy offers a sustainable alternative by harnessing the natural ability of plants to capture atmospheric CO_2 through photosynthesis. When managed properly, these systems can achieve near carbon-neutral energy production (Sharma et al. 2020).

Plants are highly versatile energy sources due to their wide geographic adaptability and rapid growth cycles. They can be cultivated in temperate, tropical, and semi-arid regions, and include

both food crops and dedicated energy crops such as Miscanthus, switchgrass, and energy willow. The use of plant residues straw, husks, pruning material and waste streams from agriculture and forestry further enhances the sustainability and circularity of bioenergy production (REN21, 2023). Integration of plant-based bioenergy into a circular bioeconomy contributes to rural economic development, providing farmers with additional income streams and reducing dependency on fossil fuels.

Photosynthesis converts solar energy into chemical energy, producing carbohydrates, lignin, oils, and other biopolymers. These compounds serve as the biochemical foundation for biomass-based energy systems. Biomass productivity differs between plant types: C_3 plants such as wheat and rice have moderate photosynthetic efficiency, while C4 species such as maize, sugarcane, and Miscanthus exhibit superior efficiency and high biomass yields, ranging from 20 to 30 t/ha annually under optimal conditions (Heaton et al. 2008; Somerville et al. 2010). CAM plants, including some succulents, offer high water-use efficiency, making them suitable for arid regions. The chemical composition of biomass is essential for energy conversion: cellulose (40–50%) and hemicellulose (20–35%) are fermentable substrates, while lignin (10–25%) has high calorific value and supports thermochemical energy production (Carroll and Somerville 2009).

Renewable Energy Pathways and Technological Approaches

Plant biomass can be converted into energy through multiple pathways, broadly classified into thermochemical, biochemical, and hybrid methods (McKendry 2002). Direct combustion is the most established bioenergy route, providing heat and electricity in residential, industrial, and utility-scale applications. Modern biomass boilers include filtration and emission-control technologies that reduce particulate matter and nitrogen oxide emissions, mitigating environmental impact (Knothe 2010, REN21 2023). Gasification converts biomass into syngas, a mixture of CO, H_2, and CH_4, which can be used in electricity generation, Fischer Tropsch synthesis of synthetic diesel, and hydrogen production. Pyrolysis thermally decomposes biomass into bio-oil, syngas, and biochar. Biochar not only stores carbon for centuries but also enhances soil fertility, increases water retention, and supports microbial activity, demonstrating the dual role of bioenergy in climate mitigation and ecosystem services (Lehmann and Joseph 2015).

Liquid biofuels, such as ethanol and biodiesel, represent another major pathway. First-generation bioethanol is produced from sugar- and starch-rich crops like sugarcane, corn, and wheat, while second-generation ethanol is derived from lignocellulosic residues including agricultural waste, forestry by-products, and energy crops (Carroll and Somerville 2009).

Pretreatment technologies like steam explosion, dilute acid hydrolysis, and enzymatic degradation break down complex plant cell walls, allowing engineered microbes to efficiently ferment pentoses and hexoses into ethanol (Lynd et al. 2008). Biodiesel is produced via transesterification of oils from rapeseed, soybean, sunflower, and palm. However, large-scale oil-crop cultivation can affect land use and biodiversity, especially in tropical regions. Alternative feedstocks, including jatropha, camelina, and microalgae, offer sustainable solutions with minimal competition for arable land (Chisti 2007; Demirbas 2011).

Anaerobic digestion converts plant material into biogas, a mixture of methane and CO_2. High-yield substrates include maize silage, sorghum, and grass crops. Biogas can be upgraded to biomethane for injection into natural gas networks or used directly as a renewable transport fuel (Weiland 2010). Microalgae represent an advanced platform for bioenergy due to their rapid growth rates and lipid content up to 60% of biomass. Algal biofuels do not compete with food crops and can utilize wastewater and industrial CO_2 streams, though energy-intensive harvesting and processing remain challenges (Chisti 2007; Demirbas 2011).

Environmental and Socio-Economic Considerations

Plant-based bioenergy provides substantial environmental benefits. Compared to fossil fuels, it reduces greenhouse gas emissions, mitigates air pollution, and promotes carbon sequestration. Perennial energy crops such as Miscanthus and switchgrass enhance soil quality, reduce erosion, and support ecosystem biodiversity (Tilman et al. 2009; Heaton et al. 2008). Agricultural residues and forestry by-products are effectively utilized, reducing waste accumulation and environmental burden. However, large-scale bioenergy expansion poses environmental risks, including deforestation, biodiversity loss, water stress, and indirect land-use change. Life-cycle assessments are essential to quantify the true environmental impact of bioenergy projects (Cherubini 2010). Economically, bioenergy supports rural livelihoods, diversifies income streams, and generates employment opportunities. The financial viability of bioenergy depends on feedstock availability, conversion efficiency, technological maturity, and policy incentives (IEA 2022). While lignocellulosic biofuels hold long-term potential, high pretreatment and enzymatic costs remain barriers to commercialization (Carroll and Somerville, 2009).

Technological innovations, such as CRISPR-based genetic engineering, enable the development of high-yield, stress-tolerant energy crops with optimized lignin content and improved cellulose production (Liu et al. 2021). Advances in microbial engineering facilitate fermentation of multiple sugar types and production of advanced biofuels like butanol, farnesene, and other hydrocarbons (Lynd et al. 2008; Searchinger et al. 2008). Biorefineries integrate multiple processes to produce fuels, electricity, fertilizers, and biochemicals from a single biomass source, maximizing economic and resource efficiency (Cherubini 2010).

CONCLUSIONS

Plants are a cornerstone of renewable energy strategies due to their biological diversity, ability to store solar energy in chemical form, and contributions to rural economies. Integrating plant-based bioenergy into global energy systems supports sustainable development, reduces greenhouse gas emissions, and mitigates climate change. Continued advances in biotechnology, microbial engineering, and process integration will expand the efficiency, environmental benefits, and economic viability of plant-derived energy, reinforcing its essential role in future sustainable energy portfolios.

REFERENCES

Campbell J.E, Lobell D.B, Field CB. (2009). Greater transportation energy and GHG offsets from bioelectricity than ethanol. Science, 324(5930), 1055–1057. https://doi.org/10.1126/science.1168885

Carroll A., Somerville C. (2009). Cellulosic biofuels. Annual Review of Plant Biology, 60, 165–182. https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.043008.092125

Cherubini F. (2010). The biorefinery concept: Using biomass instead of oil for producing energy and chemicals. Energy Conversion and Management, 51(7), 1412–1421. https://doi.org/10.1016/j.enconman.2010.01.015

Chisti Y. (2007). Biodiesel from microalgae. Biotechnology Advances, 25(3), 294–306. https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2007.02.001

Demirbas A. (2011). Biofuels from algae for sustainable development. Applied Energy, 88(10), 3473–3480. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2011.04.007

Heaton E. A, Dohleman F.G, Long, S.P. (2008). Meeting US biofuel goals with less land: The potential of Miscanthus. Global Change Biology, 14(9), 2000–2014. https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2008.01662.x

International Energy Agency (IEA). (2022). Renewables 2022: Analysis and forecast to 2027. Paris: IEA Publications.

Knothe G. (2010). Biodiesel and renewable diesel: A comparison. Progress in Energy and Combustion Science, 36(3), 364–373. https://doi.org/10.1016/j.pecs.2009.11.004

Lehmann J, Joseph S. (2015). Biochar for environmental management: Science, technology and implementation (2nd ed.). Routledge.
Liu Q, Luo L, Zheng L. (2021). Lignin modification for enhanced biomass conversion: Advances and perspectives. Biotechnology for Biofuels, 14, 56. https://doi.org/10.1186/s13068-021-01918-0
Lynd L.R, Laser M.S, Bransby D, Dale BE, Davison B, Hamilton R, Himmel M, Celler M, McMillian J.D, Sheehan J, Wyman C.E. (2008). How biotech can transform biofuels. Nature Biotechnology, 26, 169–172. https://doi.org/10.1038/nbt0208-169
McKendry P. (2002). Energy production from biomass (part 1): Overview of biomass. Bioresource Technology, 83(1), 37–46. https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00118-3
REN21. (2023). Renewables 2023 Global Status Report. Paris: REN21 Secretariat.
Searchinger T, Heimlich R, Houghton R.A, Dong F, Elobeid A, Fabiosa J, Tokgoz Hayes D, Yu T. (2008). Use of U.S. croplands for biofuels increases greenhouse gases through emissions from land-use change. Science, 319(5867), 1238–1240. https://doi.org/10.1126/science.1151861
Sharma A, Arya S, Kushwaha R, Singh S.P, Jain S. (2020). Bioenergy: A sustainable renewable energy source. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 119, Article 109569. https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109569
Somerville C, Youngs H, Taylor C, Davis S.C, Long S. P. (2010). Feedstocks for lignocellulosic biofuels. Science, 329(5993), 790–792. https://doi.org/10.1126/science.1189268
Tilman D., Socolow R., Foley J. A., Hill J, Larson E, Lynd L, Pacala S, Reilly J, Searchinger T, Somerville C, Williams R. (2009). Beneficial biofuels—The food, energy, and environment trilemma. Science, 325(5938), 270–271. https://doi.org/10.1126/science.1177970
Weiland P. (2010). Biogas production: Current state and perspectives. Applied Microbiology and Biotechnology, 85(4), 849–860. https://doi.org/10.1007/s00253-009-2246-7

ENDEMİK BİTKİLER VE EKOLOJİK ÖNEMİ

Nacide KIZILDAĞ ÖZDAL
Çukurova Üniversitesi, Merkezi Araştırma Laboratuvarı, Adana
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6687-223X
Hüsniye AKA SAĞLIKER
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 80000 Osmaniye
ORCID: https://orcid.org/ 0000-0003-3807-1827

ÖZET
Endemik bitkiler, belirli bir coğrafi bölgeye özgü olarak yetişen ve doğal yayılışı bu alanla sınırlı olan türlerdir. Habitat özellikleri, iklimsel sınırlılıklar, evrimsel süreçler ve coğrafi izolasyon gibi pek çok faktörün etkileşimiyle şekillenen endemik türler, biyolojik çeşitliliğin korunması açısından kritik ekolojik göstergelerdir. Bu çalışmada, endemik bitkilerin ekolojik ve biyolojik önemi, koruma durumları, tehdit faktörleri ve sürdürülebilir yönetim yaklaşımları ele alınmıştır. Küresel ölçekte endemizm merkezleri, insan kaynaklı baskıların yoğun olduğu alanlarla çakışmaktadır. Endemik bitkiler; habitat kaybı, arazi kullanım değişiklikleri, iklim değişikliği, istilacı türler ve aşırı toplama gibi tehditler ile yok olma riskiyle karşıkayadır. Modern koruma biyolojisi yaklaşımları; in-situ ve ex-situ koruma stratejileri, yerel halkla iş birliği, restorasyon ekolojisi uygulamaları ve genetik çeşitliliğin korunmasına yönelik çalışmalar ile endemik flora için yeni fırsatlar sunmaktadır. Bu çalışma, endemik bitkilere yönelik bilimsel farkındalığın arttırılması, tehditlerin daha iyi anlaşılması ve korunma stratejilerinin geliştirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Özellikle Akdeniz Havzası gibi biyolojik çeşitlilik açısından zengin bölgelerde yapılacak çalışmalar için yol gösterici niteliktedir.
Anahtar Kelimeler: Endemik bitki, biyolojik çeşitlilik, koruma biyolojisi, ekosistem tehditleri, sürdürülebilir yönetim

ENDEMIC PLANTS AND THEIR ECOLOGICAL IMPORTANCE

ABSTRACT
Endemic plants are species that grow naturally within a specific geographic region and whose distribution is restricted to that area. As critical ecological indicators for biodiversity conservation, endemic species are shaped by the interplay of various factors, including habitat characteristics, climatic limitations, evolutionary processes, and geographical isolation. This review examines the ecological and biological significance of endemic plants, their conservation status, major threat factors, and sustainable management approaches. Global centers of endemism often overlap with regions experiencing intense anthropogenic pressure. Threats such as habitat loss, land-use change, climate change, invasive species, and over-collection increase the extinction risk of endemic plants. Nevertheless, modern conservation biology provides new opportunities for the protection of endemic flora through in-situ and ex-situ strategies, community-based collaboration, restoration ecology practices, and efforts aimed at preserving genetic diversity. This review aims to enhance scientific awareness regarding endemic plants, improve the understanding of threats they face, and support the development of effective conservation strategies. The study also offers guidance for future research, particularly in biodiversity-rich regions such as the Mediterranean Basin.
Keywords: Endemic plants; Biodiversity; Conservation biology; Ecosystem threats; Sustainable management

1. GİRİŞ

Dar bir coğrafik alanda yetişen bitki gruplarını tanımlamak için kullanılan endemik terimi, kökenini Latince "endemos (indigenous)" sözcüğünden almaktadır. Endemizm, bir türün doğal yayılışının belirli ve sınırlı bir alanda olması olarak tanımlanırken, bu özelliğe sahip bitkilere "endemik tür" denir (Gaston 1994). Endemik türler, çoğu zaman yakın akraba türlerden coğrafi veya ekolojik izolasyon yoluyla ayrılarak evrimleşmiş olup, bulundukları ekosistemlerin temel bileşenleri arasında yer almaktadır (Kruckeberg ve Rabinowitz 1985). Endemik bitkiler, sahip oldukları özgün morfolojik, fizyolojik ve ekolojik özellikler sayesinde ekosistem işleyişine önemli katkılar sağlamaktadır. Bu katkılar; besin ağlarının sürekliliği, tozlaşma ve tohum yayılımı süreçleri ile türler arası etkileşimlerin sürdürülmesini kapsamaktadır (Lavergne ve ark. 2004). Endemik bitkiler, biyoçeşitlilik düzeyi ve ekosistem sağlığının değerlendirilmesinde önemli biyolojik göstergeler olarak kabul edilmektedir (Myers ve ark. 2000; Hobohm 2014). Ancak endemik türler yalnızca ekolojik açıdan değil, aynı zamanda kültürel ve sosyoekonomik açıdan da önemlidir. Bazı endemik bitkiler, geleneksel bilgi sistemlerinde, tıbbi uygulamalarda ve kültürel mirasta yer edinmiştir. Önemlerine rağmen, iklim değişikliği ve istilacı türler gibi faktörler bu türleri ciddi biçimde tehdit etmektedir (Dirzo et al. 2014).

Türkiye'de Endemik Bitkiler

Üç fitocoğrafik bölgenin kesişim noktasında yer alan Türkiye, yüksek bitki biyoçeşitliliğine sahiptir (Davis ve ark. 1988; Mutlu 2021). Flora olarak toplam 12.006 takson bulunmakta ve bunların 3.649'u endemiktir olup endemizm oranı %31 civarındadır (Güner ve ark. 2000; Ekim ve Güner 2018). Yüksek endemizme sahip olması, Türkiye florasının özgünlüğünü ve ekosistemler üzerindeki ekolojik önemini ortaya koymaktadır. Yerel çevre koşullarına uzun süre uyum sağlamış endemik türler, ekosistem işlevlerinin sürdürülmesinde kritik rol üstlenmiştir.

Ekolojik Önemi

Endemik bitkiler, ekosistemlerin yapısal ve işlevsel bütünlüğünü desteklerler (Myers et al. 2000). Bu bitkiler, Primer üretim, besin döngüsü ve toprak oluşumu gibi temel ekolojik süreçlerde etkin rol alıp ekosistemlerin sürdürülebilirliğini güçlendirir (Whittaker ve ark. 2001; Díaz ve ark. 2019). Bunun yanında, bazı endemik türler belirli tozlayıcılar ve herbivorlarla özel etkileşimler geliştirir; bu durum biyotik etkileşim ağlarının istikrarını artırmaktadır (Lavergne ve ark. 2004; Ollerton, 2017). Habitat parçalanması ve antropojenik baskılar; sınırlı yayılış alanları olması nedeniyle endemik türleri, daha hassas hale getirmektedir (Hobohm 2014; Bellard ve ark. 2018).

2. MATERYAL ve METOD

Bu çalışma, Türkiye'deki ve literatürde bildirilen endemik bitki türlerinin ekolojik önemini inceleyen bir derleme araştırmasıdır. Çalışmada literatür taraması yöntemi kullanılmıştır. Türkiye Florası'na ait veriler, Güner ve ark. (2000, 2012) ile Davis ve ark. (1988) tarafından yayımlanan floristik kaynaklardan elde edilmiştir. Ayrıca, endemik bitkilerin ekosistem işlevleri, biyoçeşitlilik içindeki rolleri ve karşılaştıkları tehditler ile ilgili güncel bilimsel makaleler de taranmıştır (Dirzo ve ark. 2014; Lavergne ve ark. 2004; Myers ve ark. 2000; Whittaker ve ark. 2001). Literatür seçimi sırasında makalelerin bitki odaklı, bilimsel hakemli dergilerde yayımlanmış ve son 20 yıl içinde güncel veriler sunuyor olması baz alınmıştır (Berkes, 2018; Bellard ve ark. 2018). Endemik bitki türlerinin dağılımı, ekosistem işlevleri ve koruma gereklilikleri temeline dayanılarak sınıflandırma yapılmıştır.

3. BULGULAR

3.1.Endemik Bitkilerin Dağılımı

Türkiye Florası'nda 10.036 damarlı bitki taksonu bulunmakta olup, bunların yaklaşık 3.649'u (%31.8) endemiktir (Güner ve ark. 2012). Endemik bitkiler özellikle Toros Dağları, Batı ve Doğu Anadolu ile Karadeniz kıyı bölgelerinde yoğunlaşmaktadır. Bu bölgeler, yüksek

topoğrafik çeşitlilik ve farklı fitocoğrafik bölgelerin kesişimi nedeniyle endemik bitkiler için sıcak nokta konumunda değerlendirilmektedir (Myers ve ark. 2000).

3.2.Ekolojik Rolleri

Endemik bitkiler, bulundukları ekosistemlerde primer üretim, besin döngüsü, tohum yayılımı ve tozlaşma gibi temel ekolojik süreçlerde önemli roller üstlenmektedir (Lavergne ve ark. 2004; Whittaker ve ark. 2001). Bazı türler, belirli tozlayıcı ve herbivorlarla özelleşmiş ilişkiler geliştirmiş olup bu durum yerel ekosistemlerin işleyişi ve ayrıca biyotik etkileşim dengesini artırmaktadır (Dirzo ve ark. 2014).

3.3.Karşılaşılan Tehditler

Endemik bitkiler, sınırlı yayılış alanları nedeniyle habitat parçalanması, iklim değişikliği ve antropojenik baskılara karşı hassas türlerdir (Hobohm 2014). Endemik türlerin popülasyonlarını; ormansızlaşma, kentleşme ve tarımsal alan genişlemesi gibi durumlar ciddi şekilde tehdit etmektedir (Dirzo ve ark. 2014).

3.4.Koruma Stratejileri

Türkiye'de yürütülen koruma çalışmaları; milli park ve doğal koruma alanlarının oluşturulması, habitat restorasyonu ve sürdürülebilir arazi kullanımı stratejilerini kapsamaktadır. Ayrıca yeniden yerleştirme (reintroduksiyon) programları ve topluluk katılımlı koruma girişimleri, nesli tehlike altındaki endemik bitki popülasyonlarının güçlendirilmesine katkı sağlamaktadır (Berkes 2018; Watson ve ark. 2018).

4. TARTIŞMA

Endemik türlerin korunması, ekosistem işleyişinin sürdürülmesi ve biyolojik çeşitliliğin güvence altına alınması açısından kritik öneme sahiptir (IPBES 2019; Watson ve ark. 2018). Bu kapsamda yürütülen koruma programları; habitat restorasyonu, istilacı türlerin kontrolü ve topluluk katılımlı yönetim yaklaşımlarını içermektedir. Ekolojik ve kültürel açıdan başarılı sonuçlar elde etmek amacıyla, yerel ve yerli toplulukların sahip olduğu hem geleneksel bilgi birikimi hem de bölge halkına eğitimler verilmesi koruma stratejilerinin etkinliğini artırmaktadır (Berkes 2018). Bu bağlamda topluluk temelli ve katılımcı yaklaşımlar, endemik türlerin uzun vadeli korunmasında sürdürülebilir ve etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır.

SONUÇ

Endemik flora ve fauna, bulundukları ekosistemlerin sağlığı ve biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesi açısından hayati öneme sahiptir. Bu türler, sahip oldukları özgün genetik özellikler ve ekosistem içindeki özel işlevleri sayesinde bulundukları doğal ortamlar için vazgeçilmezdir. İnsan kaynaklı faaliyetler sonucu meydana gelen habitat kaybı, ormansızlaşma ve kentleşme gibi faktörler endemik türleri ciddi şekilde tehdit etmektedir. Bu nedenle koruma programlarının etkin bir şekilde uygulanması, toplulukların sürece aktif katılımının sağlanması ve istilacı türlerin kontrolü, endemik türlerin uzun vadeli korunmasını ve ekosistem sağlığının sürdürülmesini mümkün kılmaktadır.

KAYNAKLAR

Berkes F. (2018). *Sacred ecology* (4th ed.). Routledge.

Bellard C, Leclerc C, Courchamp F. (2018). Impact of climate change on the future of biodiversity. *Ecology Letters, 21*(6), 1001–1012. https://doi.org/10.1111/ele.12943

Davis PH, Mill RR, Tan K. (1988). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* (Vol. 10). University Press.

Díaz S, Settele J, Brondízio E, Ngo HT, Agard J, Arneth A, Zayas CN. (2019). Pervasive human-driven decline of life on Earth points to the need for transformative change. *Science, 366*(6471), eaax3100. https://doi.org/10.1126/science.aax3100

Dirzo R, Young HS, Galetti M, Ceballos G, Isaac NJB, Collen B. (2014). Defaunation in the Anthropocene. *Science, 345*(6195), 401–406. https://doi.org/10.1126/science.1251817

Gaston KJ. (1994). *Rarity*. Chapman & Hall.
Güner A, Aslan S, Ekim T, Vural M, Babaç MT. (2000). *Türkiye Bitkileri Listesi*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını.
Güner A, Aslan S, Ekim T, Vural M, Babaç MT. (2012). *Türkiye Bitkileri Listesi (Vascular Plants of Turkey)* (2nd ed.). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayını.
Hobohm C. (2014). Endemism in vascular plants. Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8889-7
IPBES (2019). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services*. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. https://ipbes.net/global-assessment
Kruckeberg AR, Rabinowitz D. (1985). Biological aspects of endemism in higher plants. *Annual Review of Ecology and Systematics, 16*, 447–479. https://doi.org/10.1146/annurev.es.16.110185.002311
Lavergne S, Thompson J D, Garnier E, Debussche M. (2004). The biology and ecology of narrow endemic and widespread plants. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 35*, 131–156. https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.35.021103.105725
Mutlu B. (2021). Plant diversity and endemism in Turkey: Patterns and conservation priorities. *Biodiversity and Conservation, 30*(9), 2381–2405. https://doi.org/10.1007/s10531-021-02203-2
Myers N, Mittermeier RA., Mittermeier CG, da Fonseca GAB, Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature, 403*(6772), 853–858. https://doi.org/10.1038/35002501
Ollerton J. (2017). Pollinator diversity: Distribution, ecological function, and conservation. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 48*, 353–376. https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110316-022919
Pyšek P, Hulme PE, Simberloff D, Bacher S, Blackburn T M, Carlton J T, Vila M. (2020). Scientists' warning on invasive alien species. *Biological Reviews, 95*(6), 1511–1534. https://doi.org/10.1111/brv.12627
Seddon PJ, Soorae PS, Launay, F. (2014). *Guidelines for reintroductions and other conservation translocations*. IUCN/SSC Reintroduction Specialist Group.
Watson JEM, Dudley N, Segan DB, Hockings M. (2018). The performance and potential of protected areas. *Nature, 515*, 67–73. https://doi.org/10.1038/nature13947
Whittaker R J, Willis K J. Field R. (2001). Scale and species richness: Towards a general, hierarchical theory of species diversity. *Journal of Biogeography, 28*(4), 453–470. https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2001.00563.x

OYUN VE MATEMATİK ODAKLI TEZLER (2015–2025) ÜZERİNDE BİR İÇERİK ANALİZİ ÇALIŞMASI

Nihal Göktaş Gökgöz
Yüksek Lisans Öğrencisi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
ORCID:0009-0009-6969-6812
Prof. Dr. Melek Çakmak
Gazi Üniversitesi,
ORCID: 0000-0002-3371-4937

ÖZET

Oyun birçok ders için öğretmenler tarafından kullanılan yöntemler arasında yer almaktadır. Oyun aynı zamanda bir yöntem olarak matematik gibi soyut bir ders için, etkili öğretme süreçlerinde önemli olmuş ve bu yönüyle çeşitli araştırmaların da her zaman odağındaki yerini korumuştur. Bu çalışmanın temel amacı, 2015-2025 yıl aralığında eğitim alanında yapılmış oyun ve matematik odaklı lisansüstü tezler üzerinde bir içerik analizi gerçekleştirmek ve ulaşılan tezleri konu ve metadolojik yaklaşımları açısından incelemektir. Bu amaçla, mevcut çalışmada, Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezinde matematik ve oyun temel kavramları anahtar kelime olarak kullanılarak, devlet üniversitelerinde Eğitim Bilimleri Enstitüsü ile Sosyal Bilimler Enstitüsü programları kapsamında 2015-2025 yılları arasında ulaşılan 43 tez analiz edilmiştir. İlgili tez çalışmalarının konu açısından analizinde içerik analizi, metadolojik açıdan analizinde ise betimsel analiz yöntemlerinden yararlanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre bu çalışma kapsamında incelenen tezlerin ağırlıklı olarak; yüksek lisans düzeyinde olduğu, oyunun öğretmenler tarafından alternatif öğretim yöntemlerinden biri olarak kullanıldığı, çalışmaların genellikle ortaokul kademesinde yapıldığı; bu çalışmalarda ağırlıklı olarak nicel araştırma yöntemlerinin kullanıldığı belirlenmiştir. Araştırmada ulaşılan bir diğer sonuç ise matematik ve oyun odaklı tez çalışmalarının daha çok 2023-2024 yıllarında yapılmış olmasıdır. Araştırma sonuçları çerçevesinde, matematik ve oyun temalı tezlerde olduğu gibi, oyunun bir yöntem olarak diğer disiplin alanlarında da incelenmesi önerilebilir. Ayrıca yapılacak yeni araştırmalarda yapılacak yeni çalışmalarda farklı konu alanlarında ve hemen her düzeyde oyunun öğrenme-öğretme süreçlerindeki işlevleri öğretmen ve öğrenci bakış açısından detaylı bir biçimde incelenebilir. Son olarak yapılacak yeni çalışmalarda farklı araştırma yöntemlerinden yararlanılması, özellikle konunun irdelenmesine yönelik nitel ve derleme çalışmaların tasarlanması konuya ilişkin detayların belirlenmesine katkı sağlayacaktır.
Anahtar Kelimeler: Oyun, Matematik, İçerik Analizi.

A CONTENT ANALYSIS STUDY ON GAME AND MATHEMATICS-FOCUSED THESES (2015–2025)

ABSTRACT

Games are among the methods used by teachers in many subjects. Games, as a method, have also been crucial in effective teaching processes for abstract subjects like mathematics, and, as such, have always been the focus of various studies. The primary objective of this study is to conduct a content analysis on game and mathematics-focused graduate theses written in the field of education between 2015 and 2025 and to examine the obtained theses in terms of their subject matter and methodological approaches. For this purpose, the current study analyzed 43 theses obtained between 2015 and 2025 within the scope of the Institute of Educational Sciences and Institute of Social Sciences programs at state universities, using the basic concepts of mathematics and game as keywords at the Council of Higher Education Thesis Center. Content analysis was used for the subject matter analysis of these theses, while

descriptive analysis was used for their methodological analysis. According to the analysis results, it was determined that the theses examined within the scope of this study were predominantly master's level, that teachers used games as an alternative teaching method, that the studies were generally conducted at the secondary school level, and that these studies predominantly employed quantitative research methods. Another conclusion reached in the research is that these studies, which focused on mathematics and games, were primarily conducted between 2023 and 2024. Within the framework of the research results, it is recommended that, as with mathematics and game-themed theses, games be examined as a method in other disciplinary fields. Furthermore, future studies can examine the functions of games in the teaching-learning process in detail across different subject areas and at various levels, from both the teacher's and student's perspectives. Ultimately, employing various research methods in future studies, particularly the design of qualitative and compilation studies, will contribute to a deeper understanding of the topic.
Key Words: Games, Mathematics, Content Analysis.

Giriş

Oyun, Türk Dil Kurumu (TDK, 2017) Büyük Türkçe Sözlüğünde "yetenek ve zekâ geliştirici, belli kuralları olan, iyi vakit geçirmeye yarayan eğlence" veya "bedence ve kafaca yetenekleri geliştirmek amacıyla yapılan, çevikliğe dayanan her türlü yarışma" olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımdan da anlaşılacağı üzere oyun, beden ve zihnin bir arada işleyişini içeren, katılan kişi tarafından "eğlenme" amacına yönelik olarak gerçekleştirilen; ancak diğer yandan tam da eğitimin hedefleri ile uyumlu bir şekilde, "yeteneğin ve zekanın gelişmesine" yol açan eylemlerdir. Oyunun tüm yönlerine, özellikle de tanımı ve işlevine yönelik literatürde net açıklamalar görülmemekle birlikte, Smith ve Cowie (1989), oyunla ilgili kuramların on dokuzuncu yüzyılın sonu ile yirminci yüzyılın başında geliştiğini belirtmiştir.

Piaget'ye göre oyunun temel işlevleri, tekrarlama yoluyla mevcut becerileri geliştirmek ve çocuğa bir egemenlik duygusu kazandırmaktır (Senemoğlu, 2005). Birey oynarken düşünmekte, kuralları öğrenmekte, hatırlamakta ve uygulamaya koymaktadır. Bir başka ifadeyle birey, oyunlar yoluyla zihni ve bedeninin uyumunu gerekli kılan bir eylem, hareket, öğrenme halini sürdürmektedir (Özdemir ve Yalın, 2000). Eğitim ise, yetişen bireyin, hayata etkin biçimde katılmasını hedefleyen bir süreçtir. Eğitim olgusunun katılıma yönlendiren bu yapısı, bireyin kendi gereksinimlerinin karşılanması ve içinde yaşadığı toplumun, çağın ve kültürün beklentilerinin karşılanmasına odaklanır. Bu durum, bize eğitimin hem bireysel hem de toplumsal amaçlara sahip olduğunu göstermektedir.

Eğitsel oyunlar birçok derste kullanılan öğretim yöntemleri arasında yer almaktadır. Alanyazında oyunun öğrenciler açısından sağladığı bazı avantajlı durumlar çeşitli araştırmalarda vurgulanmıştır. Eğitsel oyunlar, öğrencilerin matematiksel kavramlarla etkileşimini artırarak öğrenmenin kalıcılığını sağlamakta ve oyun sürecinde yapılan tekrarlar, öğrenilen bilginin zihinsel yapılarla bütünleşmesini kolaylaştırmaktadır (Kamii ve DeVies, 1993). Diğer taraftan matematik derslerinde kullanılan oyunlar, öğrenme ortamını daha az kaygılı ve daha fazla motive edici hale getirerek özellikle başarısı düşük öğrencilerde özgüveni de artırabilir (Bragg, 2003). Oyunların matematiksel problem çözme süreçlerine entegre edilmesi, öğrencilerden eleştirel düşünme ve strateji geliştirme becerilerini de artırmaktadır (Van de Walle ve diğ., 2014). Böylelikle matematiksel oyunlar, öğrencilerin sahip olduğu kavram yanılgılarını fark etmelerini ve doğru kavramlara ulaşmalarını sağlayabilir. Bu yönüyle oyun, tanılayıcı ve düzeltici işlev görebilir (Ginsburg, 2006). Bu noktada oyunun niteliği önem taşımaktadır. Literatüre göre, birçok çalışma matematik öğreniminde oyunların kullanımıyla ilişkili olumlu etkileri tespit etmiştir (Suh ve diğ., 2005; Steen ve diğ., 2006; Moyer-Packenham ve diğ., 2008). Bu tür etkinlikler genellikle etkileşimli, motive edici ve pratiktir; öğrencilerin

ilgisini sürdürür ve matematiksel kavramları anlamalarını artırır. Amaç, öğrencilerin matematiksel öğrenimini geliştirmek için oyunları eğitim ortamına entegre etmek; üst düzey düşünceye dayalı oyunların kullanımını genişletmek, oyunların eğitim faydalarını çeşitlendirmek ve daha geniş bir öğrenme hedefi yelpazesine hizmet etmektir.

Bu konu bağlamında alanyazında çeşitli araştırmalar dikkat çekmektedir. Debrenti (2024) tarafından yapılan bir çalışmada oyun tabanlı öğrenme ve özellikle dijital oyun tabanlı öğrenmenin bir öğretim ve öğrenme ortamı olarak kullanılması durumunda öğrencilerin matematiksel kavramların çeşitli temsillerini oluşturmalarına ve öğrenmelerini pekiştirmelerine yardımcı olduğu, aynı zamanda öğrencilerin eğlendikleri belirtilmiştir. Ergül ve Doğan (2022) tarafından yapılan deneysel bir araştırmada da oyun temelli etkinliklerle tasarlanmış matematik öğretimi süreçlerinin öğrencilerin başarıları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Benzer biçimde Güleç ve Toptaş (2025) çalışmalarında ilkokul dördüncü sınıf öğrencileri için kesirler konusunda oyun temelli öğretim yöntemiyle matematiksel kavram yanılgısı fark etme ve iyileştirmeyi amaçlamışlardır. Araştırmada bir devlet ilkokulunda öğrenim gören 4. sınıf öğrencilerine (n=25) ön test ve son test uygulanmıştır. Araştırma sonuçları değerlendirilmiş ve oyun temelli öğretimle yapılan kesir kazanımlarının anlamlı düzeyde fark oluşturduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmanın temel amacı, eğitim alanında 2015-2025 yılları arasında matematik ve oyun teması ile ilgili yapılan tezler üzerinde bir içerik analizi gerçekleştirmek ve tezleri konu ve yöntemsel boyutları ile incelemektir. Bu çalışmada cevap aranan sorular şunlardır:

1. Matematik ve oyun temalı tezlerin yıllara göre dağılımı nasıldır?
2. Matematik ve oyun temalı tezlerin düzeyine (YL/Doktora) göre dağılımı nasıldır?
3. Matematik ve oyun temalı tezlerde örneklemin kademelere göre dağılımı nasıldır?
4. Matematik ve oyun temalı tezler kullanılan araştırma yöntemleri açısından nasıl bir dağılım göstermektedir?
5. Matematik ve oyun temalı tezlerde kullanılan veri toplama araçları nasıl bir dağılım göstermektedir?
6. Matematik ve oyun temalı tezler konuları açısından hangi temalar altında toplanmaktadır?

Yöntem

Araştırma Yöntemi

Nitel tasarımlı bu araştırmada, 2015-2025 yılları arasında Türkiye'de devlet üniversitelerinin Sosyal Bilimler Enstitüsü ve Eğitim Bilimleri Enstitülerinde yapılan matematik ve oyun kavramlarını birlikte içeren 43 tez (yüksek lisans ve doktora) üzerinde bir içerik analizi gerçekleştirilmiştir. İçerik analizi; yazılı, sözlü ya da görsel materyalleri sistematik bir biçimde inceleyerek anlamlı kategorilere ayırma sürecidir. Nitel araştırmalarda içerik analizi, verilerden temalar veya kavramlar ortaya çıkarmak amacıyla kullanılır. Bu analiz süreci, verilerin kodlanması, sınıflandırılması, temaların belirlenmesi ve yorumlanması gibi adımları içerir (Mayring, 2000; Schreier, 2012**).** İçerik analizi, basılı materyaller (gazeteler, günlükler, kitaplar vb.) veya ürünler (filmler, şarkılar, şiirler vb.) üzerinde kullanılabilir. Bu çalışmada dokuman olarak lisansüstü tez çalışmalarından yararlanılmıştır.

Veri toplama

Bu çalışmada üzerinde analiz gerçekleştirilecek çalışma dokümanlarını belirlemek amacıyla öncelikle Yükseköğretim Kurulu (YÖK) Ulusal Tez Merkezi'nde 2015-2025 yılları arasında yapılan lisansüstü tezler üzerinde "matematik ve oyun" anahtar kelimeleri birlikte kullanılarak detaylı bir tarama gerçekleştirilmiştir. İlk tarama sonucunda elde edilen tezler incelenerek, devlet üniversitelerinin Sosyal Bilimler Enstitüsü ve Eğitim Bilimleri enstitülerinde yapılan matematik ve oyun konulu tezler belirlenmiş, analiz süreci bu tezler üzerinde tamamlanmıştır. Belirtilen bu aşamalar sonucunda 43 tez içerik analizi kapsamına dahil edilmiştir.

Veri Analizi

Bu çalışmada analiz kapsamına giren 43 lisansüstü tez dokumanı üzerinde gerçekleştirilen analiz süreci aşağıda özetlenmiştir:

- Yükseköğretim Kurulu (YÖK) Ulusal Tez Merkezi'nde üniversitelerin Sosyal Bilimler Enstitüsü ve Eğitim Bilimleri Enstitülerinde matematik ve oyun anahtar kelimeleri ile lisansüstü tezler ile taranmıştır.
- Tezler kodlanarak bir veri tabanı oluşturulmuştur.
- Tezlerin analizi için bir analiz formu hazırlanmıştır. Formun hazırlanmasında bu araştırmada cevap aranılan sorular dikkate alınmıştır.
- Belirlenen tezler (f:43) analiz gerçekleştiren araştırmacılar tarafından incelenerek analiz formu doldurulmuş, sonuçlar karşılaştırılmıştır, böylelikle analiz aşamasına yönelik güvenirlikle ilgili önemli bir aşama gerçekleştirilmiştir. Görüşler arasında tutarsızlık olması durumunda fikir birliğini sağlamaya yönelik yeniden inceleme yapılmıştır.
- Excel'e girilen verilerin dağılımı grafikler ile gösterilmiştir.
- Analiz aşaması ve ham veriler ile ilgili doğrulama süreçleri hem araştırmacı hem de bir uzman tarafından gerçekleştirilerek sonuç karşılaştırmaları ile analizin güvenilirliği sağlanmıştır.

Bulgular

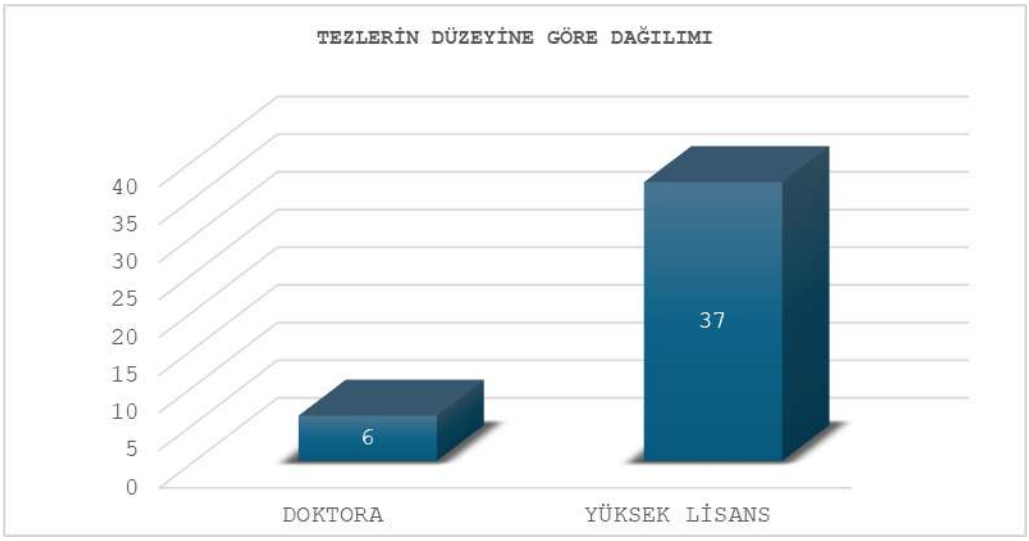
Bu çalışmada ilk olarak "*Matematik ve oyun temalı tezlerin yıllara göre dağılımı nasıldır?*" sorusuna cevap aranmıştır. Şekil 1'de bu soruya yönelik gerçekleştirilen analiz sonuçlarına yer verilmiştir.



Şekil 1. **Tezlerin yayın yıllarına göre dağılımı**

Yayın yılları açısından incelendiğinde, matematik ve oyun temalarının birlikte incelendiği tez çalışmalarının yıllara göre sayısında artış gösterdiği gözlenmiştir. Dikkat çeken bir diğer nokta ise bu konuda en çok tez çalışması 2023-2024 yılları arasında yapılması olmuştur.

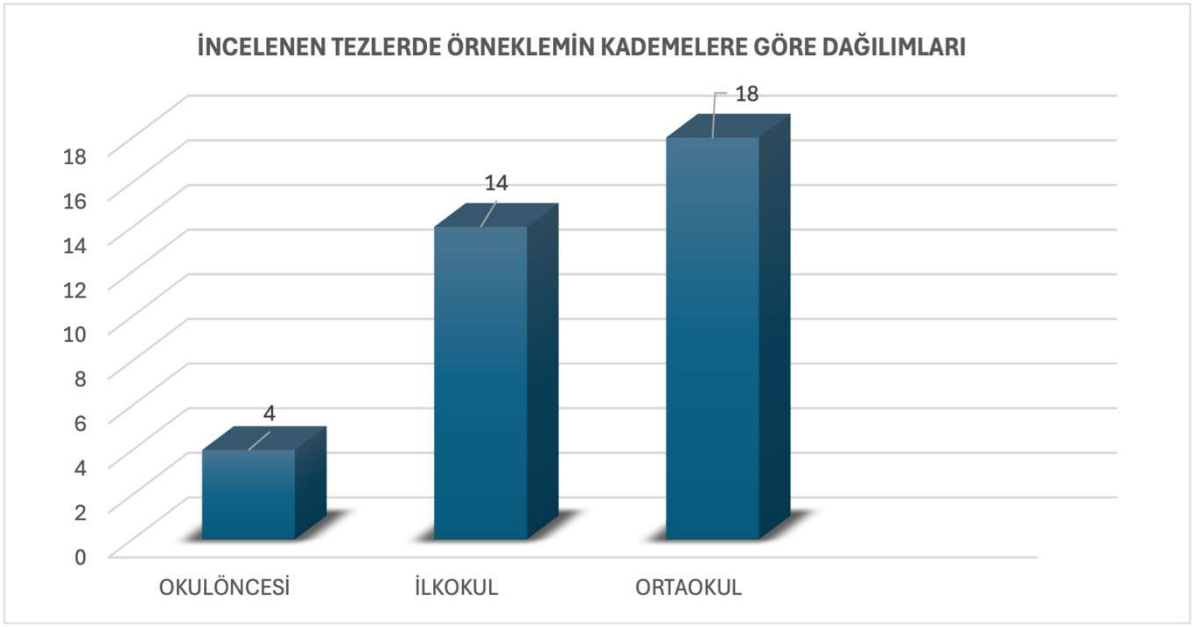
Çalışmada ikinci olarak "*Matematik ve oyun temalı tezlerin düzeyine (YL/Doktora) göre dağılımı nasıldır?*" sorusuna cevap aranmıştır. Şekil 2'de bu soruya yönelik gerçekleştirilen analiz sonuçlarına yer verilmiştir.



Şekil 2. Tezlerin düzeyine göre dağılımı

Şekil 2'de görüldüğü üzere incelenen tez çalışmalarının 37'si yüksek lisans, 6'sı ise doktora düzeyindedir. Bu bulguya göre, incelenen tez çalışmalarının ağırlıklı olarak yüksek lisans düzeyinde olduğu görülmektedir.

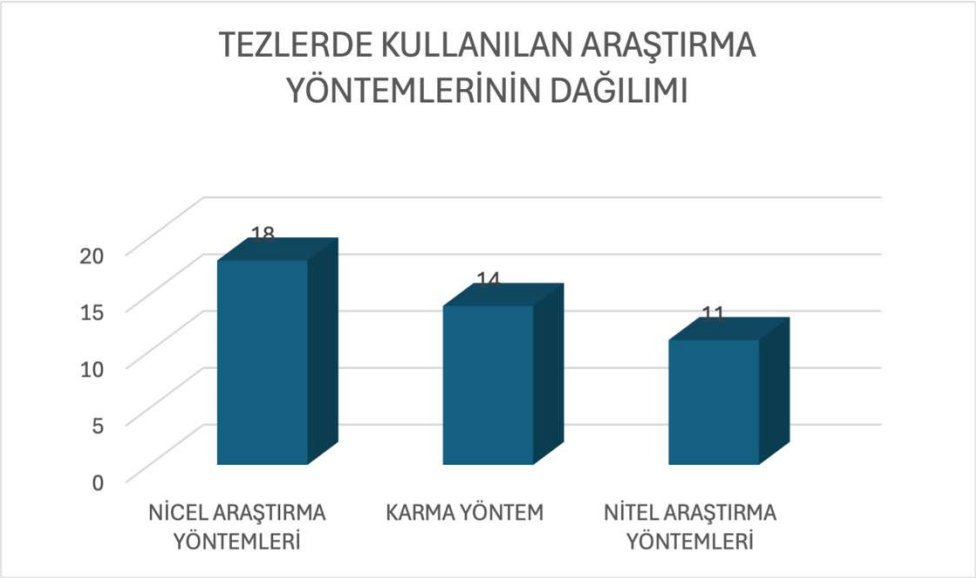
Çalışmada üçüncü olarak "*Matematik ve oyun temalı tezlerde örneklemin kademelere göre dağılımı nasıldır?*" sorusuna cevap aranmıştır. Şekil 3'de bu soruya yönelik gerçekleştirilen analiz sonuçlarına yer verilmiştir.



Şekil 3. **İncelenen tezlerde örneklemin kademelere göre dağılımı**

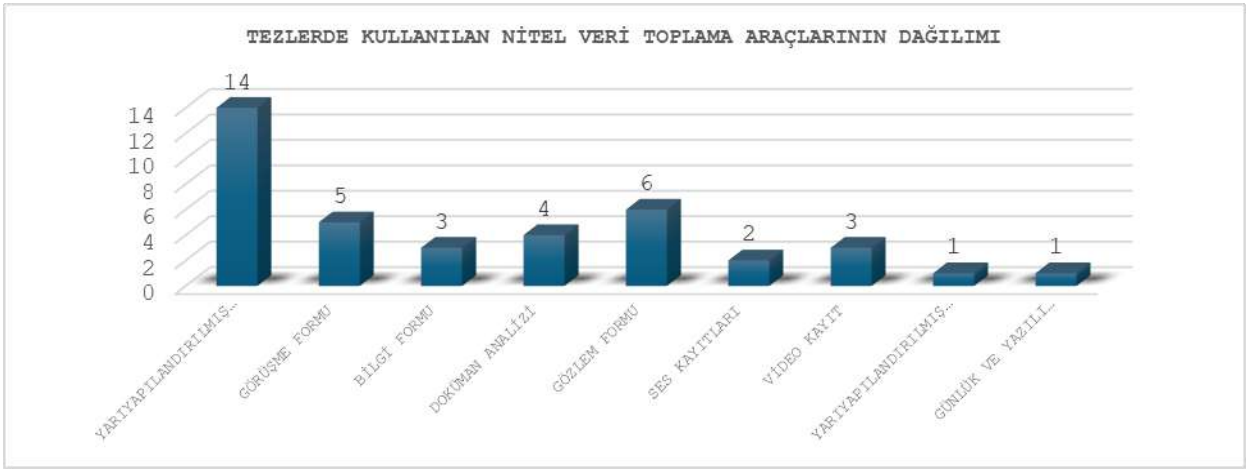
Şekil 3 incelendiğinde, incelenen tez çalışmalarının en çok (f:18) ortaokul kademesinde yapıldığı görülmektedir. Bunu ilkokul düzeyinde yapılan tez çalışmaları izlemiştir. Dikkat çekici bir diğer bulgu ise lise kademesinde bu konuda bir tez çalışmasının olmamasıdır. Kademelere göre dağılım incelendiğinde; grafikte yer verilmeyen yedi çalışma ise herhangi bir okul kademesinde gerçekleştirilen çalışma olmayıp, doküman analizine dayanan çalışmalardır.

Çalışmada cevap aranan bir diğer soru "*Matematik ve oyun temalı tezler kullanılan araştırma yöntemleri açısından nasıl bir dağılım göstermektedir*?" olmuştur. Şekil 4'de bu soruya yönelik gerçekleştirilen analiz sonuçlarına yer verilmiştir.



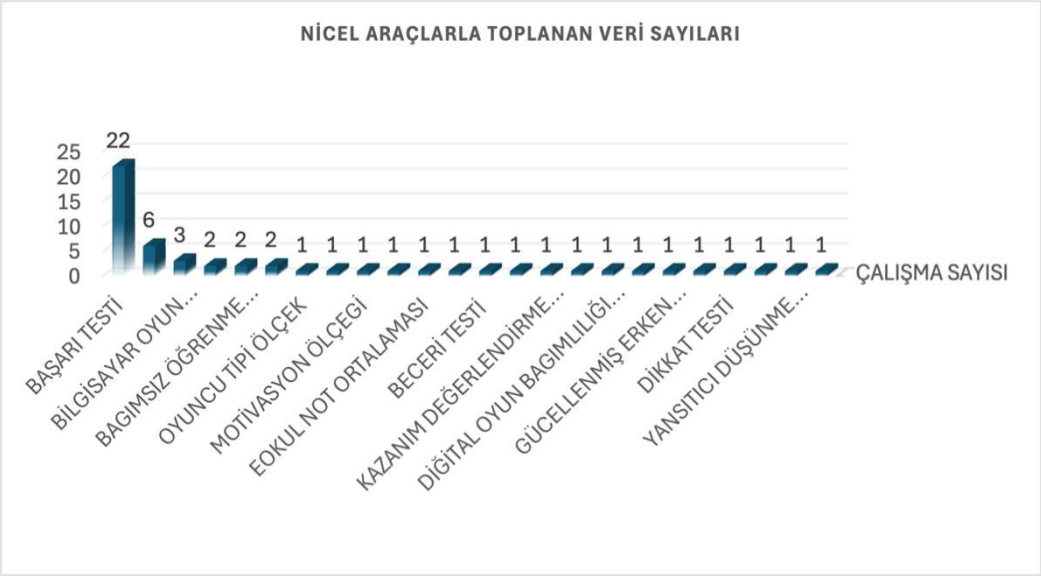
Şekil 4. Tezlerde kullanılan araştırma yöntemlerinin dağılımı

Şekil 4 incelendiğinde, matematik ve oyun kavramlarını içeren tez çalışmalarında en çok nicel araştırma yöntemlerinin kullanıldığı (f:18), bunu karma yöntem (f:14) ve nitel araştırma yöntemlerinin (f:11) kullanıldığı çalışmaların izlediği görülmektedir.
Çalışmada cevap aranan bir diğer soru "*Matematik ve oyun temalı tezlerde kullanılan nitel ve nicel veri toplama araçları nasıl bir dağılım göstermektedir*?" olmuştur. Bu soru için iki ayrı anali sonucu sunulmuştur. Şekil 5, tezlerde kullanılan nitel veri toplama yöntem ve araçlarına ilişkin dağılımı, Şekil 6 ise tezlerde kullanılan nicel veri toplama yöntem ve araçlarına ilişkin dağılımı göstermektedir.



Şekil 5. Tezlerde kullanılan nitel veri toplama araçlarının dağılımı

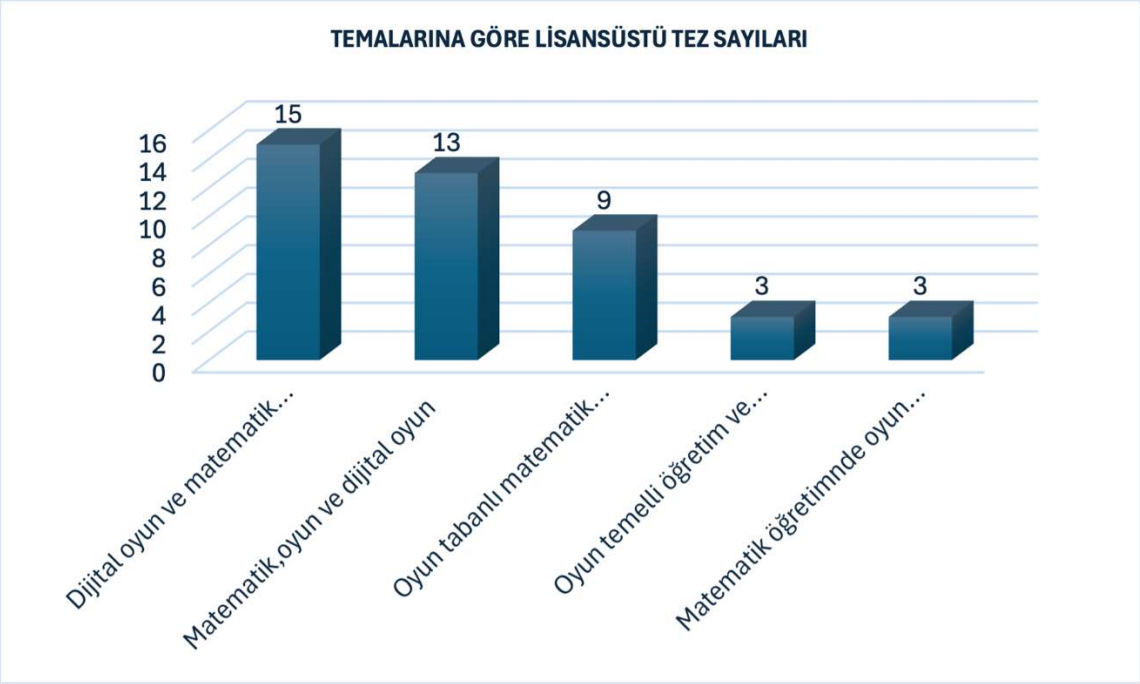
Şekil 5'de görüldüğü üzere, bu konuda yapılan tez çalışmalarından nitel olarak en çok kullanılan veri toplama yöntemi *yarı yapılandırılmış görüşme* (f:14) olmuştur.



Şekil 6. **Tezlerde kullanılan nicel veri toplama araçlarının dağılımı**

Şekil 6'de görüldüğü üzere, bu konuda yapılan tez çalışmalarında nicel olarak en çok kullanılan veri toplama yöntemi *başarı testi* (f:22) olmuştur.

Çalışmada cevap aranılan son soru "*Matematik ve oyun temalı tezler konuları açısından hangi temalar altında toplanmaktadır?*"olmuştur. Şekil 7 bu soru için yapılan analiz sonuçlarını göstermektedir.



Şekil 8. **Tezlerde incelenen konuların temalarına göre dağılımı**

Şekil 8'de görüldüğü üzere matematik ve oyunun birlikte incelendiği tezler üzerinde yapılan içerik analizi sonucunda beş tema ortaya çıkmıştır. Bu temalar arasında öne çıkan tema "*Dijital oyun ve matematik başarısı*" (f:15) olmuştur. Bunu "*Matematik, oyun ve dijital oyun*" teması (f:13) izlemiştir. Bu bulgu yapılan tezlerin ağırlıklı olarak dijital oyunlar üzerinde kurgulandığını göstermektedir. Bu bulguyu destekler biçimde alanyazında bazı çalışmalar mevcuttur. Oyunlar, öğrenenler ile oyun sistemi arasındaki etkileşimleri teşvik etmek ve

öğrenenleri karmaşık öğrenme ortamlarına merkezine yerleştirmek gibi etkileri vardır. **(**Huang, 2011, s. 694). Twigg (2011) ise, teknolojinin matematik müfredatına temel entegrasyonunu vurgulayarak çağdaş toplumda öğrenci öğreniminin gerekliliğini vurgulamıştır. Buna göre, etkileşimli yazılım ve bilgisayarların kullanımı, pratik etkileşim yoluyla matematik öğrenimini kolaylaştırmada kritik araçlar olarak ortaya çıkmaktadır. Ferguson (2014), öğretmenlerin öğrenilen müfredatla ilgili doğru ortamı sağladığında öğrencilere mevcut bilgilerini geliştirme fırsatı sunabileceğini bulmuştur. Hung ve diğ. (2014), bilgisayar ve bilgi teknolojileri kullanılarak pratik fırsatları ve anında geri bildirim sağlamanın, öğrencilerin matematik anlayışlarını geliştirmelerini teşvik etmede etkili olduğunu belirtmiştir. Matematiksel düşünmenin gelişmesinde yapılandırılmış oyunların önemli rol oynadığını belirterek, oyunların öğretmen rehberliğinde çocukların eğlenmesini ve öğrenmesini birlikte sağladığını vurgulamışlardır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada matematik ve oyun kavramlarının kullanıldığı lisansüstü tez çalışmaları (2015-2025) üzerinde konu ve metadolojik açılardan içerik analizi çalışması gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamında ulaşılan temel sonuçlar bazı dikkat çekici noktalara işaret etmektedir.

- Yapılan çalışmaların ağırlıklı olarak lise öncesi dönemde gerçekleştirildiği görülmektedir. Bu sonuca göre, lise düzeyinde oyunun bir yöntem olarak kullanılması ve etkileri konusunda araştırmalar tasarlanabilir. Yapılacak yeni çalışmalar ile özellikle dijital oyunlar ve öğrencilerin matematik başarılarına etkisi incelenebilir. Araştırma sonuçlarına göre tezlerde en sık tercih edilen oyun türleri arasında **eğitsel dijital oyunlar, zeka oyunları** grup oyunları yer almaktadır. Bu sonuç, teknoloji destekli öğretim araçlarının öğretmenler ve araştırmacılar tarafından benimsendiğini ve önemsendiğini göstermektedir.
- İncelenen tez çalışmalarında, kullanılan araştırma yöntemleri açısından da çeşitlilik gözlenmiştir. Tamamlanan tezler ağırlıklı olarak nicel yöntem tasarımlı olup, bunu karma desenli çalımalar izlemiştir. Nitel yaklaşım ise en az kullanılan yaklaşım olmuştur. Bu bağlamda, öğrencilerin deneyimlerini, algılarını ve duygularını daha derinlemesine anlamak için nitel araştırmalar tasarlanması önerilebilir.
- Öğretim programlarında oyun tabanlı öğrenmeye daha geniş yer verilebilir, özellikle beceri temelli matematik kazanımlarının öğretilmesinde oyunlar bir öğrenme stratejisi olarak önerilebilir. STEM, kodlama ve dijital beceriler projeleri içerisine matematiksel oyun tasarımı da dahil edilebilir. Matematik derslerinde yalnızca somut materyallerle sınırlı oyunlar değil, dijital ortamları da kapsayan çağdaş oyun yaklaşımlarının (örneğin, etkileşimli matematik oyunları, artırılmış gerçeklik vb.) kullanılması yönünde öğretmenler teşvik edilebilir.

KAYNAKÇA

Bragg, L. A. (2003). Children's perspectives on mathematics and game playing. In L. Bragg, C. Campbell, G. Herbert & J. Mousley (Eds), Mathematics Education Research: Innovation, Networking, Opportunity: Proceedings of the 26th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, Vol.1, (pp. 160–167). Deakin University, Geelong: MERGA.

Debrenti, E (2024) Game-Based Learning experiences in primary mathematics education. *Front. Educ. 9:*1331312. doi: 10.3389/feduc.2024.1331312

Suh, J., Moyer, P. S. & Heo, H. J. (2005). Examining technology uses in the classroom: developing fraction sense using virtual manipulative concept tutorials. *J. Interact. Onl. Learn. 3*, 1-20.
Moyer-Packenham, P. S., Salkind, G. & Bolyard, J. J. (2008). Virtual manipulatives used by K-8 teachers for mathematics instruction: considering mathematical, cognitive, and pedagogical fidelity. *Contempor. Iss. Technol. Teach. Educ. 8*, 202-218.
Steen, K., Brooks, D. & Lyon, T. (2006). The impact of virtual manipulatives on first grade geometry instruction and learning. *J. Comput. Math. Sci. Teach. 25*, 373-391
Ergül, E. & Doğan, M. (2022) İlkokul matematik öğretiminde oyun temelli yaklaşımın öğrenci başarısına etkisi araştırma makalesi, *Millî Eğitim, 51*(235), 1935-1960.
Ginsburg, H. P. (2006). *Mathematical play and playful mathematics: A guide for early education*. In D. Singer, R. Golinkoff & K. Hirsh-Pasek (Eds.), *Play = Learning* (pp. 145–165). Oxford University Press.
Güleç, K. & Toptaş, V. (2025) Oyun temelli öğretim yöntemiyle matematiksel kavram yanılgısını iyileştirme çalışmaları: bir eylem araştırması: Efforts to improve mathematical misconceptions using a game-based teaching method: an action research. *Socrates Journal of Interdisciplinary Social Researches, 11*(58), 17–32. https://doi.org/10.5281/zenodo.17442332
Kamii, C. & DeVries, R. (1993). *Physical knowledge in preschool education: Implications for mathematics*. National Association for the Education of Young Children.
Mayring, P. (2000). Qualitative content analysis. *Forum: Qualitative Social Research, 1*(2), Art. 20.
Özdemir, S. M. & Yalın, H. İ. (2000). **Eğitimde oyun ve oyunla öğretim.** Nobel Yayın Dağıtım.
Schreier, M. (2012). *Qualitative content analysis in practice*. Sage Publications.
Senemoğlu, N. (2005). **Gelişim, öğrenme ve öğretim: Kuramdan uygulamaya**. Gazi Kitabevi.
Smith, P. K. & Cowie, H. (1989). The development of play theories. *Journal of Child Psychology*, 10(2), 123–140.
Huang, W. H. (2011). Evaluating learners' motivational and cognitive processing in an online game-based learning environment. *Comput. Hum. Behav. 27*, 694-704. doi: 10.1016/j.chb.2010.07.021
Twigg, C. A. (2011). The Math Emporium: Higher Education's Silver Bullet. *Change Magazine Higher Learn. 43*, 25-34.
Huang, W. H., Huang, W. Y., and Tschopp, J. (2010). Sustaining iterative game playing processes in DGBL: the relationship between motivational processing and outcome processing. *Comput. Educ. 55*, 789-797. doi: 10.1016/j.compedu.2010.03.011
Ferguson, T. (2014). Mathematics Achievement with Digital Game-Based Learning in High School Algebra 1 Classes. Doctoral Dissertations and Projects, 794. Available online at: https://digitalcommons.liberty.edu/doctoral/794 (accessed January 14, 2024).
Hung, C. M., Huang, I., and Hwang, G. J. (2014). Effects of digital game-based learning on students' self-efficacy, motivation, anxiety, and achievements in learning mathematics. *J. Comput. Educ. 1*, 151-166. doi: 10.1007/s40692-014-0008-8
Türk Dil Kurumu. (2017). *Yazım kılavuzu* (30. bs.). Türk Dil Kurumu Yayınları.
Van de Walle, J. A. Karp, K. S. & Bay-Williams, J. M. (2014). *Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally* (8th ed.). Pearson Education.

BEYOND THE OIL ECONOMY: A COMPREHENSIVE ANALYSIS OF DIGITAL TRANSFORMATION MATURITY IN THE AZERBAIJANI BANKING SECTOR

Nurlan SAFARZADE
Institute of Economics of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Innovative Economy and Digital Transformation division, General Economics, AZ 1141 Baku, Azerbaijan
ORCID: 0000-0002-7931-789X

ABSTRACT
As Azerbaijan accelerates its strategic transition toward a diversified, non-oil economy under the "Azerbaijan 2030" framework, the banking sector has emerged as a critical catalyst for modernization. This study provides a comprehensive evaluation of the digital transformation maturity within the Azerbaijani banking industry as of late 2025. Grounding the analysis in the Diffusion of Innovations theory and the Technology Acceptance Model, the research utilizes a qualitative meta-analysis of regulatory frameworks, infrastructure development, and market adoption to assess the shift from traditional banking to digital ecosystem models. The paper analyzes the transformative impact of the Central Bank of Azerbaijan's (CBAR) initiatives, specifically the Law on Payment Services and the integration of the SİMA digital identity solution. Quantitative indicators reveal a massive behavioral shift, with total bank card transaction volumes exceeding 126 billion AZN in 2024 and non-cash transactions constituting approximately 91% of domestic operations by early 2025. Furthermore, a comparative analysis with regional peers highlights Azerbaijan's unique position: while trailing Kazakhstan's "Super-App" ecosystem integration, Azerbaijan leverages superior state-led GovTech infrastructure to facilitate digitalization. Despite this progress, the sector faces structural barriers, including a persistent shadow economy, cybersecurity vulnerabilities, and a "brain drain" of IT talent. The study concludes with strategic recommendations, advocating for a shift to mandatory API standardization, the adoption of "Phygital" strategies to enhance rural financial literacy, and the creation of a shared Threat Intelligence Center to secure the digital landscape.
Keywords: Digital Transformation, Fintech Ecosystem, Open Banking, Financial Inclusion, Azerbaijan Economy, CBAR, Cashless Payments.

1. INTRODUCTION
The global financial services industry is currently navigating the Fourth Industrial Revolution, characterized by the fusion of technologies that blur the lines between the physical, digital, and biological spheres. For the Republic of Azerbaijan, this digital shift is not merely a commercial trend but a strategic necessity. Following the volatile oil price shocks of the last decade and the strategic implementation of "Azerbaijan 2030: National Priorities for Socio-Economic Development," the government has explicitly targeted the development of a digital economy. The banking sector, historically the most capitalized non-oil segment of the Azerbaijani economy, bears the responsibility of leading this transformation.
The transition is moving beyond simple digitization – the conversion of analog records to digital formats – toward true digital transformation, which necessitates a fundamental rethinking of business models, customer experiences, and operational agility. Despite significant investments in IT infrastructure and mobile applications by leading banks, the sector faces a maturity gap. While front-end user interfaces have improved, legacy back-end systems and a cultural reliance on cash in the shadow economy continue to impede full digitalization. This paper aims to evaluate the current maturity level of digital banking in Azerbaijan, analyze the effectiveness

of government-led infrastructure, and compare Azerbaijan's progress with CIS peers to benchmark performance.

2. MATERIAL AND METHODS

The study grounds its analysis in the Diffusion of Innovations theory by Rogers (2003), which explains how new ideas and technology spread. In the context of Azerbaijani banking, the innovators and early adopters have been the urban youth and SMEs, while the late majority remains hesitant due to trust issues stemming from historical devaluations. Additionally, the Technology Acceptance Model proposed by Davis (1989) is relevant, positing that perceived usefulness and perceived ease of use determine adoption. Azerbaijani banks have largely solved the "ease of use" challenge via User Experience (UX) improvements, but "perceived usefulness" in rural areas remains a hurdle due to cash dominance.

Regionally, the CIS and Central Asia have exhibited a "leapfrog" phenomenon. Lacking the deep-rooted, cumbersome mainframe systems of Western Europe or the US, countries in this region have jumped directly to mobile-first banking. The Asian Development Bank (2022) notes that the Caucasus region is uniquely positioned to serve as a digital bridge between Europe and Asia, provided regulatory harmonization occurs. This literature suggests that for emerging markets like Azerbaijan, digital transformation is driven less by cost-saving and more by financial inclusion and the formalization of the gray economy.

The research employs a qualitative descriptive design utilizing secondary data analysis. Given the lack of access to primary proprietary datasets or regression analysis of internal bank data, this study relies on a meta-analysis of public statistical bulletins published by the Central Bank of Azerbaijan (CBAR), annual reports of the top systemic banks, and reports from international bodies such as the World Bank and the International Finance Corporation (IFC).

The analysis focuses on the period from 2020, marking the post-pandemic acceleration, to late 2025. The approach involves aggregating discrete data points regarding transaction volumes, user adoption rates, and infrastructure growth to construct a holistic picture of sector maturity. Furthermore, a comparative benchmarking matrix is used to contrast Azerbaijan against Kazakhstan, representing the ecosystem model, and Georgia, representing the institutional governance model.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Analysis of digital transformation landscape

The CBAR has shifted from a conservative regulator to an active facilitator of innovation. A pivotal development has been the full implementation of the Law on Payment Services and Payment Systems, modelled after the European Payment Service Directive 2. This legislation has effectively broken the monopoly of banks over payment processing, allowing non-bank Electronic Money Organizations to operate with clearer licensing. Simultaneously, the Instant Payment System has revolutionized settlement speeds, allowing 24/7 transactions using simplified identifiers such as FIN codes or mobile numbers. Complementing this is the SİMA digital identity solution introduced by the Ministry of Digital Development and Transport. SİMA's cloud-based biometric signature has significantly eased remote onboarding, allowing customers to open bank accounts without visiting a branch, thereby boosting financial inclusion in remote regions.

The quantitative data from the 2024 and 2025 fiscal periods indicates a massive behavioural shift among Azerbaijani consumers. According to the Central Bank of Azerbaijan (2025), the total transaction volume via bank-issued payment cards exceeded 126 billion AZN in 2024, representing a robust 27% increase compared to the previous year. This trajectory accelerated into 2025, with data from the first four months showing that approximately 91% of all domestic payment card transactions were non-cash by number. This indicates that while cash is still used

for high-value transactions, the sheer frequency of digital payments has become the norm for daily life.

A significant driver of this growth has been the adoption of tokenized payments. Following the market entry of Apple Pay (2021) and Google Pay (2022), usage rates have soared. By 2024, the volume of payments made through these smart devices had doubled compared to 2023. CBAR data reveals that approximately one out of every three contactless payments made through POS terminals is now executed via a smart device rather than a physical card. This rapid uptake of NFC technology suggests a high level of digital readiness among the urban population.

The sector displays a high degree of concentration, with the top three banks driving the majority of digital innovation. Birbank (former Kapital Bank) has successfully positioned its "Birbank" platform as the market leader in retail digitalization. As of late 2024, the application boasted approximately 3.2 million active users, effectively serving a third of the country's population. The International Bank of Azerbaijan (ABB) has similarly rebranded to focus on retail digitalization, reporting a 38% increase in mobile banking transfer volumes in 2024. In the corporate sector, Pasha Bank has led the B2B transformation by integrating online factoring and cloud accounting, moving beyond simple payments to automate the entire workflow of SME clients.

3.2. Comparative analysis with peer countries

To benchmark Azerbaijan’s progress, it is instructive to compare it with Kazakhstan and Georgia, two neighbors with shared Soviet legacies but divergent digital paths.

Kazakhstan currently stands as the regional leader in ecosystem integration, largely due to the phenomenon of Kaspi.kz. Kaspi successfully integrated a marketplace, a payments system, and a bank into a single "Super-App" that dominates the daily life of the average citizen. In contrast, while Azerbaijani apps like Birbank are adding lifestyle features, the market remains fragmented. In Azerbaijan, banks facilitate payments for external merchants, whereas in the Kazakhstan model, the bank effectively becomes the merchant. However, Azerbaijan is narrowing this gap through partnerships, such as the integration between Birbank and the Birmarket (former Umico) loyalty ecosystem.

Georgia offers a different benchmark, characterized by high transparency and Western corporate governance standards, with its two largest banks listed on the London Stock Exchange. Georgian banks have historically been faster to adopt agile methodologies and attract foreign tech talent. However, Azerbaijan possesses a distinct advantage in GovTech integration. The deep integration of banking services with the ASAN Service e-government ecosystem provides a foundation for digital identity and administrative ease that is arguably more advanced than its Georgian counterparts. Azerbaijan’s state-led push for digital infrastructure provides a centralized stability that complements private sector innovation.

3.3. Current obstacles and structural barriers

Despite the statistical successes, several structural frictions remain. The most persistent challenge is the shadow economy. Although the "VAT Refund" (Edv-gerial) mechanism has successfully incentivized consumers to demand receipts, a significant portion of the retail and SME sector still prefers cash to evade taxation, which places a hard ceiling on the penetration of digital financial services.

Cybersecurity also poses a growing threat. As the volume of digital transactions increases, so does the surface area for attacks. The maturity of cybersecurity protocols varies wildly between the large systemic banks and smaller financial institutions, creating potential weak links in the inter-banking network. Furthermore, the sector faces an acute talent shortage. There is a scarcity of high-level data scientists and blockchain architects within the local labour market. The "brain drain" of IT professionals to Europe and North America forces banks to rely on expensive expatriate consultants or outsourced vendors, which can slow down the speed of internal R&D.

3.4. Strategic recommendations

Based on the analysis, this paper proposes three strategic pillars to accelerate the maturity of the sector. First, the regulator and banking sector must transition from the "Sandbox" phase to a "Highway" model for Open Banking. While the CBAR's implementation of Open Banking standards is a positive step, with thirteen banks technically integrated as of late 2025, the process needs to accelerate toward full consumer adoption. Full API standardization should be mandated to allow third-party developers to build niche financial products, thereby fostering a competitive fintech environment similar to the UK or Singapore.

Second, banks should adopt a "Phygital" strategy to address the rural divide. A purely remote model often fails in Azerbaijan's regions due to a cultural preference for face-to-face interaction. Banks should transform provincial branches into digital education hubs where staff focus on teaching customers how to use mobile tools rather than processing transactions manually. This approach leverages physical presence to build the trust necessary for digital adoption.

Third, a collaborative approach to cybersecurity is essential. Rather than viewing security as a competitive advantage, Azerbaijani banks should establish a shared Threat Intelligence Center. Sharing real-time data on phishing patterns and fraud vectors would protect the integrity of the entire national payment system and maintain consumer trust, which is the currency of the digital economy.

CONCLUSIONS

The digital transformation of the Azerbaijani banking sector has evolved from a state of aspiration to active implementation. The robust growth in non-cash turnover, which exceeded 126 billion AZN in 2024, and the 91% cashless transaction rate observed in early 2025, serve as strong evidence of a maturing market. The foundation laid by state infrastructure projects like the Instant Payment System and SİMA, combined with the aggressive mobile-first strategies of market leaders, has positioned Azerbaijan well within the region. While the country trails Kazakhstan in total ecosystem integration, it is rapidly closing the gap through regulatory modernization and high consumer adoption of tokenized payments. By addressing the structural challenges of the shadow economy and talent scarcity, Azerbaijan has the potential to establish itself as the primary Fintech hub of the South Caucasus.

REFERENCES

Asian Development Bank. (2022). Fintech in the CAREC Region: Prospects and Challenges. Manila: ADB.

Central Bank of the Republic of Azerbaijan. (2025). Statistical Bulletin: Digital Payments and Banking Sector Overview January-April 2025. Baku: CBAR.

Central Bank of the Republic of Azerbaijan. (2024). Annual Report on Payment Systems. Baku: CBAR.

Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. MIS Quarterly, 13(3), 319-340.

Guliyev, F. (2022). Economic Diversification in Azerbaijan: The Role of the Financial Sector. Caucasus Analytical Digest, 126, 10-15.

Birbank. (2024). Annual Report 2024: Strategic Overview and Digital Growth. Baku.

Ministry of Digital Development and Transport. (2024). SİMA and the Future of Digital Identity in Azerbaijan. Baku.

Rogers, E. M. (2003). Diffusion of Innovations (5th ed.). New York: Free Press.

Schwertner, K. (2017). Digital transformation of business. Trakia Journal of Sciences, 15(1), 388-393.

World Bank. (2022). The Global Findex Database 2021: Financial Inclusion, Digital Payments, and Resilience. Washington, DC: World Bank.

IMMERSIVE TEKNOLOJİLER VE GAZETECİLİKTE TANIKLIĞIN DÖNÜŞÜMÜ[101]

Oğuz GÜLLEB
Marmara University, Faculty of Communication, Department of Journalism
34722, Kadıköy, İSTANBUL
ORCID: 0000 0001-6793-106X

Özet
İletişim teknolojilerindeki tarihsel kırılmalar, gazetecilik mesleğini yalnızca üretim pratikleri açısından değil, hakikatle kurduğu ontolojik ve epistemolojik ilişki bağlamında da köklü bir dönüşüme uğratmaktadır. Bu çalışma, gazeteciliğin meşruiyet zemini olan tanıklık kavramının yeni teknolojilerle birlikte geleneksel fiziki mevcudiyetten kopuşuna odaklanmaktadır. Bu kapsamda veri odaklı dolaylı tanıklık, immersive teknoloji merkezli uzaktan tanıklık, immersive tanıklık kavramları ve nihayetinde Metamedya çağındaki katılımcı sanal deneyimime evrilen süreç analiz edilmiştir. Kuramsal çerçeve, Peters'in (2001) Tanıklık Kuramı yaklaşımı temelinde yapılandırılmıştır. Tanıklığın görme, söyleme ve aracılık biçimleri üzerinden teknolojiyle yeniden düzenlenen gazetecilik pratikleri yorumlanmıştır. Çalışmada, tipik durum örnekleme stratejisiyle belirlenen kaynakları tarihsel ayrıştırma, eleştirel sentez ve kavramsal inşa aşamalarıyla inceleyen bütünleştirici literatür incelemesi yöntemi benimsenmiştir. Bu yöntem aracılığıyla mevcut literatür, nicel bir dökümden ziyade "Metamedya" kavramsallaştırmasına zemin hazırlayan yeni ve bütüncül bir çerçeve içinde sentezlenmiştir. Analiz sürecinde, dijitalleşme ve algoritmaların gazeteciyi sahadan koparark masa başını yeni bir araştırma sahasına dönüştürdüğü bulgusu tartışılmıştır. Bu bağlamda gazetecinin rolünün gözlemcilikten doğrulayıcılığa evrildiği, ancak bu durumun mekânsal bir kopuşa neden olduğu vurgulanmıştır. Çalışmanın temel tezi, bu mekânsal kopuşun önce sürükleyici (immersive) teknolojilerle, ardından "Metamedya" adı verilen yeni evrede nasıl bir dönüşüm geçirdiği, ancak bu yeni "sanal tanıklık" pratiğinin, gerçeğin temsili yerine simülasyonunu ikame ederek yeni etik krizlere kapı araladığı yönündedir. Sonuç olarak çalışma, gazeteciliğin geleceğinin teknolojik bir belirlenimcilikle değil, sanal ortamda "var olma" (presence) hissi ile "hakikat sorumluluğu" arasında kurulacak yeni bir dengeyle şekilleneceğini öngörmektedir.
Anahtar Kelimeler: Metamedya, Tanıklık, Immersive Gazetecilik, Immersive Tanıklık, Metaverse.

IMMERSIVE TECHNOLOGIES AND THE TRANSFORMATION OF WITNESSING IN JOURNALISM

Abstract
Historical ruptures in communication technologies transform journalism not only in terms of production practices but also in relation to the ontological and epistemological foundations through which it engages with truth. This study examines the evolution of "witnessing," a key source of journalism's legitimacy, from physical presence in traditional media to data-driven indirect witnessing, through immersive technology-centered notions of "distant witnessing" and "immersive witnessing," and ultimately to participatory virtual experience in the era of Metamedia. The theoretical framework is grounded in John Durham Peters' witnessing theory, through which journalism's technology-mediated practices are interpreted in relation to the shifting forms of "seeing," "saying," and mediation. In this study, an integrative literature review method was adopted, examining sources selected through typical case sampling across

[101] Bu çalışmanın bulguları Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde gerçekleştirilen "Immersive Teknolojiler Çağında Haber Üretimi: Gazeteciler Üzerine Bir Araştırma" başlıklı doktora tezi esas alınarak yazılmıştır.

the stages of historical differentiation, critical synthesis, and conceptual construction.Through this approach, the existing literature is synthesized not as a quantitative inventory but within a new and holistic framework that provides a conceptual ground for “Metamedia.” The analysis discusses how digitalization and algorithms detach journalists from the field and turn the “desk” into a new site of inquiry. In this context, it is emphasized that the journalist’s role shifts from observation to verification, yet this shift produces a spatial rupture. The central argument is that this spatial rupture is first reconfigured through immersive technologies and subsequently through the new phase termed “Metamedia”; however, the emerging practice of “virtual witnessing” may open new ethical crises by substituting the simulation of reality for its representation. Ultimately, the study suggests that the future of journalism will be shaped not by technological determinism but by a new balance to be negotiated between the sense of presence in virtual environments and the responsibility to truth.
Keywords: Metamedia, Witnessing, Immersive Journalism, Immersive Witnessing, Metaverse.

1. GİRİŞ

Gazetecilik, tarihsel serüveni boyunca teknolojinin sunduğu olanaklarla şekillenmiş olsa da mesleğin özündeki "hakikate tanıklık etme" iddiası her daim sabit kalmıştır. Aristotelesyen bir perspektifle görme duyusuna atfedilen epistemik otorite, bilginin en güvenilir kaynağı olarak kabul edilmiş; bu durum gazetecilikte muhabirin "oradaydım ve gördüm" söylemiyle meşruiyet kazanmıştır (Aristoteles, 1996, s. 75). Ancak telgraftan televizyona uzanan teknolojik evrim, bu tanıklık biçimini fiziksel bir temastan, ekran aracılı bir temsile dönüştürmüştür. John Durham Peters (2001, s. 709), modern medyanın tanıklık yapısını "görme, söyleme ve inanma" eylemleri arasındaki bir gerilim olarak tanımlayarak, tanık ile olay arasında her zaman kapatılamayan bir "uçurum" (the abyss) bulunduğunu belirtir. Bu çalışma, gazeteciliğin "birincil tanıklık"tan (fiziksel saha), veri ve algoritmaların domine ettiği "ikincil tanıklığa" (dijital/masa başı) ve oradan da immersive teknolojiler ve sanal evrenlerdeki "katılımcı tanıklığa" geçişini, “Metamedya” kavramsallaştırması temelinde incelemeyi amaçlamaktadır.

Gazetecilik pratiğindeki en büyük mekânsal kırılmalardan biri dijitalleşme süreçleriyle yaşanmıştır. Geleneksel olarak sahadaki fiziksel varlığa dayanan haber toplama süreçleri, verinin dijitalleşmesiyle birlikte mekânsal bir dönüşüm geçirmiştir. Schudson (2003, s. 138), günümüz gazetecisinin çoğu zaman birincil tanık olmaktan çıkıp, başkalarının tanıklıklarını derleyen ve işleyen bir editör konumuna sürüklendiğini belirtir. Pavlik (2001, s. 17) ise bu dönüşümü, haber odalarının giderek bir "uzaktan izleme merkezine" dönüşmesiyle açıklar; gazeteciler olay yerinden fiziksel olarak uzaklaşmış, tanıklık mekânsal ve duyusal boyutlarını yitirerek ekran aracılı bir gözlem biçimine evrilmiştir. Zelizer'in (1990, s. 372), vurguladığı üzere, gazetecilik otoritesi tarihsel olarak "olay yerinde bulunma" üzerine kuruluyken, dijital çağda bu otorite platformlara ve veri akışlarına dağılmış; gazeteci sahadaki "gözlemci" konumundan masa başındaki "doğrulayıcı" konumuna geçmiştir.

"Gazetecilikte dijitalleşme ve masa başı üretim pratiklerinin yarattığı bu mekânsal ve epistemolojik kopuşa ilk yapısal yanıt, Sanal Gerçeklik (VR), Artırılmış Gerçeklik (AR) ve 360º video gibi sürükleyici (immersive) teknolojilerle verilmiştir. Sherman ve Craig (2003, s. 6), sanal gerçekliğin temel unsurunun kullanıcıyı simüle edilmiş bir dünyada çevrelemek ve ona "orada olma" hissi (presence) vermek olduğunu belirtir. De la Peña ve diğerleri (2010), immersive gazeteciliğin temel fikrinin, izleyiciyi haberin pasif bir alıcısı olmaktan çıkarıp, olayın bir "öznesi" veya "şahidi" haline getirmek olduğunu vurgular. Bu teknolojiler, masa başındaki gazetecinin veya uzaktaki izleyicinin kaybettiği mekânsal deneyimi dijital bir simülasyon olarak geri sunarak, tanıklığı pasif bir izlemeden bedensel bir deneyime dönüştürmeyi hedeflemiştir. Bu teknolojik dönüşüm, tanıklığı fiziksel dünyadan sanal ortamlara taşıyan ilk yapısal süreç olmuş; literatürde tartışılan 'uzaktan tanıklık' ve 'medya

aracılığıyla tanıklık' kavramlarının, 'sürükleyici tanıklık' (immersive witnessing) ekseninde derinleşmesine vesile olmuştur. Tanıklığın deneyimsel bir boyuta taşındığı bu evre, aynı zamanda gazeteciliğin tamamen sanal evrenlerde icra edileceği ve bu çalışmada 'Metamedya' olarak kavramsallaştırılan yeni paradigmaya geçişin de kuramsal zeminini oluşturmaktadır."

Bu tarihsel ve teknolojik dönüşümün ulaştığı en son ve radikal evre ise, "Metaverse" adıyla hayatımıza giren, Lee vd. (2021, s. 6) tarafından "dijital büyük patlama" olarak tanımlanan sanal evrenler ile sürükleyici teknolojilerin kesişim noktasında ortaya çıkan ve bu çalışmada "Metamedya" olarak kavramsallaştırılan yeni habercilik pratiğidir. Gülleb'e (2022, s. 212) göre Metamedya, sürükleyici tanıklığı bir adım öteye taşıyarak; bizzat sanal ortamda gerçekleşen olayların (sanal basın toplantıları, sürükleyici fuar, galeri, konser, spor etkinlikleri vb.), yine sanal uzam içerisinde yayıncılık yapan gazeteciler tarafından haberleştirildiği bir yapıyı işaret etmektedir. Bu bağlamda tanıklık, geçmiş bir olayın tekrarı olmaktan çıkarak, kullanıcının avatarı aracılığıyla olayın içinde "var olduğu ve yaşadığı" aktif bir pratiğe evrilmektedir.

Gazetecilik adına yeni bir pratik alanı olarak ortaya çıkan bu yeni ortam gerçeğin kurguyla iç içe geçtiği, gazetecinin tanıklık rolünün sorgulandığı, platform sahiplerinin sansür potansiyeli taşıdığı ve biyometrik verilerle manipülasyon riskinin arttığı ciddi etik ve yapısal tehlikeler barındırmaktadır.

Sonuç olarak, gazetecilik sahadaki fiziksel tanıklıktan, ekran aracılı dolaylı tanıklığa ve nihayetinde sanal ortamda simüle edilen bir tanıklığa evrilmektedir. Bu süreç, mesleğin etik ilkelerinin, pratiklerinin ve hakikatle kurduğu ilişkinin yeniden tanımlanmasını zorunlu kılmaktadır.

2. YÖNTEM

Çalışmada Bütünleştirici Literatür İncelemesi yöntemi benimsenmiştir. Bütünleştirici literatür incelemesi, yalnızca mevcut bilgiyi sıralamayı değil; farklı literatür akışlarını birleştirerek yeni bir çerçeve ve perspektif üretmeyi amaçlayan kendine özgü bir araştırma yaklaşımıdır (Nakano & Muniz Jr., 2018). Literatürde hızlı biçimde büyüyen, disiplinler arası kesişimlere sahip ve uzun süre kapsamlı bir sentezle güncellenmemiş dinamik konuların ele alınmasında özellikle işlevsel kabul edilmektedir. Akademik araştırmalarda bütünleştirici literatür incelemesi ile yanlılığı en aza indirmeyi amaçlayan, tekrarlanabilir, bilimsel ve şeffaf bir süreç benimsenerek kanıta dayalı bir yaklaşım izlenir. Bu yöntem, hem ampirik hem de teorik yayınları birlikte değerlendirebilen bir derleme türü olarak tanımlanmaktadır. Bu yönüyle yöntem, tutarsızlık alanlarını görünür kılmak ve gelişmekte olan bir konuya yeni kavramsal açılımlar sunmak için uygun bir zemin sağlar (Torraco, 2016).

Bu bağlamda çalışma; gazetecilikte tanıklık kavramının teknolojik dönüşüm çizgisini ortaya koymayı, immersive teknolojilerin tanıklık rejiminde oluşturduğu epistemolojik ve etik kırılmayı tartışmayı ve Metaverse ortamlarında beliren yeni habercilik ekosistemini açıklamak üzere "Metamedya" kavramsallaştırmasını bütüncül bir kuramsal çerçeve olarak önermeyi hedeflemektedir.

2.1. Veri Toplama Süreci

Bu çalışmada veri toplama süreci, bütünleştirici literatür incelemesinin kavram merkezli doğasına uygun biçimde tipik durum örnekleme stratejisiyle yapılandırılmıştır. Tipik durum örneklemesi, araştırma problemiyle ilişkili evrende yer alan çok sayıdaki birim arasından, alanın ortalama ya da yaygın, olağan örüntülerini temsil eden durumların seçilmesine dayanan bir amaçlı örnekleme türü olarak tanımlanmaktadır (Koç Başaran, 2017). Bu teknik, uç veya aykırı örnekler yerine tipik vakalar üzerinden çalışarak, incelenen olgunun "genellikle nasıl yaşandığına" ilişkin betimleyici ve bağlamsal olarak aktarılabilir sonuçlar üretmeyi amaçlar (Patton, 2014). Bu doğrultuda tanıklık kuramı, dijital/bağlantılı tanıklık tartışmaları, immersive gazetecilik literatürü ve Metaverse temelli habercilik çalışmalarını temsil eden; tarihsel sürekliliği ve kırılma noktalarını açıklama gücü yüksek kuramsal ve güncel kaynaklar seçilerek analiz edilmiştir. Böylece çalışma, tanıklığın teknolojiyle dönüşen doğasını immersive kırılma

üzerinden Metaverse bağlamına taşımakta ve bu geçişi Metamedya kavramı etrafında kavramsal bir bütünlük içinde tartışmaktadır.

Geleneksel "sistematik derleme" yönteminin aksine, bu çalışma literatürdeki tüm çalışmaları istatistiksel bir kapsayıcılıkla listelemeyi değil; kavramsal bir sentez yoluyla gazetecilikte "tanıklık" kavramının teknolojik dönüşümünü açıklamayı hedefler. Çalışma süreci şu üç temel aşamada yapılandırılmıştır:

1. Tarihsel İzlek ve Kavramsal Ayrıştırma: Tanıklık kavramının tarihsel süreçteki dönüşümü incelenerek, immersive teknolojilerin yarattığı epistemolojik ve etik kırılma noktaları tespit edilmiştir.
2. Eleştirel Sentez: Mevcut literatürdeki "immersive gazetecilik ve immersive tanıklık" tartışmaları, üretim, dağıtım ve erişim sorunları ekseninde yeniden değerlendirilmiştir.
3. Kavramsal İnşa: Elde edilen bulgular ışığında, sanal evrenlerin (Metaverse vb.) geleneksel medya sınırlarını aşan yapısı analiz edilmiş ve bu yeni habercilik ekosistemi için "Metamedya" kavramsallaştırması üzerinde durulmuştur.

2.2. Araştırma Soruları

1. Gazetecilikte "tanıklık" kavramı, medya teknolojilerinin tarihsel dönüşümü içinde nasıl yeniden tanımlanmıştır?
2. Immersive gazetecilik bağlamında gelişen sürükleyici tanıklık, tanığın/izleyicinin konumunu ve gazetecilikte güven-otorite tartışmalarını hangi açılardan dönüştürmektedir?
3. Bu kuramsal kırılma hattı, Metaverse ortamlarında ortaya çıkan habercilik ekosistemini açıklamak üzere önerilen "Metamedya" kavramını nasıl gerekçelendirmekte ve hangi açıklama gücünü mümkün kılmaktadır?

2.3. Sınırlılıklar

Bu çalışma, incelenen literatürün kapsamı ile sınırlıdır. Çalışma, nicel veri setlerine veya yeni bir saha araştırmasına değil; mevcut kuramsal birikimin, yeni gelişen immersive teknolojiler ve sanal evrenler bağlamında eleştirel bir yeniden okumasına dayanmaktadır. Bu nedenle çalışma, ampirik bir testten ziyade, gelecekteki ampirik araştırmalara zemin oluşturacak kavramsal bir model önerisi niteliğindedir.

3. TANIKLIĞIN DÖNÜŞÜMÜ: EPİSTEMOLOJİK TEMELLERDEN DİJİTAL KRİZLERE GAZETECİLİK PRATİĞİ

Tanıklık kavramı, gazetecilikten çok önce felsefe, hukuk ve teoloji gibi disiplinlerde kök salmış çok katmanlı bir olgudur. Etimolojik olarak Latince *testis* sözcüğü, "iki taraf arasında durarak olaya dışarıdan tanıklık eden üçüncü kişi" anlamına gelir. Bu köken, tanıklığı hem bir olayın doğrulanması hem de etik bir eylem biçimi olarak konumlandırır (Agamben, 2004, s. 17; Peters, 2001), Peters'ın *terstis* (üçüncü taraf) vurgusu, tanıklığın doğası gereği aracı bir konum, mesafe ve sorumluluk içerdiğini gösterir. İngilizce *witness* ise "bilgi ve akıl" (*wit*) köküne dayanarak, bir olaya bilgi temelli şahit olma fikrini taşır (Peters, 2001, s. 709).

Felsefi düzlemde tanıklık, bilginin güvenilirliği ve ikna süreçleri bağlamında ele alınır. Aristoteles, *Retorik*'te tanıklığı (*marturia*), konuşmacının kendi becerisiyle kurduğu "sanatsal kanıtlar"dan (ethos–pathos–logos) ayırır; tanıklığı "sanat dışı kanıtlar" (*atechnoi pisteis*) kapsamında, yani konuşmacının üretmediği fakat davanın güvenilirliğini desteklemek için dışarıdan devraldığı bir beyan olarak konumlandırır (Aristoteles, 1995, s. 38). Epistemolojik açıdan Coady (1994, s. 24), tanıklığı algı, bellek ve akıl yürütme ile birlikte insan bilgisinin temel kaynaklarından biri sayar; tanıklık türetilmiş bir bilgi değil, bilginin dolaşımını sağlayan özerk bir kaynaktır ve anlatıcı ile dinleyici arasındaki güven, niyet ve sorumluluk bağlarına dayanır.

Tanıklığın dini ve toplumsal boyutu, inancın aktarımı ve kültürel belleğin inşasıyla ilişkilidir. Erken Hristiyanlıkta *martys* (tanık/şehit) kavramı hem görgü tanıklığını hem de hakikatin öğreticiliğini içeren çift yönlü bir anlam taşır (Bauckham, 2006, s. 191). Assmann'ın (2006, s. 87), kültürel bellek yaklaşımında dini tanıklık, bireysel bir iman beyanını aşarak topluluk

tarafından paylaşılan ve kuşaktan kuşağa aktarılan dinamik bir "kutsal hatırlama" pratiği hâline gelir. Hukuki bağlamda ise tanıklık, mahkeme önünde yemin altında yapılan ve gerçeği kanıtlama amacı taşıyan bir beyan olarak hem olgusal aktarımı hem de tanığın dürüstlük ve sorumluluğunu içeren etik bir edimdir (Agamben, 2004).

Yirminci yüzyılın sonlarından itibaren tanıklık, basit bir gözlem eyleminin ötesine taşınarak medya, felsefe ve psikanaliz katkılarıyla "Tanıklık Kuramı" (Witnessing Theory) çerçevesinde tartışılmaya başlanmıştır. Peters (2001, s. 711), modern medyada tanıklığı "görme, söyleme ve inanma" eylemleri arasındaki gerilim üzerinden tarif eder. Ona göre tanık ile olay, tanık ile dinleyici arasında her zaman kapatılamayan bir "uçurum" vardır; medya teknolojileri bu uçurumu kapatmayı vaat etse de çoğu zaman tanıklığın dolaylı ve eksik doğasını daha görünür kılar. Bu çerçeve, tanıklığın yalnızca "gördüm" iddiası değil; aktarımın koşulları, aracıların etkisi ve dinleyicinin konumuyla birlikte işleyen bir ilişkisellik olduğunu vurgular.

Tanıklığın travma ve temsil edilemezlik boyutu, Felman ve Laub'un (1992), çalışmalarıyla derinleşir. Yazarlar, büyük travmalar bağlamında tanıklığı bir "tanıklık krizi" olarak ele alır: travmatik olaylar yaşandığı anda tam olarak deneyimlenemez ve bellekte bütünlüklü biçimde temsil edilemez. Bu nedenle tanıklık, eksik deneyimin bir dinleyiciyle kurulan ilişkide yeniden yapılandırılması sürecidir; dinleyici pasif bir alıcı değil, anlatının etik ortağıdır. Etik boyut ise Levinas ve Oliver'ın yaklaşımlarıyla sorumluluk ekseninde yeniden tanımlanır. Levinas (2006, s. 94-96), tanıklığı bir bilme biçiminden çok "öteki için var olma" yükümlülüğü olarak düşünür. Oliver (2001, s. 16-18), bunu "etik yanıt verme eylemi" olarak genişleterek hem anlatanın hem de dinleyenin etik katılımını zorunlu kılar. Medya bağlamında Sontag (2016, s. 102-114), başkalarının acısına bakmanın pasif bir izleme değil, ahlaki bir ilişki biçimi olduğunu vurgular; merhametin eyleme dönüşmediği durumda sönümlendiğini belirtir. Chouliaraki (2008), ise medyanın izleyiciyi "uzaktaki ötekine karşı sorumluluk" konumuna yerleştirebildiğini, fakat süreklileşen maruziyetin "merhamet yorgunluğu" üreterek duyarsızlaşmayı tetikleyebileceğini savunur.

Felsefi düzlemde Agamben (2004), tanıklığı "ifade edilemeyenin dili" olarak kavramsallaştırır. Auschwitz tanıklıkları üzerinden, "gerçek tanığın" aslında konuşamayan (muselmann) olduğunu; hayatta kalanların ise ancak "vekaleten tanıklık" yapabildiğini belirtir. Ayrıca arşivin ikili işlevine işaret eder: arşiv tanıklığı kalıcılaştırırken, deneyimin canlılığını dondurarak sessizleştirme riski de taşır. Zelizer (2011) de tanıklığın daima bir temsile dayandığını; olay ile izleyici arasındaki mesafenin bütünüyle ortadan kaldırılamasa da anlatı ve görüntü stratejileriyle yeniden biçimlendirildiğini vurgular.

Geleneksel gazetecilik, toplumsal meşruiyetini büyük ölçüde tanıklık üzerine kurmuştur. Gazetecilik yalnızca bilgi aktaran bir faaliyet değil, toplumun ortak anlam dünyasını yeniden üreten bir kurumdur (Carey, 1989, s. 13). Bu işlev, "gözetleyici gazetecilik" (watchdog journalism) olarak adlandırılır ve iktidarın eylemlerini izleme, belgeleme ve kamu yararı adına denetleme pratiğiyle ilişkilendirilir (Bennett & Serrin, 2005, s. 396; Christians, Glasser, McQuail, Nordenstreng, & White, 2009; Norris, 2014). Hesap sorma (accountability reporting) kapasitesi, gazeteciliğin demokratik sistemde "dördüncü kuvvet" rolünün dayanaklarından biridir (Knobel, 2018, s. 15-19).

Bu meşruiyetin normatif zemini doğruluk, denge, bağımsızlık, kamu yararı ve hesap verebilirlik ilkeleriyle kurulur. Kovach ve Rosenstiel l (2021), gazeteciliğin özünü "doğrulama disiplini" olarak tanımlar; bu disiplin teyit süreçleri ve bağlamı koruma sorumluluğu üzerine oturur. Tarafsızlık, mutlak yansızlıktan çok farklı bakış açılarını adil biçimde temsil etme ve kişisel görüşleri haber metninden ayırma yükümlülüğüdür (Craft & Davis, 2013, s. 41-42; McQuail, 2013). Bağımsızlık ise politik ve ekonomik baskılardan uzak durarak yalnızca kamu yararını gözetmeyi güvence altına alır. Hesap verebilirlik, medya kuruluşlarının kendi eylemlerinden sorumlu olması ve şeffaflık ilkesine uyması anlamına gelir (Craft & Davis, 2013, s. 201).

Haber üretiminde seçme ve sunma süreçleri "eşik bekçiliği" (gatekeeping) kavramıyla açıklanır. White (1950), haber seçiminin editörlerin öznel yargılarına dayanabildiğini gösterirken; Shoemaker ve Vos (2009) bu süreci bireysel, kurumsal ve toplumsal etmenlerin birlikte işlediği çok katmanlı bir sistem olarak yeniden teorize eder. Dijitalleşmeyle birlikte bu işlev, tekil editoryal kontrolden çıkarak algoritmaların ve kullanıcı etkileşimlerinin dahil olduğu çok aktörlü bir yapıya dönüşmüştür.

Gazetecilikte tanıklık aynı zamanda otorite kurmanın bir yoludur. Zelizer (1990), gazetecilerin mesleki otoritelerini "oradaymış gibi konuşma" ve olay yerindeki deneyim kırıntılarını anlatıya ekleme stratejileriyle kurduklarını belirtir. Bu nedenle kriz ve afet anlarında gazetecinin fiziksel varlığı, haberin epistemolojik gücünü doğrudan etkiler. Frosh ve Pinchevski (2009), modern medyada tanıklığı üç katmanda ele alır: medya içindeki tanıklar (mağdurlar/görgü tanıkları), medya tarafından tanıklık (gazeteci/kamera) ve medya aracılığıyla tanıklık (izleyicinin dolaylı tanıklığı). Bu yaklaşım, tanıklığın gazeteci–kaynak–teknoloji–izleyici arasında işleyen bir iletişim süreci olarak yeniden kurulduğunu gösterir.

Bu çok katmanlı yapı, tanıklığın niteliğinin gazetecinin üretim pratiğindeki mekânsal konumla ilişkili olduğunu ortaya koyar. Olay yerinde bulunmak, tanıkları dinlemek ve bağlamı doğrudan deneyimlemek "birincil tanıklık" üretirken; masa başında ikincil kaynaklara dayalı üretim temsile dayalı "dolaylı tanıklık" biçimini güçlendirir. Dolayısıyla tanıklığın epistemik ve etik ağırlığı, gazetecinin olaya yakınlığına ve bilgiyi nasıl dönüştürdüğüne göre değişir.

Geleneksel gazetecilik, ontolojik ve epistemolojik meşruiyetini çoğu zaman muhabirin sahadaki fiziksel mevcudiyetinden devşirmiştir. Foucault'nun (1980, s. 131) "hakikat rejimi" kavramı bu noktada açıklayıcıdır: gazetecilik, doğruluğun belirli pratiklerle üretildiği tarihsel bir alandır; sahadaki varlık, hakikati söyleme yetkisinin dayanağıdır. Aristoteles'in (1996, s. 75) görmeyi bilgi edinmenin güvenilir kaynağı olarak vurgulaması ve Coady'nin (Coady, 1994) birincil tanıklığın epistemik üstünlüğüne ilişkin tartışması saha gazeteciliğinin "gerçeğin kalesi" gibi idealize edilmesinin düşünsel zeminini güçlendirir. Tarihsel pratikte muhabir, olayı "içeriden" kuran bir tanık figürü olarak yüceltilmiştir.

Bununla birlikte dijital teknolojilerin yükselişi, hız kültürü ve ekonomik baskılar, gazetecinin sahayla kurduğu ilişkiyi sarsmıştır. Schudson (2003), gazetecinin çoğu zaman birincil tanık olmaktan çıkıp başkalarının tanıklıklarını derleyen bir editöre dönüştüğünü belirtir. Pavlik (2001), haber odalarının giderek "uzaktan izleme merkezleri"ne evrildiğini öne sürer. Türkiye bağlamında internetin yaygınlaşmasıyla "kopyala-yapıştır" pratiklerinin ve dijital kaynak bağımlılığının arttığı, gazetecinin sahadan çok çevrimiçi veriye yöneldiği vurgulanır (2016, s. 159; Bayrakcı & Özay, 2022). Deuze (2008) bu akışkanlaşmayı "likit gazetecilik" olarak adlandırırken (Deuze, 2008, s. 848), Nick Davies (2008) sahaya çıkmadan ajans ve bültenleri "çalkalayarak" haber üretimini "churnalism" olarak eleştirir. Böylece gazeteci, olayın kendisine değil, olayın dijital izlerine ve temsillerine tanıklık eden bir "süreç işleyicisi"ne dönüşür.

Bu kayma, tanıklığın doğasını birincilden ikincile doğru iter. Peters (2001) medyadaki tanıklığın sıklıkla "vekaleten tanıklık" biçiminde çalıştığını vurgular. Chouliaraki (2008, s. 16), dijital çağda "sıradan tanıklık" (ordinary witnessing) pratiklerinin yaygınlaşmasıyla yurttaş görüntülerinin gazetecinin epistemik otoritesini zorlayabildiğini belirtir. Bu çerçevede Ward (2025), hız baskısı ve bağlamdan kopuk veri akışlarının masa başı gazeteciliğini etik bir "doğrulama krizi" ile karşı karşıya bıraktığını vurgular.

Tablo 1: Tanıklık Kuramında Epistemolojik Dönüşüm

Yaklaşım / İsim	**Ana kavram**	**Tanıklığın epistemolojik katkısı**	**Gazetecilik ve medya açısından sonucu**
John Durham Peters	Görme–söyleme–inanma	Tanıklık, "doğrudan erişim" değil; olay–tanık–dinleyici arasında kapanmayan bir mesafe ve	Medya teknolojileri "yakınlık" vaat eder ama çoğu zaman aracılığı görünür kılar; tanıklığın

	gerilimi; **“uçurum”**	aracılık rejimidir. Bilgi, her zaman iletim koşullarıyla birlikte kurulur.	otoritesi, aktarımın kırılganlığıyla birlikte düşünülür.
Shoshana Felman & Dori Laub	Travma ve **“tanıklık krizi”**	Travmatik olay “tam temsil edilemez”; tanıklık, anlatı ile dinleyici arasındaki ilişkide yeniden kurulan kırık/eksik bir bilgidir.	Habercilikte travma anlatısı, sadece veri aktarımı değil; dinleme, bağlamlandırma ve etik ilişki kurma sorumluluğu üretir.
Giorgio Agamben	**“İfade edilemeyenin dili”**; sessizlik	Tanıklık, kimi zaman en çok “söylenemeyen” üzerinden belirir; arşiv/kanıt, deneyimi sabitleyip sessizleştirme riski taşır.	Medyada temsil, her zaman bir “eksik tanıklık” alanı bırakır; kayıt/arşiv, hakikat üretirken aynı anda sınırlar da koyar.
Emmanuel Levinas	**“Öteki” ile sorumluluk ilişkisi**	Tanıklık, yalnızca bilme değil; ötekine karşı etik yükümlülükle kurulan bir konumdur. Epistemik meşruiyet, sorumlulukla iç içedir.	Habercilikte tanıklık, mağdur/ötekiyle ilişkiyi etik olarak kurmayı; araçsallaştırmama ve zarar vermeme duyarlılığını öne çıkarır.
Susan Sontag & Lilie Chouliaraki	**“Başkalarının acısına bakmanın” ahlakı**	Görmek/izlemek, salt bilişsel edinim değil; duygulanım, mesafe ve sorumluluk düzenekleriyle biçimlenen bir “ahlaki biliş”tir. Aşırı maruziyet duyarsızlaşma üretebilir.	Görsel tanıklık izleyiciyi etik konuma çağırabilir; ancak “merhamet yorgunluğu” ve mesafe, eylemsiz/duyarsız tanıklığa da yol açabilir.

Tanıklık kuramına ilişkin bu tablo, gazetecilikte “tanıklık”ın sabit bir görgü-eylem olmaktan çıkıp giderek aracılı, kırılgan ve etik olarak yüklü bir epistemik ilişkiye dönüştüğünü gösterir. Peters’ın “uçurum” kavramsallaştırması, tanıklığın her zaman görme–söyleme–inanma arasında gerilim taşıdığını; dolayısıyla bilginin, olay ile dinleyici arasında tam kapanmayan bir mesafe üzerinden kurulduğunu vurgular. Felman ve Laub, özellikle travma bağlamında bu mesafenin yalnızca mekânsal değil, aynı zamanda temsil edilemezlik nedeniyle epistemik olduğunu; tanıklığın, anlatıcı ile dinleyici arasındaki ilişkide “yeniden kurulan” eksik bir bilgi formu hâline geldiğini ileri sürer. Agamben ise tanıklığın sınırını “ifade edilemeyen”e taşıyarak, arşiv ve kayıt mantığının hakikati sabitleme kapasitesinin yanında sessizleştirme riski de üretebileceğini hatırlatır. Bu çerçeve, Levinas’ın ötekiyle kurulan sorumluluk ilişkisiyle birleştiğinde, tanıklığın meşruiyetinin yalnızca doğrulama prosedürlerinden değil, aynı zamanda etik yanıt verme yükümlülüğünden beslendiğini ortaya koyar. Sontag ve Chouliaraki’nin “başkalarının acısına bakma” tartışması da tanıklığın epistemik boyutunu görselliğin ahlakıyla bağlar: izleyicinin bilgi edinimi, duygulanım ve mesafe rejimleri üzerinden şekillenir; aşırı maruziyet ise duyarsızlaşma ve merhamet yorgunluğu üreterek tanıklığın etkisini zayıflatabilir.

Bu birikim birlikte okunduğunda, modern gazetecilikte tanıklığın epistemolojik hattı, “olay yerinde birincil görgü” idealinden “medya aracılığıyla dolaylı/vekaleten tanıklık” düzeneklerine doğru kayar; tanıklığın otoritesi artık yalnızca yakınlık değil, aracılığın koşulları, temsilin sınırları ve etik sorumluluklar tarafından belirlenir. İşte bu nedenle dijitalleşme, gazetecilikte yalnızca teknik bir araç değişimi değil; üretim, dağıtım ve tüketim biçimlerini dönüştüren çok katmanlı bir kırılmadır.

Castells (2010, s. 8-10), ağ toplumunda haber akışının küresel dijital ağlar üzerinde örgütlendiğini belirtir. Benkler (2006, s. 8-9), ağ temelli üretimin gazeteciliği kurum sınırlarından taşırarak daha dağıtık ve işbirlikçi bir modele taşıdığını; Jenkins (2006, s. 13-15) ise yakınsama kültürüyle medya sistemlerinin platformlar arası bütünleştiğini vurgular. Bu dönüşüm, haber odalarının iş gücü profilini de değiştirir, dijital ekiplerin büyümesi, gazeteciliğin teknik ve örgütsel kapasitesini yeniden tanımlar. Ancak sürekli yeniliğe uyum baskısı, Posetti'nin (2018) "inovasyon yorgunluğu" dediği tükenmişlik dinamiklerini de üretir. Platformlaşma ve algoritmik dağıtım ise editoryal kontrolü zayıflatıp Google/Facebook gibi aracılara bağımlılığı artırabilir; bu süreç dikkat ekonomisi mantığıyla birleştiğinde, gazeteciliğin öncelikleri etkileşim odaklı biçimde yeniden şekillenebilir (Simon, 1971, s. 40). Anderson, Bell ve Shirky (2014), bu ekosistemde haberin "bitmiş ürün" olmaktan çıkıp sürekli güncellenen bir süreç haline geldiğini, gazetecinin de hakikat sağlayıcıdan çok doğrulayan ve yöneten bir "süreç yöneticisi"ne dönüştüğünü belirtir. Zelizer (2010) da epistemik otoritenin platformlara ve algoritmalara dağıldığına işaret eder.

Tam bu noktada, dijitalleşmenin ileri bir aşaması olarak immersive teknolojiler (VR, AR, XR, 360° video) devreye girer. Bu teknolojiler, masa başındaki gazetecinin ya da uzaktaki izleyicinin kaybettiği mekânsal deneyimi dijital bir simülasyon olarak geri sunmayı vaat eder. Gülleb (2022, s. 208), immersive teknolojilerin Peters'ın tanımladığı mekânsal yakınlık, maruz kalma ve bedensel konumlanma kriterlerini dijital ortamda yeniden üretmeye yönelerek ikincil tanıklığın sınırlarını genişleten yeni bir tanıklık paradigması yarattığını belirtir. Böylece gazetecilik, sahadan çekildiği bir dönemde, teknolojik aracılar üzerinden "sahayı sanal olarak yeniden icat etme" arayışına girmektedir.

4. GAZETECİLİĞİN TEKNOLOJİK EVRİMİ VE TANIKLIĞIN DEĞİŞEN ROLÜ

Immersive teknolojiler, kullanıcının fiziksel dünyadan kısmen veya tamamen koparak dijital bir gerçekliğin içine girmesini veya dijital nesnelerin fiziksel dünyayla bütünleşmesini sağlayan sistemlerdir. Bu teknolojilerin temelinde "sürüklenme/çevrelenme" (*immersion*) ve "bulunma hissi/varlık duygusu" (*presence*) kavramları yatmaktadır (Özkan, 2020, s. 152). *Immersion*, kullanıcının tüm duyularına hitap edecek şekilde tasarlanan sanal bir dünyaya zihinsel olarak "dalması" durumunu ifade ederken; *presence*, kullanıcının simüle edilmiş ortamda yaşadıklarını gerçekmiş gibi algılaması ve buna fizyolojik/psikolojik tepkiler vermesi anlamına gelir (Geriş & Tunga, 2020, s. 262; Çaba, 2018) Sanal Gerçeklik (VR), kullanıcının başa giyilebilir bir ekran (HMD) aracılığıyla simüle edilmiş bir ortama tamamen dahil olduğu ve dış dünyadan izole edildiği bir deneyim sunar. Sherman ve Craig (2003, s. 6), VR ortamının dört temel unsurdan oluştuğunu belirtir: simüle edilmiş sanal bir dünya, sürükleyici bir çevreleme (*immersion*), duyusal geri bildirim (*sensory feedback*) ve etkileşim (*interactivity*). Bu teknoloji, video çekimiyle kaydedilen gerçek görüntülerin veya bilgisayar grafikleriyle (CGI) üretilen sanal ortamların deneyimlenmesine olanak tanır.

Artırılmış Gerçeklik (AR), gerçek dünya görüntüsü üzerine dijital nesnelerin, verilerin veya grafiklerin bindirilmesiyle oluşur. Azuma vd. (2001, s. 34), AR'nin üç temel özelliğini; fiziksel dünya ile sanal nesnelerin birleştirilmesi, gerçek zamanlı etkileşim ve üç boyutlu nesnelerin gerçek ortamda gösterilmesi olarak tanımlar. AR, VR'dan farklı olarak kullanıcıyı gerçek dünyadan koparmaz, aksine gerçekliği dijital katmanlarla zenginleştirir. Karma Gerçeklik (MR) ise fiziksel ve dijital nesnelerin gerçek zamanlı olarak bir arada var olduğu ve etkileşime girdiği melez bir ortam sunar (Akkuş & Özhan, 2017, s. 22).

Giyilebilir teknolojilerin medya sektörüne entegrasyonu, haberin üretim ve tüketim biçimlerini kökten değiştirmiştir. Geleneksel gazeteciliğin "okuma" veya "izleme" eylemine dayalı pasif tüketim modelinin yerini, kullanıcının hikâyenin bir parçası olduğu "deneyimleme" odaklı bir model almıştır. Pavlik ve Pavlik (2017, s. 383), dijital medyanın yükselişiyle birlikte haberin içeriğine olan ilginin azaldığını, bu nedenle okurları haberin içine çekmek için immersive teknolojilerin kritik bir rol oynadığını belirtir.

Immersive gazetecilik, kullanıcının haberin öznesi haline gelmesini sağlayarak, olayları birinci şahıs bakış açısıyla deneyimlemesine imkan tanır. De la Peña vd. (2010), bu yapının üç temel unsur üzerine kurulduğunu ifade eder: "mekan yanılsaması" (*place illusion*), "akla yatkınlık" (*plausibility illusion*) ve "sanal beden sahipliği" (*virtual body ownership*). Bu unsurlar bir araya geldiğinde, kullanıcı fiziksel olarak bulunduğu ortamı unutarak habere konu olan olayın gerçekliğine duygusal ve bilişsel olarak dahil olur. Bu durum, haber anlatısını mekânsal olarak keşfedilebilir ve çok boyutlu bir deneyime dönüştürür.

Bu teknolojilerin gazetecilikteki kullanımı, sadece teknik bir yenilik değil, aynı zamanda anlatı biçiminde bir devrimdir. Haber artık doğrusal bir metin veya video akışı değil; mekânsal olarak keşfedilebilir, etkileşime girilebilir ve çok boyutlu bir deneyimdir. Örneğin, 360º videolar sayesinde izleyici, kameranın kaydettiği tüm açıları görebilir ve yönetmenin seçtiği kareye mahkum kalmadan kendi bakış açısını belirleyebilir. Bu durum, geleneksel eşik bekçiliği mekanizmasını ve çerçeveleme (framing) etkisini zayıflatarak izleyiciye daha özerk bir tanıklık alanı açar.

Dünyada immersive gazeteciliğin öncü örnekleri, büyük medya kuruluşlarının bu alana yaptığı yatırımlarla ortaya çıkmıştır. *The New York Times*, 2015 yılında abonelerine Google Cardboard dağıtarak VR haberciliğini kitleselleştiren ilk adımın sahibi olmuştur (Yöndem & Karadağ, 2019, s. 31). Gazetenin VR uygulaması üzerinden yayınlanan "The Displaced" (Yerinden Edilenler) gibi içerikler, savaş bölgeleri ve mülteci kamplarını izleyiciye "tanık olma" deneyimiyle sunmuştur (NYT, 2015). Benzer bir etkiyi hedefleyen BBC'nin (2016) "We Wait" adlı VR deneyimi, Suriyeli mültecilerin Avrupa'ya ulaşma çabasını ve yaşadıkları tehlikeli yolculuğu izleyicinin gözünden deneyimleterek; haberin yalnızca bilgi aktarımı değil, aynı zamanda etik bir tanıklık biçimi olarak yeniden düşünülmesine katkıda bulunmuştur.

The Guardian tarafından hazırlanan "6x9: A virtual experience of solitary confinement" projesi ise, kullanıcıyı ABD'deki bir tecrit hücresine yerleştirerek izolasyonun yarattığı psikolojik tahribatı birinci elden hissettirmeyi amaçlamıştır (TheGuardian, 2016). Nonny de la Peña'nın "Hunger in Los Angeles" çalışması da, gerçek ses kayıtlarını sanal ortamda canlandırarak izleyiciyi diyabetik bir adamın kriz anına tanık etmiştir (Bishop, 2013).

Türkiye'de immersive teknolojilerin gazetecilikteki kullanımı henüz sınırlı olsa da, son dönemde dikkat çekici gelişmeler yaşanmaktadır. TRT, TEKNOFEST etkinliğinde geliştirdiği uygulama aracılığıyla ziyaretçilere Filistin'deki savaşın yıkıcı koşullarını 360º video ses ve görsellik içeren bir VR deneyimiyle yaşatarak, immersive teknolojilerin toplumsal olaylara tanıklık üretmedeki potansiyelini ortaya koymuştur (TRT, 2025). Dijital haberciliğin sınırlarını genişleten Anadolu Ajansı, Metaverse ortamında röportaj gerçekleştirerek meta evrenin mülkiyet ve toplumsal etki boyutlarını gündeme taşımıştır (AA, 2022). Ayrıca siyasal iletişim alanında DEVA Partisi ve AK Parti, Metaverse ortamında miting ve toplantılar düzenleyerek sanal mekânların kamusal iletişim ve habercilik için nasıl kullanılabileceğine dair Türkiye'deki ilk örnekleri sunmuşlardır (Independent Turkiye, 2022; Yeni Şafak, 2022). Bu örnekler, immersive teknolojilerin yalnızca küresel değil, yerel medya ve iletişim pratiklerinde de giderek daha fazla yer bulduğunu göstermektedir.

Bu uygulamalar, "Traveling While Black", "Clouds Over Sidra", "Project Syria" gibi projelerle çeşitlenmiştir. Hepsinin ortak noktası, izleyiciyi "uzaktaki bir gözlemci" konumundan çıkarıp, olayın merkezindeki bir "şahit" konumuna taşımasıdır. Bu projeler, haberin sadece bilgi vermediğini, aynı zamanda empati uyandırdığını ve izleyiciyi harekete geçirme potansiyeli taşıdığını göstermektedir. Ancak bu yeni format, prodüksiyon maliyetleri, teknik donanım gerekliliği ve erişilebilirlik sorunları nedeniyle henüz ana akım medyanın tamamına yayılamamıştır (Çaba, 2018; Özkan, 2020).

Tablo 2. Teknoloji Merkezci Tanıklık Dönüşümü

Dönem / Teknoloji	Tanıklık Türü	Gazetecinin Konumu	Hakikat İlişkisi
Geleneksel Medya	Fiziksel Tanıklık (Primary Witnessing)	Olay yerinde, Gözlemci	"Oradaydım ve gördüm" (Doğrudan)
Dijital Medya	Dolaylı Tanıklık (Mediated Witnessing)	Ekran başında, Derleyici	İkincil kaynaklar (Dolaylı)
Immersive / VR	Sürükleyici Tanıklık (Immersive Witnessing)	Simülasyon içinde, Pasif İzleyici	"Orada olma hissi" (Presence)
Metamedya	Sanal/Katılımcı Tanıklık	Avatar aracılığıyla, Aktif Özne	Simüle edilmiş gerçeklikte "Var olma"

Immersive teknolojiler, haber üretim sürecini doğrusal bir akıştan çıkarıp çok katmanlı bir tasarım sürecine dönüştürmüştür. Geleneksel gazetecilikte muhabir, editör ve kameraman üçgeninde şekillenen üretim, immersive gazetecilikte yazılımcılar, 3D tasarımcılar ve veri bilimcilerin de dahil olduğu disiplinler arası bir yapıya evrilmiştir. Haber metni yazmanın ötesinde; mekan tasarımı, ses mühendisliği ve kullanıcı deneyimi (UX) tasarımı, haberin inşasında kritik rol oynamaktadır.

Bu süreçte gazetecinin rolü de değişmiştir. Gazeteci artık sadece olayı aktaran kişi değil, izleyicinin deneyimleyeceği "sanal gerçekliği" tasarlayan bir mimardır. Haber, 5N1K kuralına uygun olarak üç boyutlu bir uzamda yeniden inşa edilmelidir. Mekan, sesler, atmosfer ve karakterler gerçeğe uygun şekilde tasarlanmazsa, içerik gazetecilikten uzaklaşarak kurgusal bir yapıma dönüşme riski taşır (Gülleb, Algoritmaların Haber Alma Biçimlerine Etkileri: Veri Gazeteciliği ve Algoritmalar, 2022). Bu nedenle, immersive haber üretiminde "gerçeklik" iddiasını korumak, teknik beceri kadar etik bir hassasiyet de gerektirir.

5. GELECEĞİN HABERCİLİĞİ: METAVERSE VE "METAMEDYA"

Gazetecilik mesleği, internet ve iletişim teknolojilerindeki gelişmelerle birlikte sürekli bir değişim içerisindedir. Geleneksel gazetecilik pratiklerinin ötesine geçerek, sosyal medya ve giyilebilir teknolojilerle etkileşim temelli bir yapıya dönüşen medya sektörü, şimdi de "Metaverse" olarak tanımlanan sanal evrenlerde yeni bir varoluş arayışındadır. Bu bölüm, giyilebilir teknoloji odaklı habercilik uygulamalarının Metaverse ortamındaki tezahürü olarak tanımlanan "Metamedya" kavramını, sunduğu fırsatlar ve barındırdığı etik riskler bağlamında incelemeyi amaçlamaktadır.

Metaverse terimi, ilk kez Neal Stephenson'ın 1992 tarihli Snow Crash romanında, insanların dijital kimlikleriyle (avatarlar) yaşadıkları sanal dünyayı tanımlamak için kullanılmıştır. Etimolojik olarak "ötesi" (meta) ve "evren" (universe) kelimelerinin birleşiminden türetilen kavram, fiziksel dünyanın ötesindeki sanal bir evreni ifade eder. Literatürde "dijital büyük patlama" olarak nitelendirilen Metaverse, sanal (VR) ve artırılmış gerçeklik (AR) teknolojileriyle desteklenen, etkileşimli ve üç boyutlu yeni nesil bir internet ortamıdır (Lee, ve diğerleri, 2021, s. 6). Meta CEO'su Mark Zuckerberg ise bu evreni, sanal ile gerçeğin sınırlarının belirsizleştiği "internetin bedenlenmiş hali" (embodied internet) olarak tanımlamaktadır.

Metaverse ekosistemi yalnızca teknolojik bir altyapıdan ibaret değildir. Lee vd. (2021, s. 5), bu yapıyı iki temel bileşen grubuyla açıklar: Bir yanda yapay zekâ, blokzincir, genişletilmiş gerçeklik ve bulut teknolojileri gibi "teknolojik altyapı"; diğer yanda ise sosyal kabul edilebilirlik, güvenlik, gizlilik, sanal ekonomi ve dijital avatarlar gibi "ekosistem bileşenleri" yer alır. Bu çok katmanlı yapı, medyanın sadece bir yayıncı olarak değil, sanal bir yaşam alanı kurucusu olarak konumlanmasını zorunlu kılmaktadır.

Metaverse ortamında giyilebilir teknolojilerin ve habercilik unsurlarının birleşimi, "Metamedya" olarak kavramsallaştırılan yeni bir habercilik pratiğini ortaya çıkarmıştır. Metamedya, geleneksel medyanın ötesinde, sanal evrenlerde gerçekleşen olayların (sanal konserler, mitingler, sergiler vb.) yine bu ortamda, anlık ve etkileşimli olarak haberleştirilmesini ifade eder.

Bu pratiğin erken dönem örnekleri, 2007 yılında kurulan *Second Life* oyununda görülmüştür. Reuters ve CNN gibi medya kuruluşları, bu sanal dünyaya özel ekipler kurarak *Alpaville Herald* ve *Metaverse Messenger* gibi sadece oyun içi olayları haberleştiren yayın organları oluşturmuşlardır (Brennen & Cerna, 2010, s. 547). O dönemde teknolojik yetersizlikler nedeniyle sürdürülebilir olmayan bu girişimler, günümüzde Metamedya ile yeniden canlanmaktadır. Örneğin *Financial Times*, başyazarı Henry Mance ile Meta yöneticisi Nick Clegg'in avatarları aracılığıyla sanal bir stüdyoda gerçekleştirdiği röportajla, "meta-gazeteci" kavramının somut bir örneğini sunmuştur. Benzer şekilde Güney Koreli *Maeil Business Newspaper*, haber odası toplantılarını Metaverse ortamına taşıyarak kurumsal işleyişi sanallaştırmıştır. Türkiye'de ise Anadolu Ajansı'nın Metaverse ortamında gerçekleştirdiği röportajlar ve siyasi partilerin (DEVA, AK Parti) sanal mitingleri, bu yeni kamusal alanın yerel örneklerini oluşturmaktadır.

Metamedya, gazetecilik üretim araçlarını da kökten değiştirmektedir. Geleneksel habercilikte kullanılan kamera, mikrofon ve ses kayıt cihazı gibi fiziksel ekipmanlar ve bunları kullanan iş gücü (kameraman, sesçi) ortadan kalkmakta; görüntüleme ve kayıt işlemleri kullanıcının giyilebilir cihazı üzerinden anlık olarak yapılabilmektedir. Bu durum, haber üretiminde teknik personel ihtiyacını azaltırken; üç boyutlu tasarımcılar, yazılımcılar ve Metaverse mimarlarına olan ihtiyacı artırmaktadır.

Metamedya ve immersive teknolojiler, haberin kişiselleştirilmesi noktasında devrim niteliğinde olanaklar sunmaktadır. Sanal gerçeklik gözlüklerinde bulunan "göz izleme" (eye tracking) teknolojisi, kullanıcının göz bebeğini takip ederek odaklandığı nesneyi ve ilgi düzeyini anlık veri olarak kaydedebilmektedir (Bayrak & Yengin, 2020, s. 591). Bu veriler ışığında, Metaverse ortamındaki haber içeriği her kullanıcı için özel olarak yeniden tasarlanabilir. Örneğin sanal bir mitingde; mekân tasarımı, arka plan müziği, konuşmacının avatarı, ses tonu ve jestleri, kullanıcının o anki duygu durumuna ve ilgisine göre anlık olarak değiştirilebilir 10. Bu durum, geleneksel medyanın tek tip içerik sunumunu yıkarak "ultra-kişiselleştirilmiş" bir deneyim yaratır.

Immersive teknolojiler, tanıklığı fiziksel bir eylemden çıkarıp bedensel ve duygusal bir simülasyon alanına taşıyarak, izleyiciyi pasif bir alıcı olmaktan çıkarıp olayın bir 'öznesi' haline getirmektedir. Bu yeni 'sürükleyici tanıklık' (*immersive witnessing*) biçimi, karmaşık ve uzak olaylara karşı empatiyi artırma fırsatı sunsa da, literatürde 'Empati Makinesi' olarak adlandırılan bu işlev eleştirel bir yaklaşımı zorunlu kılar. Rose (2018), yaratılan aşırı duygusal yoğunluğun, izleyicinin olaylara karşı koruması gereken eleştirel ve analitik mesafeyi zayıflatabileceği endişesini dile getirir.

Bu risk, Nash (2018, s. 123), tarafından 'uygunsuz mesafe' (*improper distance*) kavramıyla derinleştirilir. Nash'e göre, kullanıcı tanıklık ettiği özneye sanal olarak o kadar yaklaşır ki, olayları etik bir çerçevede değerlendirmesi gereken eleştirel mesafeyi yitirebilir. Bu aşırı yakınlık, travmatik olayların yeniden canlandırılması sürecinde tanıklığın araçsallaştırılması ve duygusal manipülasyon gibi temsil sorunlarını beraberinde getirir. Modellemeler ve üç boyutlu rekonstrüksiyonlar kullanıldığında kurgu ile gerçeğin sınırları bulanıklaşmakta ve haberin 'gerçekliğe tanıklık' işlevi zayıflama riskiyle karşı karşıya kalmaktadır

Ancak bu yüksek teknolojik kapasite, ciddi etik ve ontolojik riskleri de beraberinde getirmektedir. Haberciliğin temeli olan "gerçeklik", Metaverse ortamında üç boyutlu tasarımlarla yeniden inşa edilmektedir. Mekân, ses, hava durumu ve karakterlerin, gazetecilikteki 5N1K kuralına uygun ve gerçeğe sadık şekilde tasarlanması gerekmektedir; aksi

takdirde haber, kurgusal bir simülasyona dönüşme riski taşır. Ayrıca sanal ortamda insan müdahalesi ile algoritmik kontrolün iç içe geçmesi (Gülleb, 2022), "gazetecinin tanıklık rolünü" sorgulanır hale getirmektedir. Bir haberin gerçek bir gazeteci tarafından mı yoksa otomatikleşmiş bir avatar (bot) tarafından mı sunulduğunun belirsizleşmesi, güvenilirlik krizine yol açabilir.

Psikolojik manipülasyon ve gözetim, Metamedya'nın diğer karanlık yüzüdür. Sanal deneyimler, kullanıcılarda gerçek dünyadaki gibi fizyolojik ve duygusal tepkiler (haz, kaygı, korku) yaratabilmektedir (Geriş & Tunga, 2020, s. 267). Bu etki, propaganda veya ticari amaçlarla kullanılarak insanların tutum ve davranışları manipüle edilebilir. Ayrıca, platform sahiplerinin (teknoloji şirketlerinin) elindeki sansür gücü, ifade özgürlüğü açısından tehdit oluşturmaktadır. Sosyal medyada görülen hesap askıya alma ve içerik kaldırma pratiklerinin, Metaverse ortamında kişinin dijital varlığını tamamen silme noktasına varabileceği öngörülmektedir.

Sonuç olarak, Metamedya kavramı, gazeteciliği fiziksel sınırların ötesine taşıyarak yeni bir anlatı ve deneyim evreni sunmaktadır. Ancak bu evren, teknolojinin sağladığı "bulunma hissi" (presence) ile gazeteciliğin gerektirdiği "doğruluk disiplini" arasında hassas bir denge kurulmasını zorunlu kılmaktadır.

SONUÇ

İletişim teknolojilerindeki tarihsel kırılmalar ekseninde gazetecilik mesleğini ontolojik ve epistemolojik bir dönüşüm süreci olarak analiz eden bu çalışma; mesleğin meşruiyet zemini olan "tanıklık" kavramının fiziksel bir mevcudiyetten, sanal ve temsili bir deneyim rejimine evrildiğini ortaya koymuştur. Telgrafın haberin dolaşım hızını artırarak başlattığı süreç, radyonun eşzamanlı tanıklığı ve televizyonun görsel kanıt gücünü getirmesiyle devam etmiş; günümüzde ise Metaverse ve immersive (sürükleyici) teknolojiler ekseninde, bu çalışmada "Metamedya" olarak tanımlanan yeni bir evreye ulaşmıştır.

Çalışmanın kuramsal incelemesi, bu teknolojik evrimin gazetecilikteki "mekân" algısını kökten değiştirdiğini göstermektedir. Geleneksel gazetecilik pratiğinde muhabirin olay yerindeki fiziksel varlığı, haberin doğruluğu ve güvenilirliği için "birincil tanıklık" (*eyewitnessing*) olarak kabul edilmiştir. Aristotelesyen bir yaklaşımla "görme" duyusuna atfedilen epistemik otorite, gazetecinin "oradaydım ve gördüm" iddiasını mesleğin merkezine yerleştirmiştir. Ancak dijitalleşme süreçleri, ekonomik kısıtlamalar ve hız baskısı, gazeteciyi giderek sahadan koparak masa başına hapsetmiş; bu durum, gazeteciliğin doğrudan tanıklık kapasitesini zayıflatarak onu ikincil kaynaklara ve dijital veri akışlarına bağımlı hale getirmiştir. Bu mekânsal kopuş, gazeteciliğin hakikat iddiasını zayıflatan ontolojik bir kriz yaratmıştır.

Tam da bu noktada, bu çalışmanın literatüre sunduğu temel katkı ve ayrışma noktası olan "Metamedya" kavramı devreye girmektedir. Mevcut literatürde "sürükleyici tanıklık" (*immersive witnessing*) kavramı, ağırlıklı olarak 360º videolar ve sanal gerçeklik (VR) belgeselleri üzerinden tartışılmaktadır. Bu çalışmalarda kullanıcı, genellikle önceden kaydedilmiş bir gerçekliğin içerisine yerleştirilen pasif bir gözlemci konumundadır (Gülleb, 2022, s. 208). Buna karşılık bu çalışma, Metamedya kavramını; izleyicinin/kullanıcının Metaverse ortamında, kendi avatarı aracılığıyla, anlık olarak gelişen olayların (sanal basın toplantıları, mitingler, eylemler vb.) bizzat "öznesi" ve "aktif katılımcısı" olduğu yeni bir tanıklık rejimi olarak konumlandırmaktadır. Metamedya bağlamında tanıklık, geçmiş bir olayın tekrar izlenmesi eyleminden çıkarak, sanal uzamda gerçekleşen bir olayın içinde "var olma ve yaşama" (*being there and living through*) deneyimine evrilmektedir.

Metamedya ve immersive teknolojilerin sunduğu bu "orada olma hissi" (*presence*), gazetecilikte Peters'ın işaret ettiği "görme" ve "söyleme" eylemleri arasındaki epistemolojik mesafeyi kapatma potansiyeli taşısa da, beraberinde ciddi etik ve epistemolojik riskleri getirmektedir. Çalışmada tartışıldığı üzere, sanal ortamda haberin 5N1K kuralına göre üç boyutlu tasarımlarla yeniden inşa edilmesi (*reconstruction*), "temsil" ile "gerçek" arasındaki

sınırı bulanıklaştırmaktadır. Rose (2018) ve Nash'in (2018) eleştirilerinde olduğu gibi; "empati makinesi" olarak nitelendirilen bu teknolojiler, izleyicide yarattığı yüksek duygusal yoğunlukla eleştirel analitik mesafeyi ortadan kaldırma ve tanıklığı manipülatif bir kurgusal deneyime indirgeme tehlikesini barındırmaktadır.

Bu çalışma, iletişim çalışmalarında genellikle teknik bir yenilik veya yeni bir mecra olarak ele alınan Metaverse ve immersive teknolojileri, tanıklık kuramı (witnessing theory) ekseninde epistemolojik bir tartışmaya açarak literatürdeki boşluğu doldurmayı hedeflemiştir. Çalışma, saha gazeteciliği ile masa başı gazeteciliği arasındaki tarihsel gerilimin, dijitalleşmeyle nasıl bir doğrulama krizine dönüştüğünü ve Metamedya'nın bu krize nasıl bir yanıt veya yeni bir kriz olarak doğduğunu bütüncül bir çerçevede sunmuştur. Ayrıca, Türkiye'den ve dünyadan güncel örneklerle (AA, TRT World, Financial Times) desteklenen analiz, Metamedya'nın teorik bir varsayım olmanın ötesinde, pratik bir gazetecilik alanına dönüştüğünü ortaya koymaktadır.

Metamedya ve sanal tanıklık alanının henüz emekleme aşamasında olması, gelecekteki araştırmalar için geniş bir saha açmaktadır. Bu çalışma kapsamında ulaşılan sonuçlar ışığında, gelecekteki araştırmaların şu alanlara yoğunlaşması önerilmektedir:

Etik kodların inşası; Metaverse ortamında görev yapacak "avatar gazetecilerin" uyması gereken etik kodların ve sanal kimlik doğrulama mekanizmalarının belirlenmesi üzerine normatif çalışmalar,

Kullanıcı deneyimi ve algı; Metamedya haberlerini tüketen (deneyimleyen) kullanıcıların, bu içerikleri "gerçek" mi yoksa "oyun/kurgu" mu olarak algıladıklarını ölçen deneysel ve bilişsel çalışmalar yürütülmelidir.

Algoritmik denetim; sanal ortamdaki haber akışını ve kişiselleştirmeyi yöneten algoritmaların, "kamu yararı" ilkesiyle nasıl uyumlandırılacağı üzerine eleştirel ekonomi-politik analizler gerekmektedir.

Sonuç olarak, gazetecilik sahadaki fiziksel tanıklıktan, ekran aracılı dolaylı tanıklığa ve nihayetinde sanal ortamda simüle edilen bir tanıklığa evrilmektedir. Geleceğin gazeteciliği, teknolojiyi sadece bir sunum aracı olarak değil, etik bir sorumluluk alanı olarak gören; sanal deneyimin yarattığı "bulunma hissi" ile gazeteciliğin gerektirdiği "doğruluk disiplini" arasında denge kurabilen yeni normlara ihtiyaç duymaktadır. Tanıklık, Metamedya çağında artık sadece fiziksel bir "orada olma" durumu değil, dijital ve etik bir "sorumluluk alma" eylemi olarak yeniden tanımlanmalıdır.

KAYNAKÇA

AA. (2022, Şubat 6). *Metaverse: Neredeyiz ve nereye gidiyoruz?* 2025 tarihinde AA Youtube: https://www.youtube.com/watch?v=SFsBnJt7z7A adresinden alındı

AA. (2022). *Metaverse: Neredeyiz ve nereye gidiyoruz?* . Anadolu Ajansı: https://www.youtube.com/watch?v=SFsBnJt7z7A adresinden alındı

Aarseth, E. J. (1997). *Cybertech Perspectives on Ergodic Literature.* Baltimore / London: The Johns Hopkins University Press.

Agamben, G. (2004). *Tanık ve Arşiv: Auschwitz'den Artakalanlar.* (A. İ. Başgül, Çev.) İstanbul: Dipnot Yayınları.

Akkuş, İ., & Özhan, U. (2017). Matematik ve Geometri Eğitiminde Artırılmış Gerçeklik Uygulamaları. *İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4*(8), 19-33.

Allan, S. (2013). *Citizen Witnessing: Revisioning Journalism in Times of Crisis.* Cambrige, UK: Polity Press.

Altınörs, A. (2011). Platon ile Aristoteles'in Retorik Anlayışlarının Karşılaştırılması. *EKEV Akademi Dergisi, 15*(49), 81-92.

AmazeVR. (2025). *NOW PLAYING Exclusively in theaters and VR*. Haziran 2025 tarihinde AmazeVR: https://www.amazevr.com/ adresinden alındı

Ananny, M. (2015). Creating proper distance through networked infrastructure: Examining Google Glass for evidence of moral, journalistic witnessing. M. Carlson, & S. C. Lewis (Dü) içinde, *Boundaries of journalism: Professionalism, practices, and participation* (s. 83–99). Routledge.
Anderson, C., Bell, E., & Shirky, C. (2014). *Post Industrial Journalism: Adapting to the Present.* Columbia University. New York: Tow Center for Digital Journalism.
Arduç Kara, E. (2025). Kalem Kağıtlı Gazetecilikten Otomatikleşmeye: Haber Odalarının Dönüşümü. E. Arduç Kara, & R. Taşan (Dü) içinde, *Gazeteciliğin Dönüşümü* (s. 1-28). Konya: Eğitim Yayınevi.
Aristoteles. (1995). *Retorik.* İstabul: Yapı Kredi Yayınları.
Aristoteles. (1996). *Metafizik.* (A. Arslan, Çev.) İstanbul: Sosyal Yayınlar.
Arnold-de Simine, S., & Ch'ng, E. (2023). Distributed Remembering: Virtual Reality Testimonies and Immersive Witnessing. S. Jones, & R. Woods (Dü) içinde, *The Palgrave Handbook of Testimony and Culture* (s. 301–323). Palgrave Macmillan.
Aslan, A., & Albayrak, M. A. (2022). Robot Gazetecilik. S. Bayrakcı, & S. Özay (Dü) içinde, *Dijital Çağda Uzman Gazetecilik 2* (s. 243). İstanbul: Çizgi Kitabevi.
Assmann, J. (2006). *Religion and Cultural Memory: Ten Studies.* California: Stanford University Press.
Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B. (2001). Recent Advances in Augmented Reality. *IEEE Computer Graphics and Applications, 21*(6), 34-47.
Bölükbaşı, S. (2024). Dijital Dönüşüm Sonrası Gazetecilikte Yaşanan Yenilikçi İkilemi Üzerine Ampirik Bir Araştırma. *Journal of Communication Science Researches,, 4*(2), 134-153.
Badem, S. (2021). Ceza Muhakemesi Hukukunda Tanık. *Türkiye Adalet Akademisi Dergisi, 12*(24), 289-326.
Balcytiene, A., Raeymaeckers, K., & Vartanova, E. (2011). Changing Practices of Journalism. J. Trappel (Dü.) içinde, *Media in Europe Today* (s. 221–233). Bristol, Chicago, USA: Intellect.
Bauckham, R. (2006). *Jesus and the eyewitnesses: the Gospels as eyewitness testimony.* Michigan: Wm. B. Eerdmans Publishing Co.
Bayrak, T., & Yengin, D. (2020). Karma Gerçeklik Teknolojisinde Göz İzleme Tekniği: Göz İzleme Metrikleri Ve Navigasyon Verilerinin İncelemesi. *Turkish Online Journal of Design Art and Communication, 10*(4), 587 - 596.
Bayrakcı, S., & Özay, S. (2022). Data Journalism in Turkey: Developing a Scale and Measuring Journalists' Skills. *İnsan ve Toplum, 12*(4), 74-98.
BBC. (2016, Aralık 13). *We Wait VR.* Aralık 2025 tarihinde bbc.co.uk: https://www.bbc.co.uk/taster/pilots/we-wait adresinden alındı
Behçecioğlu, E. H. (2021). Retoriğin Temel Unsurları Olan Ethos-Pathos-Logos Perspektifinden İknaSanatının Kullanılışı: Müge Anlı Örneği. *Aksaray İletişim Dergisi, 3*(1), 16-42.
Bender, J. R., Davenport, L. D., Drager, M. W., & Fedler, F. (2019). *Writing and Reporting for the Media* . New York: Oxford University Press.
Benkler, Y. (2006). *The Wealth of Networks: How Social Production Transforms Markets and Freedom.* London: Yale University Press.
Bennett, J. (2005). *Empathic Vision: Affect, Trauma, and Contemporary Art.* Stanford: Stanford University Press.
Bennett, W. L., & Serrin, W. (2005). The Press. N. York, G. Overholser, & K. H. Jamieson (Dü) içinde, *Institutions of American Democracy: The Press* (s. 395-405). Oxford University Press.
biblehub. (2025). *Testimony*. Haziran 2025 tarihinde biblehub: https://biblehub.com/topical/t/testimony.htm adresinden alındı
Bishop, B. (2013). *Digital empathy: how 'Hunger in Los Angeles' broke my heart in a virtual world*. 2022 tarihinde www.theverge.com:

https://www.theverge.com/2013/6/14/4431308/digital-empathy-how-hunger-in-los-angeles-broke-my-heart-virtual-reality adresinden alındı
Boltanski, L. (2009). *Distant Suffering: Morality, Media and Politics.* Cambridge: Cambridge University Press.
Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology, 3*(2), 77-101.
Brennen, B., & Cerna, E. d. (2010). Journalism in Second Life. *Journalism Studies*, 546-554.
Briggs, A., & Burke, P. (2009). *A social history of the media: From Gutenberg to the Internet* (Cilt 3). Cambridge, Great Britain: Polity Press.
Bujić, M., Thibault, M., & Hamari, J. (2025). Adaptive Media That Feels: A Futures Workshop Exploring Implications of Immersive Systems That Sense, Respond To, and Co-construct Perception. *Mindtrek '25: Proceedings of the 28th International Academic Mindtrek Conference* (s. 428 - 431). New York: Association for Computing Machinery.
Calboli, G. (2007). The Metaphor after Aristotle. D. C. Mirhady (Dü.) içinde, *Influences on Peripatetic Rhetoric.* Boston.
Carey, J. W. (1989). *Communication as Culture: Essays on Media and Society, Revised Edition.* New York: Routledge.
Castells, & Manuel. (2010). *The Rise of the Network Society* (2nd Edition b.). Cambridge: Blackwell Publishers.
Ceuterick, M., & Ingraham, C. (2021). Immersive Storytelling and Affective Ethnography in Virtual Reality. *Review of Communication, 21*(1), 9-22.
Chesney, R., & Citron, D. (2019). Deepfakes and the New Disinformation War: The Coming Age of Post-Truth Geopolitics. *Foreign Affairs, 98*(1), 147–155.
Chouliaraki, L. (2006). *The Spectatorship of Suffering* . London: SAGE Publications.
Chouliaraki, L. (2008). The mediation of suffering and the vision of a cosmopolitan public. *Television and New Media, 9*(5), 371-391.
Chouliaraki, L. (2013). *The Ironic Spectator: Solidarity in the Age of Post-Humanitarianism.* Cambridge: Polity Press.
Christians, C. G., Glasser, T. L., McQuail, D., Nordenstreng, K., & White, R. A. (2009). *Normative Theories of the Media: Journalism in Democratic Societies.* Illinois: University of Illinois Press.
Cizek, K. (2016). *Towards a VR manifesto*. 2025 tarihinde Immerse: https://immerse.news/towards-a-vr-manifesto-b97aca901192 adresinden alındı
Coady, C. A. (1994). *Testimony: A Philosophical Study.* Oxford: Oxford University Press.
Conboy, M. (2023). *Journalism, Technology and Cultural Practice: A History.* Oxon: Routledge.
Cornell Law School. (2025, 07). *Testimony*. 2025 tarihinde Legal information Institute: https://www.law.cornell.edu/wex/testimony adresinden alındı
Craft, S., & Davis, C. (2013). *Principles of American Journalism: An Introduction.* New York: Routledge.
Critchley, S. (2014). *The Ethics of Deconstruction: Derrida and Levinas* (3. baskı b.). Edinburgh: Edinburgh University Press.
Çaba, D. (2018). Dijital Çağda Değişen Haber Sunumu: Gazetecilikte Sanal Gerçeklik Uygulamaları. *Gümüşhane Üniversitesi İletişim Fakültesi Elektronik Dergisi, 6*(1), 691-723. https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/456128 adresinden alındı
Çaplı, B. (2002). *Medya ve Etik.* Ankara: İmge Kitabevi.
Davenport, T. H., & Beck, J. C. (2001). *The Attention Economy : Understanding the New Currency of Business.* Boston: Harvard Business School Press.

Davies, N. (2008). *Flat Earth News: An Award-winning Reporter Exposes Falsehood, Distortion and Propaganda in the Global Media.* London: Chatto & Windus: Penguin Random House.
de la Pena, N., Weil, P., Llobera, J., Giannopoulos, E., Pomes, A., Spanlang, B., . . . Slater, M. (2010). Immersive Journalism: Immersive Virtual Reality for the First-Person Experience of News. *Presence Teleoperators & Virtual Environments ·, 19*(4), 291-301.
de la Peña, N., Weil, P., Llobera, J., Giannopoulos, E., Pomés, A., Spanlang, B., . . . Slater, M. (2010). Immersive Journalism:Immersive Virtual Reality for theFirst-Person Experience of News. *Presence, 19*(4), 291–301.
Deuze, M. (2008). The Changing Context of News Work: Liquid Journalism and Monitorial Citizenship. *International Journal of Communication, 2*, 848-865.
Dijck, J. v. (2007). *Mediated Memories in the Digital Age.* California: Stanford University Press.
Domínguez, E. (2017). Going Beyond the Classic News Narrative Convention: The Background to and Challenges of Immersion in Journalism. *Frontiers in Digital Humanities, 4*(10).
Doyle, P., Gelman, M., & Gill, S. (2016). *Viewing the future? Virtual reality in journalism.* Knight Foundation.
Ekström, A. (2012). Exhibiting disasters: Mediation, historicity and spectatorship. *Media, Culture & Society, 34*(4), 472– 487.
Ertuna, C., & Çenberli, Y. (2022). Türkiye'de Medya ve Demokrasi: Medyada Çoğulculuğu İzleme Raporu Üzerine Bir Analiz. *Galatasaray Üniversitesi İletişim Dergisi*(37), 136-163.
Felman, S., & Laub, D. (1992). *Testimony: Crises of Witnessing in Literature, Psychoanalysis and History.* Routledge.
FIVARS. (2025). *Festival of International Virtual and Augmented Reality Stories*. 2025 tarihinde Fivars.net: https://fivars.net/ adresinden alındı
Flick, U. (2014). *An introduction to qualitative research.* SAGE Publications Limited.
Foucault, M. (1980). *Power/Knowledge: Selected Interviews and Other Writings 1972-1977.* New York: Pantheon Books.
Foucault, M. (2012). *İktidarın Gözü* (3. Baskı b.). (I. Ergüden, Çev.) İstanbul: Ayrıntı Yayınları.
Frosh, P., & Pinchevski, A. (2009). Introduction: Why Media Witnessing? Why Now? *Media Witnessing Testimony in the Age of Mass Communication.* içinde London: Palgrave Macmillan.
Gülleb, O. (2022). Algoritmaların Haber Alma Biçimlerine Etkileri: Veri Gazeteciliği ve Algoritmalar. N. Emel Dilmen, & C. Tokgöz Şahoğlu (Dü) içinde, *Sosyal Medya ve Algoritmalar* (s. 155-202). İstanbul: Kriter Yayınevi.
Gülleb, O. (2022). Algoritmaların Haber Alma Biçimlerine Etkileri: Veri Gazeteciliği ve Algoritmalar. N. E. Dilmen, & C. Tokgöz Şahoğlu (Dü) içinde, *Sosyal Medya ve Algoritmalar* (s. 155-202). İstanbul: Kriter.
Gülleb, O. (2022). Metaverse'de Habercilik: Metamedya. *Dijital Çağda Uzman Gazetecilik 2* (s. 201-222). içinde İstanbul: Çizgi Kitabevi.
Güzel, C. (2016). Kırşehir'den Derlenen Efsanelerin Retorik Analizi. Kırşehir: Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü .
Gaillard, P. (1991). *Gazetecilik.* (M. S. Şahinoğlu, Çev.) İstanbul: İletişim Yayınları.
Gelfert, A. (2014). *A Critical Introduction to Testimony.* London: Bloomsbury Publishing.
Geriş, A., & Tunga, Y. (2020). Sanal Gerçeklik Ortamlarında Bulunma Hissi. *Manina Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 4*(18), 261-282.
Gerrig, R. (1993). *Experiencing Narrative Worlds On the Psycological Activities of Reading.* Colorado: Yale University Press.

Gillespie, T. (2014). The Relevance of Algorithms. T. Gillespie, P. J. Boczkowski, & K. A. Foot (Dü) içinde, *Media Technologies: Essays on Communication, Materiality, and Society* (s. 167-194). Cambridge, MA: The MIT Press.
Girgin, A. (2005). *Haber Yazmak.* İstanbul: Der Yayınları.
Girgin, A. (2014). *Gazeteciliğin Temel İlkeleri.* İstanbul: Der Yayınları.
Goldhaber, M. H. (1997). The attention economy and the Net. *First Monday, 2*(4).
Halbwachs, M. (1980). *The Collective Memory.* (F. J. Ditter, & V. Y. Ditter, Çev.) New York: Harper Colophon Books.
Hannerz, U. (2004). *Foreign news : exploring the world of foreign correspondents.* London: The University of Chicago Press.
Hermida, A. (2010). Twittering the news: The emergence of ambient journalism. *Journalism Practice, 4*(3), 297–308.
Hjarvard, S. (2013). *The Mediatization of Culture and Society.* Abingdon.
IDA. (2025, 06 26). *Tribeca Immersive 2025: Better Off Together*. (K. Cizek, Editör, & International Documentary Association) 08 2026 tarihinde Documentary: https://www.documentary.org/online-feature/tribeca-immersive-2025-better-together?gad_source=1&gad_campaignid=22311014318&gbraid=0AAAADAnoQQLtSyD-k11DvGOmAotKKInA adresinden alındı
Independent Turkiye. (2022, Mayıs 18). *DEVA Partisi Metaverse'te miting düzenledi*. Aralık 2025 tarihinde Indyturk: https://www.indyturk.com/node/511351/siyaset/deva-partisi-metaversete-miting-d%C3%BCzenledi-babacan-bat%C4%B1daki-asyadaki-gen%C3%A7lerin adresinden alındı
Independent Turkiye. (2022, 04 18). *DEVA Partisi Metaverse'te miting düzenledi... Babacan: Batı'daki, Asya'daki gençlerin daha iyi hayat yaşamasını içime sindiremiyorum* . indyturk.com: https://www.indyturk.com/node/511351/siyaset/deva-partisi-metaversete-miting-d%C3%BCzenledi-babacan-bat%C4%B1daki-asyadaki-gen%C3%A7lerin adresinden alındı
Jebril, N., Stetka, V., & Loveless, M. (2013). *Media and Democratisation: What is Known about the Role of Mass Media in Transitions to Democracy.* New York: Reuters Institute For The Study Of Journalism.
Jenkins, H. (2006). *Convergence Culture: Where Old and New Media Collide.* New York: New York University Press.
Jones, S. (2017). Disrupting the narrative: immersive journalism in virtual reality. *Journal of Media Practice, 18*(2-3), 171-185.
Kültür AŞ. (2025). *Gelenekten Geleceğe: Kültürel Belleğin Dijital Yansımaları*. 06 2025 tarihinde dijitaldeneyimmerkezi.com: https://www.dijitaldeneyimmerkezi.com/Home/ExhibitionFromTraditionToFuture adresinden alındı
Kültür AŞ. (2025). *Van Gogh: Işığın İzinde*. 2025 tarihinde dijitaldeneyimmerkezi.com: https://www.dijitaldeneyimmerkezi.com/Home/ExhibitionVanGogh adresinden alındı
Küng, L. (2015). *Innovators in Digital News* . London: I.B.Tauris & Co.
Katz, J. E. (2011). Communication perspectives on social networking and citizen journalism challenges to traditional newspapers. *22nd European Regional ITS Conference.* Budapest: International Telecommunications Society.
Kesler, M. (2022). Tanıklıklar 2: Adım Adım Gazetecilik. S. Bayrakcı, & S. Özay (Dü) içinde, *Dijital Çağda Uzman Gazetecilik 2* (s. 11-14). İstanbul: Çizgi Kitabevi.
Knobel, B. (2018). *The Watchdog Still Barks.* New York: Fordham University Press.
Koç Başaran, Y. (2017). Sosyal Blimlerde Örnekleme Kuramı. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, 5*(47), 480-495.
Koskinen-Koivisto, E., & Seitsonen, O. (2019). Landscapes of Loss and Destruction Sami Elders' Childhood Memories of the Second World War. *Ethnologia Europaea, 49*(1), 24-40.

Kovach, B., & Rosenstiel, T. (2021). *The Elements of Journalism* (4. Baskı b.). New York: Crown.
La Biennale di Venezia. (2025). *Extended Reality (XR) section of 82th Venice International Film Festival of La Biennale di Venezia*. 2025 tarihinde Venice Immersive: https://www.labiennale.org/en/cinema/2025/venice-immersive-0 adresinden alındı
Lee, L.-H., Braud, T., Zhou, P., Wang, L., Xu, D., Lin, Z., . . . Hui, P. (2021). All one needs to know about metaverse: A complete survey on technological singularity, virtual ecosystem, and research agenda. *arXiv, 14*(8).
Lévinas, E. (2006). *Otherwise Than Being, Or, Beyond Essence.* (6. baskı b.). Pennsylvania: Duqueste University Press.
Müzeverse. (2025). *Türkiye'nin İlk sanal gerçeklik müzesi*. 08 2025 tarihinde muzeverse.com.tr: https://www.muzeverse.com.tr/ adresinden alındı
McQuail, D. (2013). *Journalism and Society.* Los Angeles: SAGE Publications.
Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook* (3. Baskı b.). California: SAGE Publications.
Mocan, F. G. (2021). Agamben: Tanığın İzini Sürerken. *Toplum ve Kültür Araştırmaları Dergisi*(7), 88-109.
Mortensen, M. (2015). Connective witnessing: Reconfiguring the relationship between the individual and the collective. *Information, Communication & Society*, 1393–1406.
Murray, J. H. (2012). *Inventing the Medium: Principles of Interaction Design as a Cultural Practice.* Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
Nakano, D., & Muniz Jr., J. (2018). Writing the literature review for an empirical paper. *Production*(28).
Napoli, P. M. (2014). Automated Media: An Institutional Theory Perspective on Algorithmic Media Production and Consumption. *Communication Theory, 24*(3), 340-360.
Narmanlıoğlu, H. (2016). İnternet Haber Sitelerinde Eşik Bekçiliği. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergis, 20*(1), 153-168.
Narmanlıoğlu, H. (2022). Haber Editörlüğü. S. Bayrakcı, & S. Özay (Dü) içinde, *Dijital Çağda Uzman Gazetecilik 2* (s. 15-24). İstanbul: Çizgi Kitabevi.
Nash, K. (2018). Virtual Reality Witness: Exploring the Ethics of Mediated Presence. *Studies in Documentary Film, 12*(2), 119-131.
Norris, P. (2014). Watchdog Journalism. M. Bovens, R. E. Goodin, & T. Schillemans (Dü) içinde, *The Oxford handbook of public accountability* (s. 525-544). New York: Oxford University Press.
Nyre, L., & Vindenes, J. (2021). Immersive journalism as witnessing. T. Uskali, A. Gynnild, S. Jones, & E. Sirkkunen (Dü) içinde, *Immersive journalism as storytelling: Ethics, production, and design* (s. 176–187). Routledge.
NYT. (2015, Kasım 5). *The Displaced Introduction*. 2025 tarihinde nytimes.com: https://www.nytimes.com/2015/11/08/magazine/the-displaced-introduction.html adresinden alındı
OED. (2025). *witness*. Haziran 2025 tarihinde Oxford English Dictionary: https://www.oed.com/dictionary/witness_n?tl=true&tab=etymology adresinden alındı
Oliver, K. (2001). *Witnessing: beyond recognition.* Minneapolis, London: University of Minnesota Press.
Oliver, K. (2001). *Witnessing: beyond recognition.* Minneapolis: University of Minnesota Press.
Oliver, K. (2015). Witnessing, Recognition, and Response Ethics. *Philosophy & Rhetoric, 48*(4), 473-493.
Oxford University Press. (2025, Ekim). *Testimony, n., Etymology*. 2025 tarihinde Oxford English dictionary: https://doi.org/10.1093/OED/9776254672 adresinden alındı.

Öskay, Ü. (2020). *İletişimin ABC'si* (9. Baskı b.). İstanbul: İnkılap Kitabevi.
Özkan, Ç. (2020). Yeni Medyada Dijital Hikaye Anlatısına Yeni Bir Yaklaşım: Haber Oyunları. *Etkileşim*(6), 146-167.
Pantti, M. (2019). Journalism and Witnessing. K. Wahl-Jorgensen, & T. Hanitzsch (Dü) içinde, *The Handbook of Journalism Studies* (2nd Edition b., s. 151-164). New York: Routledge.
Patton, M. Q. (2014). *Nitel araştırma ve değerlendirme Yöntemleri.* (M. Bütün, & S. B. Demir, Çev.) İstanbul: Pegem Akademi Yayıncılık.
Pavlik, J. V. (2001). *Journalism and New Media.* New York: Columbia University Press.
Pavlik, J. V. (2019). *Journalism in the Age of Virtual Reality: How Experiential Media Are Transforming News.* New York: Columbia University Press.
Pavlik, J. V., & Pavlik, J. O. (2017). Understanding Quality in Digital Storytelling: A Theoretically Based Analysis of the Interactive Documentary. M. Friedrichsen, & Y. Kamalipour içinde, *Digital Transformation in Journalism and News Media* (s. 381-396). Springer International Publishing.
Peters, J. D. (2001). Witnessing. *Media, Culture & Society, 23*(6), 707-723.
Porgham, S. (2023). Sosyal Medyanın Yükselişiyle Haber Olgusunun Gerçeklik Bağlamında Çöküşü: Post-Truth ve Haber Erozyonu. T. Maral (Dü.) içinde, *Yeni Medya ve Gazetecilik.* Lyon: Livre de Lyon.
Posetti, J. (2018). *Time to step away from the 'bright, shiny things'? Towards a sustainable model of journalism innovation in an era of perpetual change.* University of Oxford. İngiltere: Reuters Institute.
Ragin, C. C. (2014). *The Comparative Method: Moving Beyond Qualitative and Quantitative Strategies* . University of California Press.
Raico, R., & Yayla, A. (2011). Klâsik Liberalizm Nedir? *Liberal Düşünce Dergisi*(64), 69-73.
Reading, A. (2009). Mobile Witnessing: Ethics and the Camera Phone in the 'War on Terror'. *Globalizations, 6*(1), 61-76.
Roger, K., & Hatala, A. (2025). The Face as Image: Witnessing, Minimizing Harm and Testimony. *International Journal of Qualitative Methods, 24*.
Rose, M. (2018). The immersive turn: Hype and hope in the emergence of virtual reality as a nonfiction platform. *Studies in Documentary Film, 12*(2), 132–149.
Ryan, M. -L. (2006). *Avatars of Story.* Minneapolis / London: University of Minnesota Press.
Salas, B. (2018). *Basic Concept of Journalism.* UK: EdTech Press.
Schankweiler, K., Straub, V., & Wendl, T. (2019). *Image testimonies Witnessing in times of social media.* (K. Schankweiler, V. Straub, & T. Wendl, Dü) Oxon: Routledge.
Scherr, S., Bachl, M., & de Vreese, C. H. (2018). Searching for Watchdogs: Investigating Journalistic Role Performance Using Latent-Class Analysis. *Journalism Studies, 20*(11), 1635-1652.
Schudson, M. (2003). *The Sociology of News.* New York: W. W. Norton & Company.
SF Dance Film Festival. (2025). *The Co-Laboratory*. 2025 tarihinde San Francisco Dance Film Festival: https://sfdancefilmfest.org/co-lab/ adresinden alındı
Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2003). *Understanding Virtual Reality.* Cambridge: Elsevier.
Shoemaker, P. J., & Vos, T. P. (2009). *Gatekeeping Theory.* Oxon: Taylor & Francis.
Silverstone, R. (2007). *Media and Morality: On the Rise of the Mediapolis.* Cambridge: Polity Press.
Silverstone, R. (2022). Complicity and Collusion in the Mediation of Everyday Life. *New Literary History, 33*(4), 761–780.
Simon, H. A. (1971). Designing organizations for an information-rich world. M. Greenberger (Dü.) içinde, *Computers, Communications, and the Public Interest* (s. 37-72). Baltimore: The Johns Hopkins Press.
Sontag, S. (2016). *Regarding the Pain of Others.* New York City: Farrar, Straus and Giroux.

Standage, T. (1998). *The Victorian internet: The remarkable story of the telegraph and the nineteenth century's on-line pioneers.* New York: Walker & Company.
Sundar, S., Kang, J., & Oprean, D. (2017). Being There in the Midst of the Story: How Immersive Journalism Affects Our Perceptions and Cognitions. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking, 20*(11), 672-682.
Swaminathan, S., & Schellenberg, E. G. (2015). Current Emotion Research in Music Psychology. *Emotion Review, 7*(2), 189-197.
TheGuardian. (2016, Nisan 27). *6x9: A virtual experience of solitary confinement*. Ocak 2022 tarihinde www.theguardian.com: https://www.theguardian.com/world/ng-interactive/2016/apr/27/6x9-a-virtual-experience-of-solitary-confinement adresinden alındı
ToDA. (2025). *A Real Place for Unreal Experience*. 2025 tarihinde ToDA: https://toda.ae/ adresinden alındı
Tokgöz, O. (2010). *Temel Gazetecilik* (8. Baskı b.). İstanbul: İmge Yayınevi.
Torraco, R. J. (2016). Writing Integrative Literature Reviews: Using the Past and Present to Explore the Future: Using the Past and Present to Explore the Future. *Human Resource Development Review, 15*(4), 404-428.
TRT. (2025). *Witness the Genocide*. 2025 tarihinde Trt World Youtube: https://www.youtube.com/shorts/czQcXEAUIrM adresinden alındı
TRT World. (2025). *TRT World's digital team brought the reality of war-torn Gaza to life using immersive 360° cameras*. TRT World: https://www.linkedin.com/posts/trtworld_turkish-tech-giant-baykars-selcuk-bayraktar-activity-7374767770648952832-IAnn adresinden alındı
Tuchman, G. (1978). *Making News: A Study in Construction of Reality.* New York: The Free Press.
Twining, W. (2006). *Rethinking Evidence* (2nd edition b.). Cambridge University Press.
Ugland, E., & Henderson, J. (2007). Who Is a Journalist and Why Does it Matter? Disentangling the Legal and Ethical Arguments. *Journal of Mass Media Ethics, 22*(4), 241-26.
Unreal city. (2023). *Unreal city, full of dreams: Storytelling in the City of London*. 2025 tarihinde imitatingthedog: https://www.imitatingthedog.co.uk/2023/08/30/unreal-city-full-of-dreams-storytelling-in-the-city-of-london/ adresinden alındı
Ward, S. J. (2015). *Radical Media Ethics A Global Approach.* Oxford: John Wiley & Sons.
Ward, S. J. (2021). *Ethics And The Media An Introduction* (2. Baskı b.). Cambridge: Cambridge University Press.
Ward, S. J. (2025). *Digital Media Ethics*. 2025 tarihinde ethics.sjmc.wisc.edu: https://ethics.sjmc.wisc.edu/resources/digital-media-ethics/ adresinden alındı
Weir, L. (2008). The concept of truth regime. *Canadian Journal of Sociology, 33*(2), 367-389.
Wendl, T. (2019). From Cape Town to Timbuktu: Iconoclastic testimonies in the age of social media. K. Schankweiler, V. Straub, & T. Wendl (Dü) içinde, *Image testimonies: Witnessing in times of social media* (s. 167-182). Oxon: Routledge.
White, D. M. (1950). The "Gate Keeper": A Case Study in the Selection of News. *Journalism Bulletin, 4*(27), 383-390.
X Media Art Museum. (2023, 07 10). *(X Media Art Museum) Yeni Sergisi "MASTERPIECE / An Immersive AI Experience" ile (DasDas)'ta!* bi-ozet.com: https://bi-ozet.com/2023/07/10/x-media-art-museum-yeni-sergisi-masterpiece-an-immersive-ai-experience-ile-dasdasta/ adresinden alındı
Yöndem, T., & Karadağ, G. H. (2019). ARTIRILMIŞ GERÇEKLİKLE DEĞİŞEN HABER SUNUMU. *Yeni Medya Elektronik Dergi - eJNM, 3*(1), 22-44.
Yeni Şafak. (2022, Ocak 26). *AK Parti Metaverse çalıştayı yapacak*. Aralık 2025 tarihinde Yeni Şafak: https://www.yenisafak.com/gundem/ak-parti-metaverse-calistayi-yapacak-3741848 adresinden alındı

Yeni Şafak. (2022, 01 17). *AK Parti'den dijital devrim: Metaverse ortamında ilk siyasi toplantı* . www.yenisafak.com: https://www.yenisafak.com/gundem/ak-partiden-dijital-devrim-metaverse-ortaminda-ilk-siyasi-toplanti-3730670 adresinden alındı
Zelizer, B. (1990). Achieving Journalistic Authority through Narrative. *Critical Studies in Mass Communication, 7*(4), 366–376.
Zelizer, B. (2004). *Taking Journalism Seriously: News and the Academy.* London: Sage Publications.
Zelizer, B. (2010). *About to Die.* New York: Oxford University Press,.
Zelizer, B. (2011). Photography, Journalism, and Trauma. B. Zelizer, & S. Allan (Dü) içinde, *Journalism After September 11* (2. Baskı b., s. 55–72). Oxon: Routledge.

YENİ NESİL AKILLI MARİNALAR İÇİN DİJİTAL PAZARLAMA STRATEJİLERİ

Güzide Öncü EROĞLU PEKTAŞ
Istanbul University- Cerrahpaşa, Faculty of Engineering Maritime Transportation Management Engineering, 34320 Avcılar / İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
ORCID: 0000-0001-9685-5334

ÖZET
Günlük yaşamda akıllı saatlerden mobil bankacılık uygulamalarına kadar hızla artan dijitalleşme eğilimi, hizmet sektörlerinde olduğu gibi marina işletmeciliğinde de önemli bir dönüşüm yaratmıştır. Geleneksel olarak yat bağlama, kiralama ve bakım gibi işlemler yüz yüze yürütülürken, günümüzde bu hizmetlerin büyük bir bölümü çevrimiçi platformlara taşınmıştır. Mariani ve ark. (2021), IoT tabanlı sensör ağları ve işbirlikçi otonom sistemlerin kıyı ve marina operasyonlarında gerçek zamanlı veri üretimi sağlayarak karar süreçlerini optimize ettiğini göstermekte; bu yönüyle akıllı marinaların teknolojik temelini tanımlamaktadır. Yeni nesil akıllı marina yaklaşımı, yalnızca dijital altyapının kurulmasıyla sınırlı değildir. Teknolojik bileşenlerin yat sahiplerinin beklentileri, davranışları ve kullanım alışkanlıklarıyla uyumlu biçimde bütünleştirilmesi, müşteri deneyimini iyileştiren en kritik unsur olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışmada geleneksel ve akıllı marina hizmet modelleri karşılaştırılmış; akıllı marina kavramı dijital pazarlama uygulamalarıyla birlikte ele alınmıştır. Bu kapsamda, marinalarda uygulanan dijital pazarlama faaliyetlerini konu alan akademik çalışmalar incelenmiş; ilgili makaleler içeriklerine göre sınıflandırılarak tematik kategori ve gruplamalar oluşturulmuştur.
Anahtar Kelimeler: Akıllı Marina, Yat Limanları, Dijital Pazarlama

DIGITAL MARKETING STRATEGIES FOR NEXT-GENERATION SMART MARINAS

ABSTRACT
The rapid increase in digitalisation in daily life, from smartwatches to mobile banking applications, has significantly transformed marina management, as well as the service sector. While traditional operations such as yacht mooring, rental and maintenance were conducted in person, a large proportion of these services now take place on online platforms. Mariani et al. (2021) demonstrate that Internet of Things (IoT)-based sensor networks and collaborative autonomous systems optimise decision-making processes by providing real-time data on coastal and marina operations, thereby establishing the technological basis of smart marinas. The new generation of smart marinas is not limited to establishing digital infrastructure. The most critical factor in improving the customer experience is the integration of technological components in a manner consistent with boat owners' expectations, behaviours, and usage habits. This study compares traditional and smart marina service models, examining the concept of smart marinas in conjunction with digital marketing applications. In this context, academic studies on digital marketing activities implemented in marinas were examined. The relevant articles were classified according to their content and organised into thematic categories.
Key Words: Smart Marinas, Marinas, Dijital Marketing

1. GİRİŞ

21. yüzyılda değişen küresel dinamikler doğrultusunda, fiziksel ürün ve hizmetler dijital ortamlar aracılığıyla müşterilerin istek ve ihtiyaçlarına sunulmakta; dünyanın herhangi bir noktasında üretilen veya yetiştirilen ürünler, küresel tedarik ve lojistik ağları sayesinde müşterinin talebi doğrultusunda farklı coğrafyalara taşınarak dağıtılmaktadır. Bu süreçte yaşanan teknolojik ilerlemeler, toplumları, şehirleri ve özellikle sistem içerisindeki insan aktörlerini çok boyutlu biçimde dönüştürmekte; dijital dönüşümün artan hızıyla birlikte yapay zekâ uygulamaları ulaşım sektörü başta olmak üzere birçok sektörde geleneksel insan temelli görev ve rollere meydan okumaktadır (Chinoracký & Čorejová, 2019).

Dijitalleşme, yalnızca tüketicilerin yaşamını kolaylaştıran bir araç olmanın ötesinde, işletmelere geleneksel pazarlamaya kıyasla daha düşük maliyetlerle geniş kitlelere ulaşma ve müşteri profillerini daha etkin analiz etme imkânı sunmaktadır. Bu doğrultuda, hizmet ve denizcilik sektörlerinin kesişim noktasında faaliyet gösteren marina işletmeleri, dijital platformlar aracılığıyla aracısız ve hızlı biçimde müşterileriyle iletişim kurabilmekte, bilinirliliğini artırarak artırmaktadır (Nemlioğlu & Arslan, 2023). Gelecekte ise akıllı marina sistemlerinin gelişimiyle birlikte, sensörler ve dijital platformlar aracılığıyla otonom veri toplama, işleme ve depolamaya dayalı yapılar yaygınlaşacak; bu sistemler mavi ekonomi ve deniz ekosistemi temelli karar alma süreçlerinin veri gereksinimlerine cevap veren önemli araçlar hâline gelecektir (Mariani et al., 2021). Marinalardaki bu dijital dönüşüm yeni müşteri bulma, marka bilinirliliği ve müşteri ilişkileri yönetimi gibi pek çok pazarlama alanında marina işletmesine katkı sağlayacaktır.

Akıllı Marina Kavramı

Akıllı marina teknolojilerinin temelini oluşturan Nesnelerin İnterneti (IoT) ve otonom sistem entegrasyonu sahil gözlem ve kıyı uygulamalarında etkin biçimde kullanılmaktadır (Mariani et al., 2021). Mariani ve arkadaşlarının (2021) çalışması, marina özelinden ziyade daha geniş bir çerçevede sahil gözlem sistemlerinde IoT tabanlı sensör ağları ve otonom sistemlerin entegrasyonunu incelemişler ve bu teknolojilerin akıllı deniz alanları ile akıllı marina uygulamalarının temel teknolojik altyapısını tanımlamışlardır. Benzer şekilde, akıllı liman ve marina uygulamalarında IoT tabanlı izleme ve veri yönetim sistemlerinin operasyonel verimlilik ve sürdürülebilirlik açısından kritik rol oynadığı uluslararası literatürde vurgulanmaktadır (Heilig et al., 2017; Lam & Yap, 2019). Türkiye bağlamında yapılan çalışmalar ise, marina işletmelerinde dijital platformlar ve akıllı sistemlerin müşteri ilişkileri, hizmet sunumu ve rekabet avantajı açısından giderek daha önemli hâle geldiğini ortaya koymaktadır (Nemlioğlu & Arslan, 2023).

Yeni nesil akıllı marinaların insan-merkezli dijital dönüşüm yapısını göstermektedir. Teknolojik altyapı (IoT, otonom sistemler, veri analitiği), müşteri deneyimi, sürdürülebilirlik ve yönetişim boyutları birbirine bağlı bir ekosistem olarak modellenmiştir. IoT ve otonom sensör ağlarının kıyı/sahil uygulamalarında kullanılması akıllı denizcilik teknolojilerinin temelini oluşturur (Mariani et al., 2021). Denizcilikte ise insan unsurunun otomasyon ve dijitalleşme ile etkileşimi, gemi personelinin rollerinin yeniden tanımlanmasını gerekli kılmaktadır (Li & Yuen, 2024). Marina 5.0 yaklaşımıyla teknolojinin insanı desteklediği; hizmet kalitesinin, operasyonel verimliliğin ve çevresel sürdürülebilirliğin bütünleştiği bir yapı sunmaktadır (Ghobakhloo et al., 2024).

Yat limanlarında sunulan temel hizmetler, kolaylaştırıcı hizmetler ve destekleyici hizmetler olarak sınıflandırmıştır. Buna göre kılavuzluk hizmetleri, deniz telsiziyle haberleşme, çekmeatma, kışlama gibi hizmetler temel hizmetler arasında yer alırken; müşterilerin temel hizmetlerden yararlanmalarını sağlayan yakıt, elektrik-su, bakım-onarım gibi hizmetler kolaylaştırıcı hizmetler arasındadır. (Koç, 2022)

Dijital Pazarlama Uygulamaları

Literatürde akıllı marinalarda dijital pazarlama uygulamaları; Nesnelerin İnterneti (IoT), veri temelli karar destek sistemleri ve dijital iletişim kanalları aracılığıyla müşteri deneyiminin

iyileştirilmesi, hizmet kalitesinin artırılması ve rekabet avantajı sağlanması bağlamında ele alınmakta olup, bu yaklaşımlar dijital pazarlamanın etkileşim, kişiselleştirme ve değer yaratma odaklı dönüşümüyle örtüşmektedir (Kotler et al., 2017; Chaffey & Ellis-Chadwick, 2019). Marina hizmet sağlayıcılarının sosyal medya kullanımı, dijital rezervasyon sistemleri, mobil uygulamalar, veri analitiği, influencer iş birlikleri, sanal gerçeklik (VR) ve 360° sanal turlar ile destinasyon ve rota önerileri gibi dijital pazarlama uygulamaları, hizmet pazarlaması ve dijital müşteri etkileşimi literatüründe öne çıkan çağdaş araçlar arasında yer almaktadır (Chaffey & Ellis-Chadwick, 2019; Kotler et al., 2017). Bu araçların etkin kullanımı, özellikle destinasyon seçimi ve rota planlama süreçlerinde dijital temas noktalarının önem kazandığı turizm ve denizcilik bağlamında, marina işletmelerinin marka bilinirliği ve tercih edilebilirliğini artırabilmektedir (Gretzel et al., 2015). Marinalarda uygulanan dijital dönüşüm odaklı pazarlama stratejileri, müşteri kazanımı ve pazar penetrasyonunun artırılması yoluyla denizcilik sektöründe rekabet avantajı yaratmakta ve sektörün daha katma değerli bir yapıya evrilmesine katkı sağlamaktadır.

Mevcut literatür, marinalarda dijital pazarlama uygulamalarının müşteri tercihleri, marka imajı ve çevrim içi görünürlük üzerindeki etkisini ağırlıklı olarak sosyal medya kullanımı, web sitesi etkinliği ve dijital iletişim araçları çerçevesinde ele almakta; bu uygulamaların çoğunlukla tanıtım ve bilgi verme odaklı kaldığını ortaya koymaktadır (Yılmaz & Serçek, 2019; Paker & Paker, 2020; Nemlioğlu & Arslan, 2023; Karadağ & İnak Özberk, 2024).

Literatürde akıllı marinalarda dijital pazarlama uygulamaları; Nesnelerin İnterneti (IoT), veri temelli karar destek sistemleri ve dijital iletişim kanalları aracılığıyla müşteri deneyiminin iyileştirilmesi, hizmet kalitesinin artırılması ve rekabet avantajı sağlanması çerçevesinde ele alınmaktadır. Bu yaklaşım, dijital pazarlamanın etkileşim, kişiselleştirme ve değer yaratma odaklı dönüşümüyle örtüşmektedir (Kotler et al., 2017; Chaffey & Ellis-Chadwick, 2019). Marina hizmet sağlayıcılarının sosyal medya platformları, dijital rezervasyon sistemleri, mobil uygulamalar, veri analitiği, influencer iş birlikleri, sanal gerçeklik (VR) ve 360° sanal turlar ile destinasyon ve rota önerileri gibi araçları kullanması, hizmet pazarlaması ve dijital müşteri etkileşimi literatüründe öne çıkan çağdaş uygulamalar arasında yer almaktadır. Bu dijital temas noktalarının etkin kullanımı, özellikle destinasyon seçimi ve rota planlama süreçlerinde dijital kanalların belirleyici olduğu turizm ve denizcilik bağlamında, marina işletmelerinin marka bilinirliğini ve tercih edilebilirliğini artırabilmektedir (Gretzel et al., 2015). Bununla birlikte mevcut çalışmalar, marinalarda dijital pazarlama uygulamalarının müşteri tercihleri, marka imajı ve çevrim içi görünürlük üzerindeki etkisini ağırlıklı olarak sosyal medya kullanımı, web sitesi etkinliği ve temel dijital iletişim araçları üzerinden incelemekte; bu uygulamaların çoğunlukla tanıtım ve bilgi verme amacıyla sınırlı kaldığını göstermektedir (Yılmaz & Serçek, 2019; Paker & Paker, 2020; Nemlioğlu & Arslan, 2023; Karadağ & İnak Özberk, 2024).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada nitel araştırma yöntemi benimsenmiş ve araştırma deseni olarak literatürel derleme kullanılmıştır. Literatürel derleme, belirli bir alanda mevcut bilgi birikimini sistematik biçimde analiz ederek kavramsal çerçeve oluşturmayı amaçlayan bir yöntemdir (Webster & Watson, 2002; Creswell, 2013). Bu kapsamda, marinalarda uygulanan dijital pazarlama faaliyetlerini konu alan akademik çalışmalar incelenmiş; ilgili makaleler içeriklerine göre sınıflandırılarak tematik kategori ve gruplamalar oluşturulmuştur. Ayrıca, söz konusu alanda yoğunlaşan dijital pazarlama uygulamaları ile bu konuyu ele alan yazarlar belirlenerek literatürdeki eğilimler ortaya konmuştur.

Tablo 1. Marinalar için Dijital Pazarlama Uygulamaları

Dijital Pazarlama Stratejileri	***Uygulamalar***	***Müşteri Deneyimi***	***Literatürdeki Yazarlar***
Sosyal Medya Grupları	Tekne sahiplerine özel kapalı gruplar	Topluluk bağı, sadakat programlarını destekler.	*Nemlioğlu & Arslan (2023)* *Hays, Page & Buhalis (2013)*
Dijital rezervayson sistemleri	Online bağlama & hizmet randevusu	Hizmet hızı, kalitesini destekler.	*Buhalis & Law (2008)* *Law et al. (2014)*
Mobil uygulamalar	Konum, hava durumu, marina içi navigasyon	Rahatlık, hizmet kalitesi sunar.	*Wang, Xiang & Fesenmaier (2016)* *Li, Robinson & Oriade (2017)*
Veri Analiği	Müşteri segmentasyonu, talep tahmini	Gelir optimizasyonu, Crm faaliyetlerini gerçekleştirir.	*Wedel & Kannan (2016)* *Chaffey & Ellis-Chadwick (2019)*
İnfluencer İş birlikleri	Yelken YouTuber'ları ile tanıtım	Referans Gruplar, marka imajını destekler.	*De Veirman, Cauberghe & Hudders (2017)* *Lou & Yuan (2019)*
VR & 360° turlar	Marina keşfi	Karar sürecini hızlandırır	*Guttentag (2010)* *Tussyadiah et al. (2018*
Destinasyon-rota önerileri	Marina keşfi, deniz turizmi	Deniz turizmini destekler, tatil deneyimi yaşatır.	*Buhalis (2000)* *Gretzel et al. (2015)*

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Karadağ ve Özberk 2024 çalımasında Türkiye'deki marina işletmelerinin internet kullanımlarının etkinliğini incelenmiş ve bu işletmelerin pazarlama ve satış stratejilerinde internet sitelerine ne kadar önem verdikleri araştırılmıştır. (Karadağ&İnark Özberk, 2024) Türkiye'de ve dünyada birçok marina işletmesi dijital dönüşüm sürecine uyum sağlamak amacıyla dijital rezervasyon sistemleri, anlık rıhtım doluluk takibi, mobil uygulamalar, kişiselleştirilmiş iletişim, sosyal medya yönetimi ve veri odaklı müşteri segmentasyonu gibi uygulamalara yönelmektedir. Bu gelişmeler, marinacılık sektöründe dijital pazarlamanın artık opsiyonel bir araç olmaktan çıkıp, stratejik bir gereklilik haline geldiğini göstermektedir. akıllı marinalarda dijital pazarlama uygulamalarının müşteri deneyimini güçlendirdiğini, hizmet

süreçlerinin etkinliğini artırdığını ve veri temelli yönetim anlayışıyla marina işletmelerine sürdürülebilir rekabet avantajı sağladığını ortaya koymaktadır.

SONUÇ

Bu çalışma kapsamında elde edilen bulgular, marinalarda dijital dönüşüm odaklı pazarlama stratejilerinin müşteri kazanımı ve pazar penetrasyonunu artırarak denizcilik sektöründe rekabet avantajı yarattığını ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda marina işletmelerinin dijital pazarlama faaliyetlerini yalnızca tanıtım ve iletişim aracı olarak değil; müşteri deneyimi yönetimi, marka değeri oluşturma, veri temelli karar alma ve sürdürülebilir rekabet avantajı yaratma süreçlerinin bütüncül bir bileşeni olarak ele almaları önerilmektedir. Özellikle sosyal medya, dijital rezervasyon sistemleri, mobil uygulamalar ve çevrim içi iletişim kanallarının, Nesnelerin İnterneti (IoT) tabanlı akıllı marina altyapıları ve müşteri veri analitiği ile entegre edilmesi, dijital pazarlama uygulamalarının etkinliğini artıracaktır. Bunun yanı sıra, insan merkezli dijital dönüşüm ve Industry/Maritime 5.0 yaklaşımı çerçevesinde marina yöneticilerinin teknoloji–insan etkileşimini güçlendiren, müşteri katılımını ve çalışan dijital yetkinliklerini önceleyen stratejik dijital pazarlama modellerine yönelmeleri önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Buhalis, D. (2000). Marketing the competitive destination of the future. Tourism Management, 21(1), 97–116.

Buhalis, D., & Law, R. (2008). Progress in information technology and tourism management: 20 years on and 10 years after the Internet—The state of eTourism research. Tourism Management, 29(4), 609–623.

Chaffey, D., & Ellis-Chadwick, F. (2019). Digital marketing: Strategy, implementation and practice (7th ed.). Pearson Education.

Chaffey, D., & Ellis-Chadwick, F. (2019). Digital marketing: Strategy, implementation and practice (7th ed.). Pearson Education.

Chinoracký & Čorejová, (2019). Impact of Digital Technologies on Labor Market and the Transport Sector, 13th International Scientific Conference on Sustainable, Modern and Safe Transport (TRANSCOM 2019), High Tatras, Novy Smokovec – Grand Hotel Bellevue, Slovak Republic, May 29-31.

Creswell, J. W. (2013). Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

De Veirman, M., Cauberghe, V., & Hudders, L. (2017). Marketing through Instagram influencers: The impact of number of followers and product divergence on brand attitude. International Journal of Advertising, 36(5), 798–828.

Ghobakhloo, M., Mahdiraji, H. A., Iranmanesh, M. & Jafari-Sadeghi, V. (2024). From Industry 4.0 Digital Manufacturing to Industry 5.0 Digital Society: a Roadmap Toward Human-Centric, Sustainable, and Resilient Production. Information Systems Frontiers, 26(2), 10476.

Gretzel, U., Sigala, M., Xiang, Z., & Koo, C. (2015). Smart tourism: Foundations and developments. Electronic Markets, 25(3), 179–188.

Guttentag, D. A. (2010). Virtual reality: Applications and implications for tourism. Tourism Management, 31(5), 637–651.

Hays, S., Page, S. J., & Buhalis, D. (2013). Social media as a destination marketing tool: Its use by national tourism organisations. Current Issues in Tourism, 16(3), 211–239.

Heilig, L., Lalla-Ruiz, E., & Voß, S. (2017). Digital transformation in maritime ports: analysis and a game theoretic framework. Netnomics: Economic research and electronic networking, 18(2), 227-254.

Karadağ, L.; İnak Özberk, T. (2024). Marina İşletmeleri Web Sitelerinin İçerik Analizi: Türkiye Marinalari Örneği, Journal of Gastronomy, Hospitality and Travel, 7(3), 831-846.

Koç, E. (2022), Editör; Bayrakçı, O. Dijitalleşmeye Sosyal Bakış, Yat Limanlarında (Marinalarda) Hizmet Sunumunda Dijitalleşme Eğilimleri Ve Dijital Pazarlama Uygulamaları, Kriter Yayınları, İstanbul.
Kotler, P., Kartajaya, H., & Setiawan, I. (2017). Marketing 4.0: Moving from traditional to digital. Wiley.
Law, R., Buhalis, D., & Cobanoglu, C. (2014). Progress on information and communication technologies in hospitality and tourism. International Journal of Contemporary Hospitality Management, 26(5), 727–750.
Li, X., & Yuen, K. F. (2024). A human-centred review on maritime autonomous surfaces ships: impacts, responses, and future directions. Transport Reviews, 44(4), 791–810.
Li, X., Robinson, P., & Oriade, A. (2017). Destination marketing: The use of technology since the millennium. Journal of Destination Marketing & Management, 6(2), 95–102.
Lou, C., & Yuan, S. (2019). Influencer marketing: How message value and credibility affect consumer trust of branded content on social media. Journal of Interactive Advertising, 19(1), 58–73.
Mariani P, Bachmayer R, Kosta S, Pietrosemoli E, Ardelan MV, Connelly DP, Delory E, Pearlman JS, Petihakis G, Thompson F and Crise A (2021) Collaborative Automation and IoT Technologies for Coastal Ocean Observing Systems. Front. Mar. Sci. 8:647368.
Nemlioğlu, Y., & Arslan, A. (2023). Dijital İletişim ve Dijital Pazarlamanın Amatör Denizcilerin Marina Tercihleri Üzerindeki Etkisi. Journal of Humanities & Tourism Research (Johut), 13(3).
Paker, S. & Paker, N. (2020). Bir Dijital Pazarlama Aracı Olarak Çevrimiçi Marina Haberlerinin Analizi. Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi , 12 , 59-72.
Tussyadiah, I. P., Wang, D., Jung, T. H., & tom Dieck, M. C. (2018). Virtual reality, presence, and attitude change: Empirical evidence from tourism. Tourism Management, 66, 140–154.
Wang, D., Xiang, Z., & Fesenmaier, D. R. (2016). Smartphone use in everyday life and travel. Journal of Travel Research, 55(1), 52–63.
Webster, J., & Watson, R. T. (2002). Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. MIS Quarterly, 26(2), xiii–xxiii.
Wedel, M., & Kannan, P. K. (2016). Marketing analytics for data-rich environments. Journal of Marketing, 80(6), 97–121.
Yılmaz, Ö. D., & Serçek, E. C. (2019). Marina web siteleri etkin kullanılıyor mu? Bulgular ve değerlendirmeler. Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi, 11(2), 149–167.

11 YAŞINDAKI BIR ÇOCUKTA DOĞUŞTAN YÜZ FELCI ILE BIRLIKTE GÖRÜLEN POLAND SENDROMU: OLGU SUNUMU VE REHABILITASYON SONUÇLARI

Elisa Çalışgan
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye, ORCID:0000-0003-4710-9540

ÖZET
Poland sendromu, pektoralis major kasının tek taraflı yokluğu veya hipoplazisi ile karakterizedir ve kraniyofasiyal tutulum dahil olmak üzere ek anomalilerle birlikte görülebilir. Sol taraflı Poland sendromu ve doğuştan sol yüz felci olan 11 yaşındaki erkek çocuk, önceki rehabilitasyon sürecinin ardından üst ekstremitede tam kas kuvveti ve eklem hareket açıklığı ile başvurmuştur; ancak yüz bölgesine yönelik herhangi bir tedavi uygulanmamıştır. Hastaya oküler yüzey korumasıyla birlikte özel bir orofasiyal rehabilitasyon protokolü uygulanmıştır. Yüz kası yeniden eğitimi, nöromüsküler fasilitasyon, temporomandibular eklem hareketliliği ve kompansatuar kontrol odaklı tedavi sonrasında Sunnybrook Yüz Derecelendirme Sistemi (SFGS) puanı 15/100'den 27/100'e yükselmiştir. Ayrıca dudak kapanması, ağız açılması ve yüz simetrisinde iyileşme görülmüş; kompansatuar aşırı aktivite azalmıştır. Poland sendromunda ekstremite fonksiyonları optimal görünse bile, bölgeye özgü değerlendirme ve hedefe yönelik rehabilitasyonun kapsamlı bakım planına entegre edilmesi gerekmektedir.
Anahtar Kelimeler: Poland sendromu, yüz felci, orofasiyal rehabilitasyon, Sunnybrook Yüz Derecelendirme Sistemi

POLAND SYNDROME WITH CONGENITAL FACIAL PALSY IN AN 11-YEAR-OLD: CASE REPORT AND REHABILITATION OUTCOMES

ABSTRACT
Poland syndrome is characterized by unilateral absence/hypoplasia of the pectoralis major and may co-occur with additional anomalies, including craniofacial involvement. An 11-year-old boy with left-sided Poland syndrome and congenital left facial palsy presented with full upper-limb strength and range of motion following prior rehabilitation; however, no therapy had targeted the facial involvement. We implemented a dedicated orofacial rehabilitation protocol alongside ocular surface protection. Following therapy focused on facial muscle re-education, neuromuscular facilitation, temporomandibular mobility, and compensatory control, the Sunnybrook Facial Grading System (SFGS) score improved from 15/100 to 27/100; lip closure, mouth opening, and facial symmetry improved, and compensatory overactivity decreased.
Even when limb function is optimal in Poland syndrome, region-specific assessment and targeted rehabilitation should be integrated into comprehensive care.

Keywords: Poland syndrome, facial palsy, orofacial rehabilitation, Sunnybrook Facial Grading System

1. INTRODUCTION

Poland Syndrome is a congenital malformation marked by incomplete development or absence of the pectoralis major muscle on unilateral side of the chest, typically associated with abnormalities in the ipsilateral upper limb (Al Faleh et al., 2014). The most accepted explanation is that, around the sixth week of embryonic development, a disruption in blood flow through the subclavian artery occurs, resulting in underdevelopment or absence of chest wall tissues and upper limb deformities on the affected side (Ibrahim et al., 2013). Poland Syndrome is typically characterized by various anatomical defects, such as the partial absence of the pectoralis major and minor muscles, abnormalities in the costosternal area, and underdevelopment or absence of the breast and nipple. Additional features may include poorly developed subcutaneous tissue, funnel chest (pectus excavatum), and rib anomalies or absence—most frequently involving the second to fourth, or third to fifth ribs. These chest wall abnormalities are frequently associated with pulmonary herniation. The clinical presentation is highly variable, and it is uncommon for all features to occur in a single individual. The defects are usually unilateral, with a greater tendency to affect the right side (Tafti&Cecava, 2025). The aim of this study is to clinically evaluate a rare case diagnosed with **Poland syndrome** accompanied by **facial palsy**, and to observe the patient's progress through the application of multiple therapeutic interventions.

2. CASE PRESENTATION

A 11 years old male patient is under regular follow-up due to a rare congenital anomaly, Poland syndrome. The absence of the left pectoralis major muscle raises concerns about potential compression on internal organs; therefore, evaluations are scheduled every six months. The left hemithorax is notably thinner and particularly sensitive. Should the chest wall exert pressure on internal structures in the future, reconstructive surgery involving a prosthetic chest wall will be considered (Figure 1). Written informed consent for publication text was obtained from the patient's legal guardians; a copy is available upon request.

Diagnosis of Poland syndrome with concurrent congenital facial palsy was established clinically, supported by chest wall asymmetry and facial nerve dysfunction. No alternative diagnosis better explained the constellation of findings. The **Sunnybrook Facial Grading System (SFGS)** is a structured, quantitative assessment method for measuring facial nerve function in individuals with facial paralysis. It generates an overall score between 0 and 100, with 100 indicating full, normal facial function and 0 reflecting complete paralysis. The evaluation encompasses three key components: **resting symmetry, voluntary movement,** and **synkinesis (Ross et al., 1996).** In this study, the **Sunnybrook Facial Grading System (SFGS)** was employed as the primary assessment tool to evaluate facial nerve function.



Figure 1. Absence of the left pectoralis major

At presentation, an 11-year-old boy with Poland syndrome and **congenital left facial paralysis** was examined. The previously affected upper limb demonstrated **full muscle strength and complete joint range of motion,** consistent with prior rehabilitation, and no functional limitation was observed. Cranial nerve examination reflected **agenesis of the left VI and VII nerves:** the **left eyelid remained incompletely closed (lagophthalmos)**.
Orofacial evaluation revealed **marked facial asymmetry** with **drooping of the left oral commissure,** indicating involvement of the lower facial nerve branches **(Figure 2). Mouth opening was limited,** plausibly related to underdevelopment of temporomandibular structures or associated musculature. During mouth opening, the **nasal base deviated to the right**, most likely reflecting **compensatory overactivity** of the intact right-sided facial muscles. **Tongue movements were developmentally delayed,** accompanied by **swallowing difficulty**. Standardized grading using the **Sunnybrook Facial Grading System (SFGS)** yielded a **baseline score of 15/100.**
The constellation of findings is consistent with a **congenital deficiency/underdevelopment of the facial nerve,** contributing to both functional impairment and facial imbalance.



Figure 2: Restricted mouth opening and drooping of the left corner of the mouth

Ocular surface protection was instituted to mitigate exposure-related injury. **Artificial tears were administered every two hours while awake**, and a **visual rehabilitation program** was implemented that incorporated periocular massage, controlled visual stimulation/eye-movement exercises, and **patching when clinically indicated** to promote visual adaptation. A **dedicated orofacial rehabilitation program** was subsequently initiated for the facial involvement. The program comprised **facial muscle re-education with neuromuscular facilitation** using tactile and proprioceptive cues; **temporomandibular joint (TMJ) mobility techniques** combined with functional training (e.g., graded mouth opening and oral competence tasks); and **strategies to reduce contralateral compensatory overactivity and improve symmetry,** including mirror-guided feedback and slow, controlled repetitions. Treatment progression was guided by clinical response with emphasis on quality of movement, symmetry, and task carryover. Given the underlying chest wall anomaly associated with Poland syndrome, the patient was also placed under **surveillance for chest wall growth,** with **biannual reviews** planned. **Referral for reconstructive evaluation** would be considered if signs of intrathoracic compression, functional limitation, or cosmetic concern emerged during follow-up (Table 1).

Table 1. Clinical Timeline, Findings, Interventions, and Outcomes of the Patient

Date/Period	**Event and Findings**	**Intervention**	**Outcome**
Early childhood – prior to presentation	Upper-limb rehabilitation for Poland syndrome	Strengthening & range of motion for upper limb	Full strength & ROM achieved
Baseline (presentation)	Congenital left facial palsy; limited mouth opening	Artificial tears; initiate orofacial assessment	Ocular surface protected; therapy plan established,
Orofacial rehabilitation phase with adjunct visual therapy	Facial muscle weakness with compensatory overactivity; TMJ restriction; ocular surface risk	Facial muscle re-education, neuromuscular facilitation, TMJ mobility; compensatory control strategies. Periocular massage, controlled visual stimulation/eye-movement exercises, eye **patching.**	Improved mouth opening, lip closure, symmetry; reduced compensatory activation. **Improved in eyelid mobility** and **enhanced control of ocular movements.**
Post-intervention assessment	Re-evaluation with SFGS	—	SFGS improved from 15/100 to 27/100

3. RESULTS

Following the targeted orofacial rehabilitation program with adjunct visual therapy, facial function improved as quantified by the Sunnybrook Facial Grading System (SFGS), increasing from 15/100 at baseline to 27/100 at follow-up. Clinically, the patient demonstrated a more secure lip seal, greater mouth opening, improved definition of the left nasolabial fold, and better resting and dynamic facial symmetry, accompanied by a reduction in contralateral compensatory muscle overactivity (Figure 3). Following this treatment, the patient demonstrated **marked improvement in eyelid mobility and better control of ocular movements.**

The upper limb remained stable throughout follow-up, with full muscle strength and complete joint range of motion maintained from the prior rehabilitation program.



Figure 3. Improved mouth corner symmetry and enhanced left nasolabial fold

Poland syndrome is a rare congenital disorder typically involving the unilateral absence or underdevelopment of the pectoralis major muscle, often accompanied by chest wall or upper limb abnormalities. While surgical reconstruction is commonly pursued to correct physical deformities, physiotherapy plays a crucial supportive role in enhancing functional outcomes and preventing secondary complications. In our patient's case, left-sided facial palsy resulting from congenital absence of cranial nerves VI and VII points toward a potential Moebius-Poland overlap. The treatment strategy included regular application of artificial tears to manage lagophthalmos, and the use of visual rehabilitation methods such as periocular massage and controlled visual stimulation—interventions widely used in pediatric oculomotor therapy.

4. DISCUSSION, CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

Poland syndrome (PS) is a congenital condition that manifests as the unilateral absence or hypoplasia of the pectoralis major muscle. This anomaly often coexists with deformities of the ipsilateral chest wall and, in some instances, upper limb abnormalities. The estimated prevalence of this syndrome lies between one in 30,000 and one in 80,000 live births, with a slightly higher incidence observed in males (Tafti&Cecava, 2025; Lopes &Flor, 2025). Although surgical correction has long been the standard of care, current perspectives emphasize the necessity of a comprehensive, multidisciplinary approach—one that encompasses physiotherapy, reconstructive surgery, neurological assessment, and psychological support.

In this case, the patient exhibited agenesis of the left pectoralis major muscle and mild thoracic asymmetry without associated limb defects. Due to potential future complications, such as pressure effects on intrathoracic structures during growth, biannual monitoring was initiated. This preventive strategy is consistent with current clinical recommendations that advocate for a phased and individualized treatment framework.

In a recent 2025 case report by Lopes and Flor, a six-year-old girl with Alfred Poland Syndrome received a targeted physiotherapy program focused on scapular stabilization, postural correction, and muscle strengthening. Despite the absence of the pectoralis major, the patient showed measurable gains in other muscle groups—such as the deltoid, rhomboid, and infraspinatus—demonstrating that rehabilitation can lead to significant functional improvements, even in the presence of congenital muscular deficits (Lopes &Flor, 2025).

Scapular winging is a common secondary problem in Poland syndrome and has been successfully addressed through specific physiotherapy interventions. In a reported case, scapular winging related to Poland syndrome improved following treatment with an analgesic, a non-steroidal anti-inflammatory drug, and two months of conservative physiotherapy. While

our patient did not present with scapular winging, initiating early stabilization exercises is essential to avoid the development of compensatory dysfunctions (Uludag et al., 2011).
In summary, while surgery focuses on structural correction, physiotherapy is essential for restoring function, enhancing posture, and supporting daily life activities. Recent case reports and expert recommendations highlight the importance of individualized rehabilitation programs—especially those targeting scapular control and compensatory muscle training—as a fundamental part of managing Poland syndrome. In our case, upper-limb outcomes were optimal after prior rehabilitation; we addressed the previously untreated facial involvement with a targeted orofacial rehabilitation program, highlighting the need for comprehensive, region-specific therapy in Poland syndrome. This study is limited by its single-case design, short follow-up, and the absence of instrumental facial EMG or 3-D motion analysis.
Comprehensive management of Poland syndrome should include systematic screening for craniofacial involvement. Even with full upper-limb recovery, region-specific orofacial rehabilitation can yield additional functional and psychosocial gains.

Consent for publication
Written informed consent for publication of the patient's clinical details and images was obtained from the patient's legal guardians. A copy of the consent form is available for review by the Editor upon reasonable request.
Availability of data and materials
All data generated or analyzed during this case report are included in this published article.
Competing interests
The authors declare that they have no competing interests.
Funding
This work received no specific grant from any funding agency in the public, commercial, or not-for-profit sectors.
Authors' contributions
EC conceived the report, led the orofacial rehabilitation, collected data, conducted the literature review, and contributed to writing and editing and drafted the manuscript. **SC** performed the clinical evaluation, supervised case management, and critically revised the manuscript. All authors read and approved the final manuscript. EC is the corresponding author.
Acknowledgements
The authors thank the patient and family for their cooperation.

REFERENCES
Al Faleh, K., Al Saadi, M., & Khalid-Bantuas, S. (2014). Poland's syndrome with absent limb anomalies. Journal of Clinical Neonatology 3(1), 44–46.
Ibrahim, A., Ramatu, A., & Helen, A**.** (2013). Poland syndrome: A rare congenital anomaly. Indian Journal of Human Genetics, 19(3), 349–351.
Lopes, L. S., & Flor, C. (2025). Physiotherapeutic approach in Alfred Poland syndrome: A case report. Journal of Physiotherapy Research 15.
Ross, B. G., Fradet, G., & Nedzelski, J. M. (1996). Development of a sensitive clinical facial grading system. Otolaryngology–Head and Neck Surgery 114(3), 380–386.
Tafti, D., & Cecava, N. D. (2025). Poland syndrome. In StatPearls. StatPearls Publishing.
Uludag, M., Cece, H., Incebiyik, S., Demirkol, A., Karakas, E., & Akgun, K. (2011). Scapular winging in Poland syndrome. Clinics 66, 929–930.

POLITICAL BEHAVIOR IN NURSES: CAUSES, CONSEQUENCES, AND ORGANIZATIONAL IMPLICATIONS

Selver KEKEÇ
Düzce University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, Düzce, Turkey
Mehmet Batuhan ERGÜN
Düzce University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, Düzce, Turkey
Doç. Dr.Ebru ÖZEN BEKAR
Düzce University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, Düzce, Turke

Abstract
This review examines the causes, consequences, and organizational impacts of political behaviors exhibited by nurses in healthcare institutions. The study evaluates findings obtained through the method of literature review. Both national and international academic sources were analyzed to understand the fundamental dynamics of political behavior in nurses. The findings indicate that political behavior plays a significant role in the nursing profession in terms of leadership, organizational justice, power relations, and professional development. It is also determined that political behavior can create both positive and negative effects on job satisfaction, motivation, communication, team cohesion, and patient care quality. The findings obtained in the article reveal the multidimensional structure of political behavior in nursing and offer strategic recommendations for organizational development.
Keywords: Nursing, Political behavior, Leadership

HEMŞIRELERDE POLITIK DAVRANIŞ: NEDENLERI, SONUÇLARI VE ÖRGÜTSEL ETKILERI

Özet
Bu derlemede, hemşirelerin sağlık kurumlarında sergilediği politik davranışların nedenleri, sonuçları ve örgütsel etkileri ele alınmaktadır. Çalışmada, literatür taraması yöntemiyle elde edilen bulgular değerlendirilmiştir. Hem ulusal hem de uluslararası akademik kaynaklar incelenerek hemşirelerde politik davranışın temel dinamikleri analiz edilmiştir. Bulgular politik davranışın hemşirelik mesleğinde liderlik, örgütsel adalet, güç ilişkileri ve mesleki gelişim açısından önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Makalede elde edilen bulgular, hemşirelikte politik davranışın çok boyutlu yapısını ortaya koymakta ve örgütsel gelişim için stratejik öneriler sunmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Hemşirelik, Politik davranış, Liderlik

Giriş
Günümüz sağlık kurumlarında çalışan hemşireler, yalnızca klinik uygulamalarla sınırlı kalmayıp, aynı zamanda örgütsel süreçlerde de aktif rol almaktadırlar. Bu süreçlerde ortaya çıkan politik davranışlar, hemşirelerin mesleki ve örgütsel iklimi doğrudan etkilemektedir. Politik davranış; sağlık hizmetlerinin karmaşık ve çok disiplinli yapısı, hemşirelerin klinik bilgi ve becerilerinin yanı sıra, örgüt içi ilişkilerde stratejik davranışlar sergilemelerini de gerektirmektedir. Bu bağlamda politik davranış, hemşirelerin bireysel ve mesleki çıkarlarını koruma, örgütsel hedeflere ulaşma ve değişen sağlık politikalarına uyum sağlama süreçlerinde başvurdukları önemli bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır. Hemşireler açısından politik davranış; liderlik, örgütsel adalet, güç ilişkileri, mesleki gelişim ve hasta bakım kalitesi gibi pek çok boyutta etkili olmaktadır. Özellikle sağlık kurumlarında yaşanan hızlı değişimlere ayak uydurmada sergilenen politik davranış hemşirelerin çalışma hayatlarında artan rekabet ve kaynakların sınırlılığından kaynaklanmaktadır. Bütün bunların

nedenleri, sonuçları ve haliyle örgütsel etkileri olmaktadır. Konu artan popülerliği sebebiyle günümüzde önemli bir yere sahiptir.

Hemşirelerde Politik Davranış: Nedenleri, Sonuçları ve Örgütsel Etkileri

Hemşireler için politika kavramı uluslararası, ulusal ve kurumsal tüm aşamalarda önemli bir konudur. Politik kararların sağlık sistemini ne kadar etkilediği göz önüne alındığında, hemşirelerin politik katılımı, mesleki ve kişisel hedeflere ulaşmaları için hayati önem taşımaktadır (Koff, 2012). Bu katılım politikanın geçerli olduğu her düzeyde olmalıdır. Politika kavram olarak birçok alanı kapsamaktadır. Türk dil kurumuna göre politikanın üç kavramsal karşılığı vardır. Bunlardan birincisi "Devletin etkinliklerini amaç, yöntem ve içerik olarak düzenleme ve gerçekleştirme esaslarının bütünü" olarak tanımlanmıştır (TDK). Bu tanımdan yola çıktığımızda; ülkelerin yönetiminde politik kararları yönlendirme olarak bakılabilir. Hemşirelerin sağlık çalışanlarının üçte birini oluşturduğunu düşünürsek sağlık politikalarına katkıları önemlidir. Ancak hemşireler toplum tarafından genellikle apolitik olarak görülmektedir (Wilson ve ark., 2002). Dünya Sağlık Örgütü Hemşirelik ve Ebelik için Küresel Stratejik Yönlendirmeler 2021-2025 raporu, ülkelerin nüfus sağlığı hedeflerine ulaşmalarına en iyi şekilde katkıda bulunmalarını sağlamalarına yardımcı olabilecek kanıta dayalı uygulamaları ve birbiriyle ilişkili bir dizi politika önceliğini sunmaktadır. Bu politika önceliklerinden birisi hemşire liderliğidir. Bu raporda Uluslararası Hemşireler Konseyi tarafından yapılan bir araştırmada hemşirelerin çok azının stratejik düzeyde tavsiye verme ve etkileme yetkisine sahip olduğunu ortaya koymuştur (The WHO Global Strategic Directions for Nursing and Midwifery (2021–2025). Hemşirelik liderliği ve politik katılım, toplum ve hemşirelik mesleği için son derece önemli bir konudur (Salvage ve White, 2019).

Hemşire liderlerin sayısı dünya genelinde çok az olmakla beraber hemşirelerin politik liderliğe verdiği önem artmaktadır. 1988-2019 yılları arasında yayınlanmış 25 araştırmayı inceleyen bir sistematik derlemede; özellikle Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'da olmak üzere, hemşirelerin ve hemşire derneklerinin siyasi eylem ve kamu politikası katılımında artış gösterdiğini ve bu alandaki becerilerinin yükseldiğini göstermektedir (Wilson, ve ark;2020). Politik liderlik yapan hemşirelerin özelliklerini ortaya koyan bir araştırmada bu hemşirelerin erken yaşlarda yaşadıkları olaylardan etkilenerek sosyal adaletin ve iyi yönetimin önemini kavradıkları ifade edilmektedir (Wilson ve ark 2022).

Türk dil kurumunun politika kelimesi için ikinci ve üçüncü tanımı ise" davranış biçimi, düşünce yapısı" ve "bir hedefe varmak için karşısındakilerin duygularını okşama, zayıf noktalarından veya aralarındaki uyuşmazlıklardan yararlanma vb. yollarla işini yürütme" dir. Bu tanımdan yola çıktığımızda örgütsel bağlamda politika kavramı ortaya çıkmaktadır. Her örgütün politik bir yapısı vardır. (Koçel, 2018). Bu kavram örgütte yer alan bireylerin örgütsel amaçların yanı sıra kendi kişisel amaçlarını gerçekleştirebilmek için güç elde etme ve elde ettiği güçle örgütteki diğer bireyleri etkileme çabaları olarak ifade edilmektedir (Yılan Özkara, 2021). Bu etkileme çabaları politik davranış olarak yansımaktadır.

Politik davranışın birçok tanımı vardır. Politik davranış, kişinin iş yaşamındaki resmi rolünün gerektirmediği ama yapılan işle ilgili avantaj ve dezavantajların dağılımını etkileyen ya da etkilemeye çalışan tutum ve davranışların tümü olarak tanımlanmaktadır. Politik davranış sergileyen bir çalışanın amacı, kurumda sahip olduğu gücü artırmaktır (Başaran Açıl,2024). Hemşireler zaman zaman üst pozisyonlar elde etmek, çalışma listelerinin kendi istekleri doğrultusunda hazırlanması, görev paylaşımı ve benzeri konularda hemşireler politik davranabildiği belirtilmektedir (Güvenç, 2023). Hemşirelerin politik davranış düzeylerini inceleyen çalışmalar, politik davranış düzeylerinin yeterli olmadığını göstermektedir (Korkmaz ve ark., 2024; Erbir, 2024). Sağlık çalışanları ile yapılan bir çalışmada özel sektör çalışanlarının diğer sağlık kurumlarına göre politik davranışın daha fazla olduğunu göstermektedir (Batga ve Özdemir, 2022).

İnsanlar için çevreden etkilenmemek mümkün değildir. Bu nedenle, tüm politik davranışlar sosyal yaşam ve etkileşimlerden ortaya çıkmaktadır. Politik davranış boyutlarını inceleyen bir çalışmada politik davranışların "Tavizci Davranmak", "İkiyüzlü Davranmak", "Göze Girmeye Çalışmak", "Koalisyon Kurmak", "Karşılıklı Çıkar Gözetmek", "Üst Yönetime Yaranmaya Çalışmak" olarak adlandırılan faktörler altında ve bu faktörlerin de "Yatay Politik Davranışlar" ve "Dikey Politik Davranışlar" olarak iki temel grup altında toplanmıştır (İslamoğlu ve Börü, 2007). 50 İngiliz yönetici ile yapılan nitel bir çalışmada yöneticiler arasında politik davranış yaygın görüldüğü ifade edilmektedir. Çoğu yönetici, politik davranışı etik ve gerekli olarak görmekte ve örgütsel etkinliğin, değişimin, kaynak kullanımının ve itibarın çeşitli yönlerini politik taktiklere bağlamaktadır. Sıkça kullandıkları taktikler arasında ağ kurma, girişimleri desteklemek için "kilit oyuncuları" kullanma, güçlü kişilerle arkadaşlık kurma, kuralları esnetme ve kendini tanıtma yer almaktadır (Buchanan, 2008). Hemşirelerin politik becerilerini ortaya koyan bir çalışmada hemşireler en fazla samimi görünme ve kişilerarası etkilerini politik beceri olarak ortaya koymakta en az ilişki ağı kurmayı kullandıkları belirlenmiştir (Polat ve ark., 2024).

Hemşirelerde politik davranışın nedenlerini ve sonuçlarını inceleyen çalışmalar çok azdır. Bu konudaki çalışmaların diğer sektörlerde daha fazla yapıldığı literatürde görülmektedir. Özellikle sağlık kurumları ve hemşireler özelinde bu araştırmaların artırılması konuyu ortaya koymada önemlidir. Diğer kurumlara bakıldığında bir çalışmada örgütün politik ikliminin çalışanların politik davranışları ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (Kidron ve Vinarski Peretz, 2018). Diğer bir çalışmada; etik liderlik algısının politik davranışa negatif yönde bir etkisinin olduğu ve örgüt temelli özsaygının bu etkiye tam aracılık etkisinin bulunduğu görülmektedir. Politik davranışın hem etik liderlik algısı hem de örgüt temelli özsaygı ile arasında negatif ilişkiler ortaya koyan çalışmalar vardır (Erbir, 2024). Ayrıca sosyotropik-otonom kişilik özellikleri ile politik davranışlar arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu (Batga ve Özdemir 2022) örgütsel desteğin, örgütsel adaletin ve örgütsel demokrosinin politik davranış ile negatif ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Yolaç, 2009, Kerse ve Karabey.,2019 Turabik ve Atanur Baskan, 2020). Kısaca literatürde politik davranış nedenleri örgütün politik iklimi, etik liderlik algısı, örgütsel demokrasi ve sosyotropik –otonom kişilik ile ilişkilendirilmiştir.

Politik davranışların sonuçları ve örgüt üzerindeki etkileri değerlendirildiğinde ise; hemşirelerde politik davranışın sonuçları, bireysel ve örgütsel düzeyde hem olumlu hem de olumsuz etkiler yaratabildiği görülmektedir. Politik davranışın işgören tükenmişliği üzerine etkisi ortaya koyulmuştur. İş görenin yaptığı ya da yapmak zorunda hissettiği politik davranışın, o işgören için tükenmişliğe yol açabilmesi durumunda örgütüne olan güvenin önemli olduğunu söylenebilir (Gültekin ve ark 2016).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, hemşirelerin sağlık kurumlarında sergilediği politik davranışların nedenlerini, sonuçlarını ve örgütsel etkilerini incelemiştir. Elde edilen bulgular, politik davranışın hemşirelik mesleğinde yalnızca bireysel çıkarları koruma aracı olmadığını, aynı zamanda örgütsel hedeflere ulaşmada, liderlik gelişiminde ve mesleki ilerlemede stratejik bir rol oynadığını göstermektedir. Bütün bu verilerin ışığında yapılan inceleme ve değerlendirme sonuçlarına göre şu öneriler sunulabilir:

- Sağlık kurumlarında politik davranışların etik ilkelere uygun şekilde yönetilmesi teşvik edilmelidir.
- Hemşirelerin politik becerilerinin geliştirilmesi için eğitim programları düzenlenmeli, liderlik ve iletişim yetkinlikleri artırılmalıdır.
- Örgütsel adaletin sağlanması ve kaynakların adil dağıtımı için şeffaf politikalar oluşturulmalıdır.

- Mesleki örgütlenme ve katılım desteklenmeli, hemşirelerin karar alma süreçlerine aktif katılımı teşvik edilmelidir.

Kaynakça

Alan H., Polat, Ş., Şen, H. T. (2021). Hemşirelerin Politik Becerileri İle İkna Yöntemlerine Duyarlılıkları Arasındaki İlişki: Kesitsel Bir Çalışma. Eurasian Business & Economics Journal, 1-13.

Buchanan, D. A.(2008). You stab my back, I'll stab yours: Management experience and perceptions of organization political behaviour. British Journal of Management, 2008, 19.1: 49-64.

Başaran Açıl S. (2021). Politik Davranış. Hemşirelikte Örgütsel Davranış: Güncel Yaklaşım ve Yönelimler (Ed: Altuntaş S., Çiçek Korkmaz, A., Harmancı Seren Ak). Akademisyen Kitabevi. İstanbul

Batga, B; Özdemir, L(2022). Politik Davranış, Bilgi İfşası ve Etik İş İklimi Algısı Üzerine Sağlık Sektöründe Karşılaştırmalı Bir Araştırma. Journal of Social Sciences Institute/Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 12.24.

Erbir, M. (2024). Hizmet sektöründe etik liderlik algısının politik davranışa etkisinde örgüt temelli öz saygının aracılık rolü. Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 14(1), 88-106.

Güvenç, S., Demirkaya, F., Girgin, B., & Erçevik, R. (2023). Hemşirelerde Örgütsel Politika Algısı ve Politik Davranış Arasındaki İlişkiler. SSD Journal, 8(40), 230-238.

Gültekin, Z., Cindiloğlu, M., & Polatcı, S. (2016). "Güvenirsek Tükenmez Miyiz?" Politik Davranış, Örgütsel Güven ve Tükenmişlik İlişkisi Üzerine Bir Araştırma. Örgütsel Davranış Araştırmaları Dergisi, 1(1), 1-15.

İslamoğlu, G., & Börü, D. (2007). Politik Davranış Boyutları: Bir Ölçek Geliştirme Çalışması. Akdeniz İİBF Dergisi, 7(14), 135-153.

Kerse, G., & Karabey, C. N. (2019). Örgütsel sinizm ve özdeşleşme bağlamında algılanan örgütsel desteğin işe bağlanma ve politik davranış algısına etkisi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 14(1), 83-108.

Kidron, A., & Vinarski Peretz, H. (2018). Organizational political climate and employee engagement in political behavior in public sector organizations: A mixed methods study. International Journal of Organizational Analysis, 26(4), 773-795.

Koçel, T (2018) İşletme Yöneticiliği [Genişletilmiş 17. Baskı] Beta Basım, İstanbul

Koff, S. Z. (2012). Nurse educators and politics. State University of New York Press.

Korkmaz, A. Ç., Altuntaş, S., & Kuleyin, B. Hemşirelerin Örgütsel Güç Mesafesi Algılarına Göre Liderlik Yönelimleri. Ordu Üniversitesi Hemşirelik Çalışmaları Dergisi, 2024 7(2), 424-434.

Salvage, J., & White, J. (2019). Nursing leadership and health policy: everybody's business. International nursing review, 66(2), 147-150.

The WHO Global Strategic Directions for Nursing and Midwifery (2021–2025). Dünya Sağlık Örgütü. https://www.who.int/publications/i/item/9789240033863

Turabik, T., & Atanur Baskan, G. (2020). Üniversitelerde örgütsel demokrasi ve siyasi davranışlar arasındaki ilişki. Yükseköğretimde Uygulamalı Araştırma Dergisi, 12 (5), 1135-1146.

Türk Dil Kurumu, https://sozluk.gov.tr/

Wilson, D. M. (2002). Testing a theory of political development by comparing the political action of nurses and nonnurses. Nursing Outlook, 50(1), 30-34.

Wilson, D. M., Underwood, L., Kim, S., Olukotun, M., & Errasti-Ibarrondo, B. (2022). How and why nurses became involved in politics or political action, and the outcomes or impacts of this involvement. Nursing outlook, 70(1), 55-63.

Yılan, ÖG., ve Özkara, B.(2021). Doğru-Yanlış İkileminde Amaçlara Ulaşma: Örgütlerde Politik Davranışlar. Örgütsel Davranış Şimdi Bu Konular Konuşuluyor (Ed: Üstün F ve Koca Ballı Aİ). Detay yayıncılık Ankara

Yolaç, S. (2009). Politik Davranış ve Örgütsel Adalet Algısı Arasındaki İlişkinin Belirlenmesine Yönelik Bir Araştırma. Öneri Dergisi, 8(31), 157-166.

RESEARCH TRENDS AND METHODOLOGICAL GAPS IN PHASE CHANGE MATERIALS (PCM) (2000–2026)

Kadri AKÇALI
Bartın University, Ulus Vocational School, Department of Textile, Clothing, Footwear and Leather, 74600 Ulus, Bartın
ORCID: 0000001-8737-0140
Ali YARAŞ
Bartın University, Faculty of Engineering, Department of Metallurgy and Material Engineering, 74100 Merkez, Bartın
ORCID: 0000-0003-1725-7788

ABSTRACT
This study presents a comprehensive bibliometric review of 2,697 academic publications on phase change materials (PCM), indexed in the Web of Science database between the years 2000 and 2026. Utilizing the VOSviewer software, analyses were conducted to map keyword co-occurrence patterns, density distributions, and temporal research trends. Findings indicate that PCM research has predominantly clustered around three major themes: (1) traditional thermal characterization and core materials science investigations, (2) microencapsulation strategies and polymer-based PCM systems, and (3) nano-enhanced high-performance composites and application-driven thermal management solutions. Overlay visualizations revealed a significant post-2020 shift toward advanced materials such as graphene, aerogels, and nano-layered structures. A key insight of the study is that widely used characterization techniques—such as DSC, TGA, thermal conductivity tests, SEM, and FTIR—remain largely confined to laboratory conditions, lacking reflection of real-life operational environments. Moreover, aspects such as thermal cycling durability, environmental influences, and mechanical fatigue are still underrepresented in the literature, signaling a notable methodological gap. By outlining these thematic orientations and methodological limitations, this study provides data-driven insights that can inform and shape future PCM research directions.
Keywords: Phase change materials, bibliometric analysis, thermal characterization, thermoregulation, thermal management

FAZ DEĞİŞTİREN MALZEMELER (FDM) ALANINDA ARAŞTIRMA EĞİLİMLERİ VE METODOLOJİK EKSİKLİKLER (2000–2026)

ÖZET
Bu araştırmada, faz değiştiren malzemeler (PCM) üzerine 2000–2026 yılları arasında Web of Science veri tabanında yayımlanmış 2.697 akademik yayın, kapsamlı bir bibliyometrik analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir. Analiz sürecinde VOSviewer yazılımı kullanılarak anahtar kelime eşgörünümü, yoğunluk haritaları ve zamansal eğilim analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular, PCM alanındaki araştırmaların üç temel eksende yoğunlaştığını ortaya koymaktadır: geleneksel termal karakterizasyon ve temel malzeme bilimi çalışmaları; mikroenkapsülasyon ve polimer tabanlı PCM sistemleri; nano katkı maddeleri ile güçlendirilmiş yüksek performanslı kompozitler ve uygulamaya dönük ısıl yönetim çözümleri. Overlay haritalar, özellikle 2020 yılı sonrasında grafen, aerogel ve nano-tabakalı yapıların literatürde ön plana çıktığını göstermektedir. Çalışmanın en dikkat çekici sonucu, DSC, TGA, ısı iletkenliği, SEM ve FTIR gibi yaygın analiz tekniklerinin büyük ölçüde laboratuvar koşullarına dayalı olması nedeniyle, gerçek kullanım senaryolarını yeterince yansıtmamasıdır. Termal döngü dayanımı, çevresel etkileşimler, mekanik yorgunluk ve uygulamaya özel

performans testlerinin literatürde yetersiz düzeyde yer bulması, önemli bir metodolojik boşluğa işaret etmektedir. Bu kapsamlı analiz, PCM literatüründeki tematik yapı, araştırma trendleri ve yöntemsel eksiklikleri veri odaklı bir yaklaşımla değerlendirerek, gelecekteki çalışmalara rehberlik edecek nitelikte önemli bulgular sunmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Faz değiştiren malzemeler, bibliyometrik analiz, ısıl karakterizasyon, termoregülasyon, termal yönetim

1. INTRODUCTION

In parallel with technological advancements, many products today are evaluated not only based on their structural characteristics but also in terms of their functional performance and the high level of functionality they are expected to deliver. This trend has encouraged researchers from different disciplines to collaborate in interdisciplinary studies and to take part in projects focused on the development of high value-added, performance-oriented products. In this context, textile engineering and materials engineering have emerged as one of the key intersecting fields where such collaborative research efforts are concentrated.

In recent years, research focused on energy saving, energy storage, and the improvement of thermal properties has gained significant prominence in the academic literature. In particular, studies on textile materials designed to provide effective thermal management, enhanced thermoregulation, and improved thermal conductivity have attracted considerable attention. A common denominator of such research is the use of phase change materials (PCMs) as a fundamental component.

Smart textile products incorporating PCMs are widely used in various forms in industry and daily life; they offer an effective solution for increasing the performance and thermal comfort levels of products (Shadid et al., 2023; Hossain et al., 2023). Owing to their high latent heat storage capacity, reversible phase transition behavior, and versatile application potential, phase change materials (PCMs) have become a significant area of research in energy storage, thermal regulation, and thermal management technologies. These materials, which find a wide range of applications across sectors such as construction, textiles, electronics, and materials engineering, are positioned as a focal point of interdisciplinary interest in the global scientific literature.

A review of the relevant literature indicates that, despite the rapid expansion of PCM-focused studies, the thematic trends, their evolution over time, the intellectual structure of the field, and particularly the representativeness of the analytical methods employed have not been comprehensively evaluated. Considering that the performance of PCMs is influenced by factors such as environmental conditions, thermal and mechanical loads, cyclic aging, and material compatibility (Cabeza et al., 2011), it becomes evident that studies conducted solely under controlled, laboratory-scale conditions are insufficient to represent the field in a holistic manner and remain inherently limited.

At this point, bibliometric analysis methods are a suitable tool for systematically revealing the thematic structure of the literature, research clusters, inter-publication relationships, and its evolution over time. Bibliometrics is a field of study based on counting large-scale databases (Passas, 2024). Bibliometric studies are based on the analysis of documents or publications with specific characteristics and enable the acquisition of various findings related to scientific communication (Sanlı et al., 2024; Hançer, 2025). Bibliometric analysis, carried out through large-scale databases, makes the intellectual structure of a research area visible through techniques such as keyword co-occurrence, co-citation relationships, and bibliographic matching, allowing for the objective evaluation of trends in the literature (Bakan, 2025; Fu et al., 2023; Donthu et al., 2021). The rapid increase in the number of publications in the field of PCMs over the years necessitates such a comprehensive and holistic analytical approach.

In this study, research trends, thematic clusters, and methodological gaps related to phase change materials were examined through a comprehensive bibliometric analysis based on 2,697

articles published in the Web of Science (WoS) database between 2000 and 2026. This evaluation, presented particularly in the context of studies conducted in the textile field, aims to provide a new application-oriented perspective to the PCM literature.

2. METHODS

The present study was designed as a bibliometric analysis approach aimed at revealing research trends, thematic development, and the level of representation of test and characterization methods in the literature within the field of phase change materials, with a particular focus on textile and materials engineering. In the analysis process, the Web of Science Core Collection (WoS) database was used as the primary data source, and the VOSviewer software (v1.6.20) was employed to visualize bibliometric network relationships.

Within the scope of the bibliometric network analyses, keyword co-occurrence, density, and overlay (temporal trend) analyses were conducted using the VOSviewer software. In the keyword analysis, the minimum occurrence threshold was set to five, and the default LinLog/Modularity-based clustering algorithm provided by VOSviewer was employed.

2.1. Data Collection Process

To obtain the dataset used in this study, the literature search was conducted in December 2025. The search was performed using the Web of Science (WoS) database, and the keywords were applied in English as follows: phase change material or PCM; textile or fabric or garment or clothing; and thermal or thermo-regulating or thermoregulating or heat storage or thermal energy storage. The search query used in the database is provided below:

("phase change material*" OR PCM) AND (textile* OR fabric* OR garment* OR clothing) AND (thermal OR "thermo-regulating" OR "thermoregulating" OR "heat storage" OR "thermal energy storage")

During the filtering stage, the search field was set to Topic (TS)—including title, abstract, author keywords, and Keywords Plus—thereby capturing the natural distribution of all concepts related to PCMs within the literature. The publication year range was defined as 2000–2026, and early access studies published in 2026 were also included.

In the categorical filtering process, subject areas such as Materials Science – Textiles, Materials Science – Multidisciplinary, Engineering – Mechanical/Chemical/Multidisciplinary, Polymer Science, Energy & Fuels, and Thermodynamics were selected, while unrelated disciplines such as biology and medicine were excluded from the analysis.

Only research articles and review articles were included as document types, resulting in a total of 2,697 publications deemed suitable for analysis. Prior to the analysis, the dataset was examined for duplicate records and cleaned accordingly. Due to the 500-record export limitation of the Web of Science database, the dataset was downloaded in six separate files in .txt format; these files were subsequently merged into a single corpus, which was then prepared for use in the VOSviewer analyses.

2.2. Classification of Test and Characterization Methods

Within the scope of this study, the analysis was not limited solely to bibliometric methods; in addition, the frequency of test and characterization methods used in PCM-related studies was quantitatively evaluated across the literature. Accordingly, the test and characterization methods identified within the entire dataset were grouped into four main classes based on keyword analysis. The main classes established in the study are as follows:

A – Thermal performance tests
B – Thermal analysis methods
C – Thermal imaging methods
D – Surface and structural characterization methods

For each class, frequency values were calculated based on the total dataset of 2,697 publications, and year-based trend analyses were subsequently performed. As a result of this

classification, the distribution of methods used in the literature for each class is presented in Table 1.

Table 1. Number of publications in the literature according to test and characterization method classes

Test and Characterization Method Class	Test and Characterization Method Class
Class A	1138
Class B	988
Class C	40
Class D	852

2.3. Time Series Analysis and Slope Calculation

In order to reveal the changes in the tests and methods used in the analysis over time, a publication-based time series analysis was applied. Annual publication numbers were calculated for each test class between 2000 and 2026; trend lines were created from this data and annual average growth rates (slopes) were calculated. Thanks to this method, the growth rates of frequently used test techniques in the literature were evaluated numerically and inferences were made based on trend analyses.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. General Publication Trends and Data Set Characteristics

When the WOS data set, consisting of a total of 2697 publications analyzed within the scope of this study, is examined, it is seen that there has been a rapid increase in the PCM literature, especially in publications after 2010. The increase, which accelerated in 2015 and thereafter, reached twice the level in 2020 and beyond compared to 2017 and previous years.

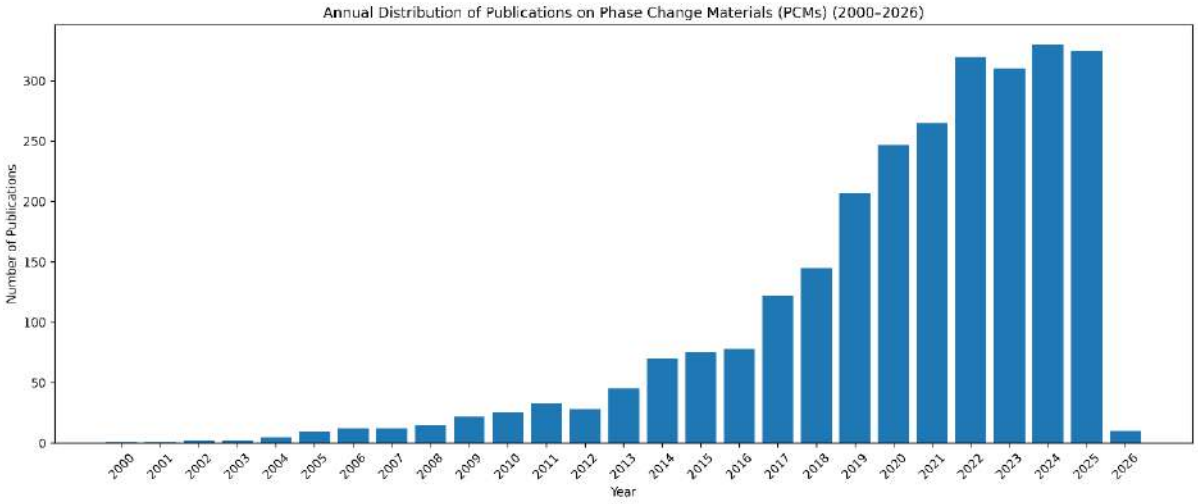


Figure 1. Annual distribution of publications on phase change materials (PCMs) between 2000 and 2026

As observed in Figure 1, the increase in publication output after 2020 can be attributed to the rapidly expanding application potential of phase change materials (PCMs) in the fields of energy storage, thermal management, and textiles. The growth in the number of publications is particularly associated with applied research focusing on composite structures, microencapsulation techniques, and textile surface modification. Moreover, as illustrated in Figure 1, research outputs reached their peak levels during the period between 2020 and 2025.

3.2. Classification of Test and Analysis Methods

A unique classification method has been developed to reveal the distribution and representation level of test and analysis methods used in research conducted in the PCM focused textile and materials disciplines. A total of 2697 publications obtained from the Web of Science (WoS) database were examined according to the experimental and analytical techniques they contained; each study was manually coded according to the test and characterization methods it applied. In this coding process, the titles, abstracts, author keywords, and Keywords Plus fields of the articles were evaluated together. The methods obtained were grouped under four main categories, taking into account the measurement objectives and the physical parameters evaluated. With this classification, the number of publications and the representation density in the literature for each group are presented in detail in Table 2.

Table 2. Test and analysis method classes and number of publications

Class	Test and Analysis Group	Number of Publication	Share in the Literature (%)
A	Thermal performance tests	1138	42,2
B	Thermal analysis methods	988	36,6
C	Thermal imaging methods	40	1,5
D	Surface and structural characterization methods	852	31,6

Note: Since a single publication may include more than one test class, the total share may exceed 100%

Class A, comprising thermal performance tests, includes methods that directly evaluate the heat storage and heat transfer behaviors of PCM-containing structures. In the literature, the most frequently employed methods within this group include thermal conductivity measurements, thermal resistance measurements (Rct), heat storage and heat release tests, thermal cycling tests, the hot plate method, steady-state and dynamic thermal load tests, as well as thermal comfort measurements.

Class B, which consists of thermal analysis methods, encompasses techniques widely used to characterize the phase transition behavior, latent heat storage capacity, and thermal stability of PCMs. The prominent methods reported in the literature within this class include Differential Scanning Calorimetry (DSC), Thermogravimetric Analysis (TGA), Dynamic Mechanical Analysis (DMA), Thermomechanical Analysis (TMA), and the T-history method.

Class C includes thermal imaging methods aimed at visually examining the surface temperature distribution and time-dependent thermal behavior of PCM-containing structures. The prominent techniques reported in the literature within this class include infrared thermography, thermal camera measurements, and surface temperature mapping methods.

Class D comprises surface and structural characterization methods, which are employed to reveal the distribution, chemical structure, and microstructural properties of PCMs within textile or composite structures. The most frequently used techniques in this class include Scanning Electron Microscopy (SEM), Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), Energy Dispersive Spectroscopy (EDS), X-ray Diffraction (XRD), Raman spectroscopy, and contact angle measurements. Based on this classification, a detailed evaluation of each test group and the corresponding trends observed in the literature are discussed separately in the following subsections.

3.2.1. Class A – Thermal Performance Tests

An examination of the dataset reveals that Class A tests were reported in a total of 1,138 publications, indicating that this class has the highest level of representation among all test groups. As observed in the year-based distribution presented in Figure 2, interest in this group of tests has increased markedly, particularly after 2015. During this period, thermal conductivity

measurements emerged as the most frequently applied method. This trend clearly demonstrates the growing importance of energy efficiency and thermal management oriented design approaches within the field of phase change materials.

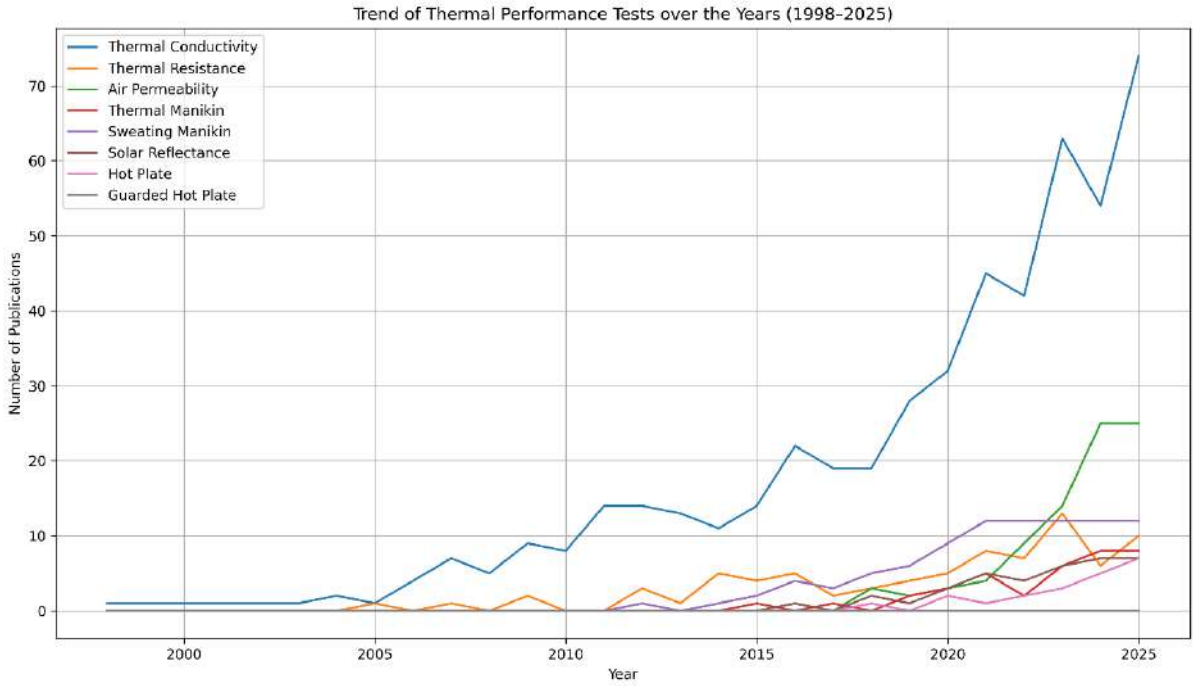


Figure 2. Trend of Thermal Performance Tests over the Years (1998-2025)

The annual publication trends of thermal performance test methods shown in Figure 2 were evaluated using slope analysis to assess their rate of dissemination in the literature. Among these methods, thermal conductivity measurements exhibited the highest positive slope coefficient ($s \approx 2.6$ publications per year), indicating that this technique has become the most rapidly adopted thermal performance test in PCM related studies. Thermal resistance ($s \approx 0.45$ publications per year) and air permeability ($s \approx 0.70$ publications per year) tests form a secondary group characterized by moderate slope coefficients, indicating a steadily increasing but less dominant adoption trend compared to thermal conductivity measurements.

On the other hand, it is noteworthy that thermal cycling tests and long-term thermal stability measurements are represented in a relatively limited number of studies within the literature. This shortcoming indicates that insufficient information is available regarding the long-term thermal fatigue behavior and coupled thermo-mechanical interactions of PCM-containing structures under repeated use conditions. Particularly in the context of textile applications, these tests play a critical role in evaluating the performance of PCM-integrated textile products under realistic user scenarios.

Overall, although Class A thermal performance tests are quantitatively well represented in the literature, it is evident that comprehensive testing approaches capable of reflecting real-use conditions have not yet become sufficiently widespread. Therefore, future PCM research should place greater emphasis not only on instantaneous thermal properties but also on long-term, multi-cyclic testing protocols that more closely replicate realistic usage environments.

3.2.2. Class B – Thermal Analysis Methods

Thermal analysis methods classified under Class B, which appear in a total of 998 publications within the dataset, constitute some of the most widely used experimental approaches for determining the thermophysical properties of phase change materials.

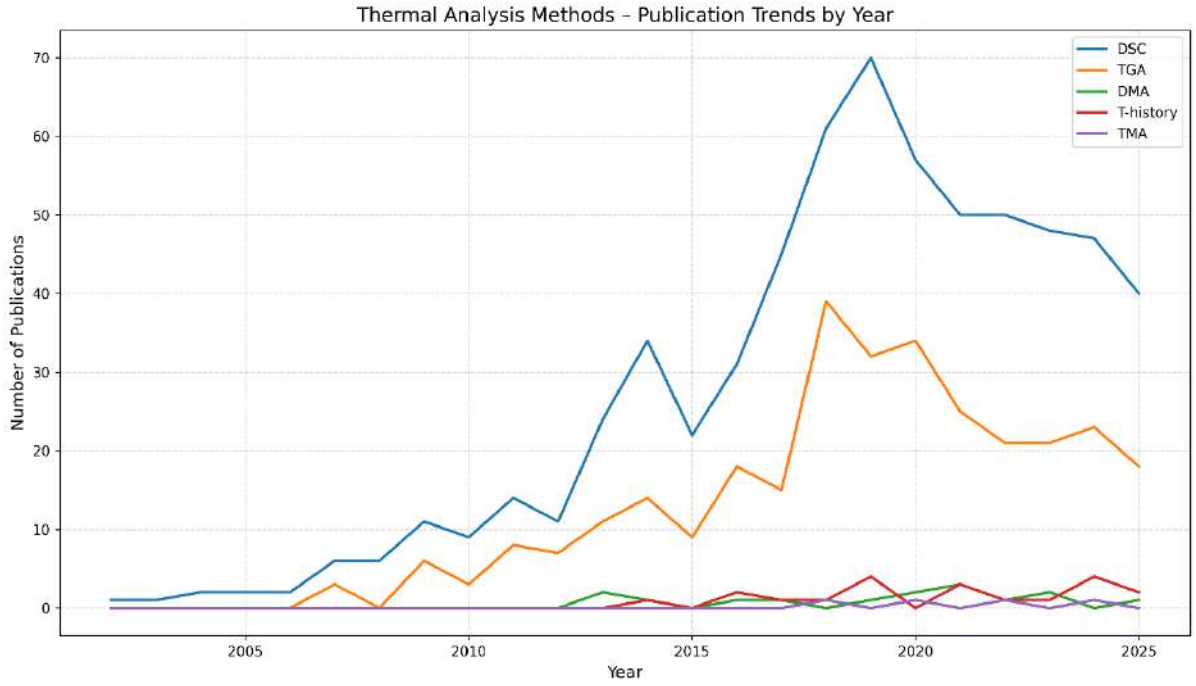


Figure 3. Annual publication trends of thermal analysis methods used in phase change material (PCM) research between 2000 and 2026

Within this scope, the bibliometric analyses conducted revealed that the most prominent thermal analysis methods in the literature are Differential Scanning Calorimetry (DSC) and Thermogravimetric Analysis (TGA). As observed in the publication trend graph presented in Figure 3, the DSC method clearly stands out as the technique with both the highest number of publications and the steepest increasing trend over time.

This observation is also numerically confirmed by slope coefficient analysis. The linear trend slope calculated for the DSC method is approximately 2.1 publications/year. This value indicates that academic interest in DSC is not only high but also continues with a stable and strong upward trend. TGA stands out as the second most widely used thermal analysis technique after DSC. When the graphical trend and calculated linear slope value are examined, this ratio is estimated to be approximately 1.2 publications/year for TGA. These numerical data indicate that research in the PCM field is largely based on controlled laboratory environments and that thermal analyses are predominantly concentrated around DSC and TGA.

On the other hand, methods such as DMA, TMA, and the T-history technique, despite their potential to provide evaluations closer to real use scenarios, appear to be represented by a relatively limited number of studies in the literature. This situation points to a significant methodological gap in research on phase change materials.

3.2.3. Class C – Thermal Imaging Methods

Thermal imaging methods are visual-based analytical techniques used to evaluate phase change materials (PCMs), particularly in terms of their temporal surface temperature distributions, heat propagation behavior, and thermal homogeneity. Within this context, the literature indicates that Infrared Thermography and, more broadly, Thermal Imaging are the most commonly employed techniques for the assessment of PCM based structures. An examination of year-based publication trends indicates that thermal imaging methods were represented in a very limited number of studies during the 2000–2010 period, while exhibiting a relative increase in usage after 2015.

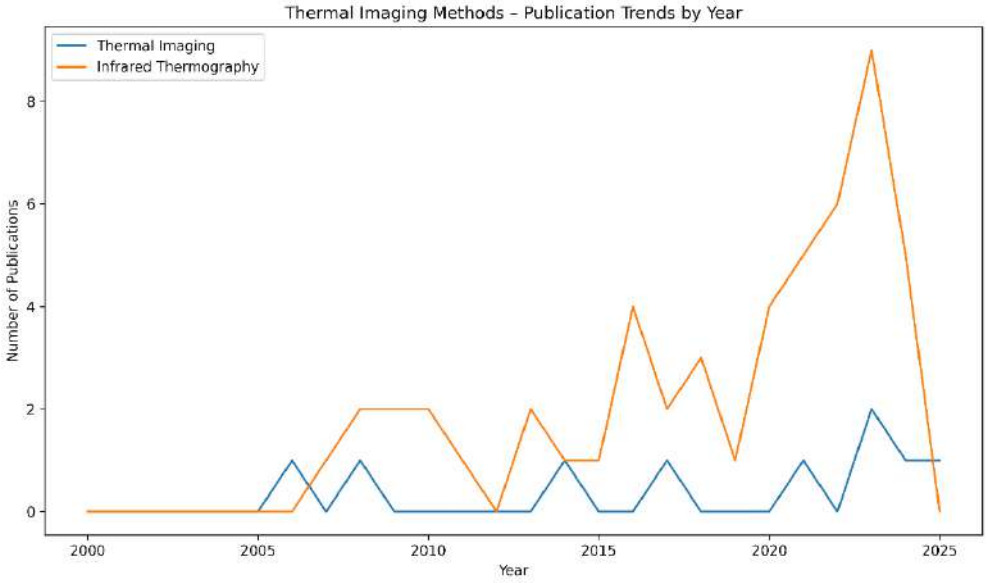


Figure 4. Thermal imaging methods publication trends by year

It is noteworthy that Infrared Thermography techniques, in particular, have shown a more significant increase in the period after 2018. Slope analysis results reveal that this increase is quantitatively limited but represents a continuous trend. When examining the slope coefficients calculated using periodic linear regression, an increase of approximately s ≈ 0.28 publications/year was detected for Infrared Thermography, and s ≈ 0.06 publications/year for Thermal Imaging studies, which are evaluated under the more general category.

3.2.4. Class D – Surface and Structural Characterization Methods

Surface and structural characterization methods play a critical role in determining the micro-scale morphology, chemical composition, and surface interaction characteristics of phase change materials. As observed from the publication distribution by year presented in Figure 5, SEM and FTIR techniques clearly emerge as the most dominant methods within this group. Particularly between 2010 and 2020, there was a rapid increase in the use of SEM (Scanning Electron Microscopy); in the period after 2018, this increase has shown a more balanced, but still relatively stable, trend at a high level.

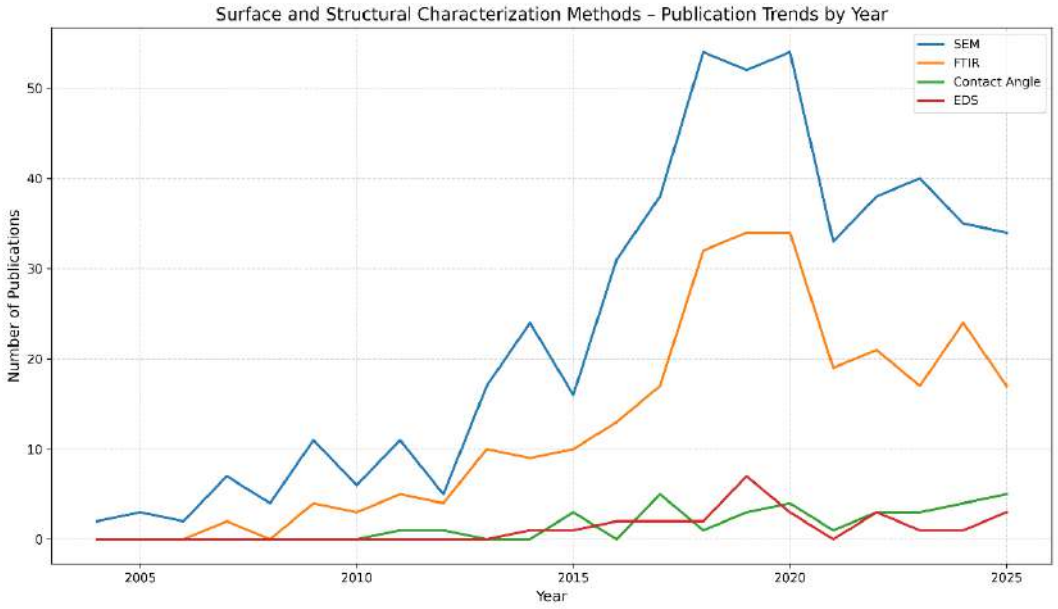


Figure 5. Surface and structural characterization methods: publication trends by year

FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) is the second most widely used method after SEM. The results of the slope analysis further support this observation with quantitative evidence. According to the calculated slope coefficients, the SEM method exhibits an approximate growth rate of s ≈ 1.75 publications/year, while the FTIR technique shows a slope of s ≈ 1.12 publications/year. In contrast, contact angle measurements display a markedly lower slope of approximately s ≈ 0.18 publications/year, and the EDS (Energy Dispersive Spectroscopy) method remains at a similarly limited level with s ≈ 0.22 publications/year.

These findings indicate that surface and structural characterization techniques in the PCM field are predominantly employed as confirmatory and supportive analytical tools rather than being directly integrated with performance-oriented evaluations. In particular, the limited representation of methods such as contact angle measurements and EDS suggests that critical aspects related to material–environment interactions and surface energy are often treated as secondary considerations within the existing literature.

3.3. VOSviewer Based Bibliometric Network Analyses

Within the scope of this study, bibliometric network analyses were conducted using the VOSviewer software in order to reveal the structural characteristics, thematic distribution, and temporal evolution of research in the field of phase change materials (PCMs). Accordingly, keyword co-occurrence, density, and overlay (temporal trend) analyses were employed to examine the intellectual structure and research dynamics of the PCM literature.

Keyword co-occurrence analysis was conducted to identify prominent concepts in the PCM field and the relationships between these concepts.

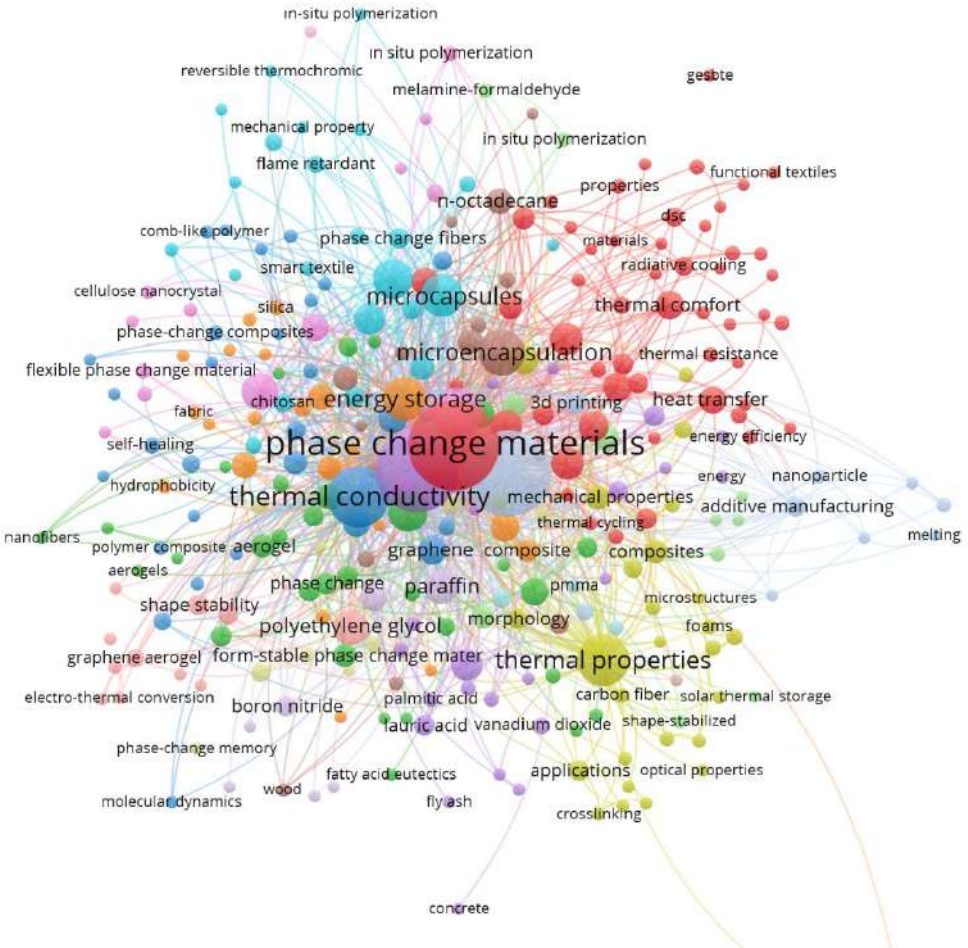


Figure 6. VOSviewer Keyword Co-occurrence Analysis

The analysis was based on author keywords, with a minimum repetition rate of 5. Based on this threshold, keywords representing the core concepts of the field and their relationships were visualized.

When examining the keyword co-occurrence network presented in Figure 6, it is clearly observed that the concept of “phase change materials” occupies a central position within the literature. This core concept exhibits a high degree of connectivity particularly with the keywords “thermal conductivity,” “thermal properties,” “microencapsulation,” “microcapsules,” and “energy storage.” This finding indicates that thermal transport performance and encapsulation-based applications constitute the primary focal points of PCM-related research. An analysis of the emerging clusters within the network further reveals the multidisciplinary nature of the literature. Specifically, one cluster is predominantly associated with textile and functional applications (e.g., functional textiles, thermal comfort, radiative cooling), another focuses on material and structural developments (e.g., graphene, composites, aerogel, polyethylene glycol), while a third cluster concentrates on production and application techniques (e.g., additive manufacturing, 3D printing, shape-stabilized). This observation demonstrates that PCM research extends beyond material development alone and increasingly progresses within an application-oriented framework aimed at final product performance.

The density map illustrated in Figure 7 reflects both the frequency of keyword usage and the degree of research focus within the literature. In this visualization, yellow regions represent highly frequent and intensively studied concepts, whereas green and blue regions correspond to topics with lower research density. It is evident that the terms “phase change materials” and “thermal conductivity” are located within the highest-density regions, indicating that heat transfer behavior remains a dominant research theme in PCM studies. In contrast, concepts such as “radiative cooling,” “additive manufacturing,” “shape-stabilized,” and “functional textiles” appear in medium-density regions. Although these topics have attracted increasing attention in recent years, they are still represented by a relatively limited number of studies, pointing to emerging research areas with significant growth potential.

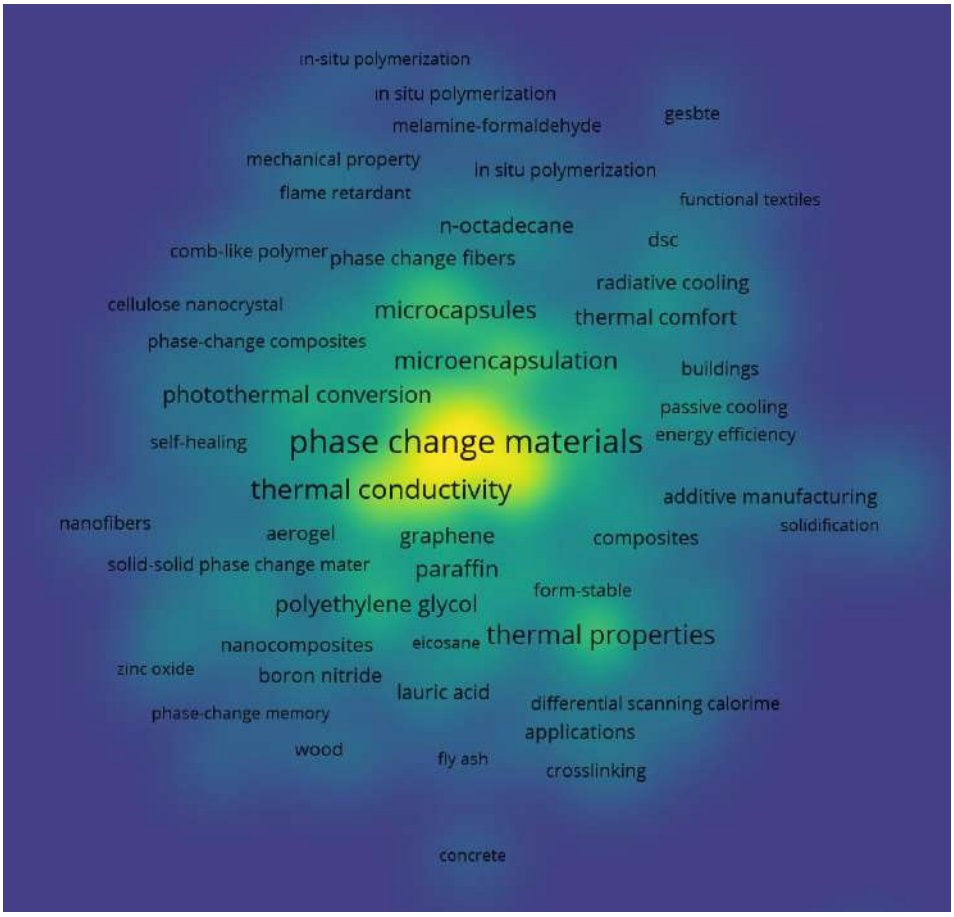


Figure 7. VOSviewer keyword co-occurrence density analysis

The temporal overlay map presented in Figure 8 illustrates the chronological appearance of keywords within the literature. Lighter yellow tones represent more recent publications, whereas blue shades indicate concepts predominantly associated with earlier studies. In the early stages of the literature, fundamental PCM components and conventional thermal parameters—such as “paraffin,” “polyethylene glycol,” and “thermal properties”—are observed to be prominent. In contrast, more recent publications highlight emerging concepts including “radiative cooling,” “additive manufacturing,” “functional textiles,” “smart textiles,” “nanocomposites,” and “energy efficiency.” This temporal trend suggests that PCM research initially progressed with a strong emphasis on material-based investigations and basic thermal characterization, while in recent years it has evolved toward application-driven studies, advanced manufacturing technologies, and performance evaluations that more closely reflect real-use scenarios.

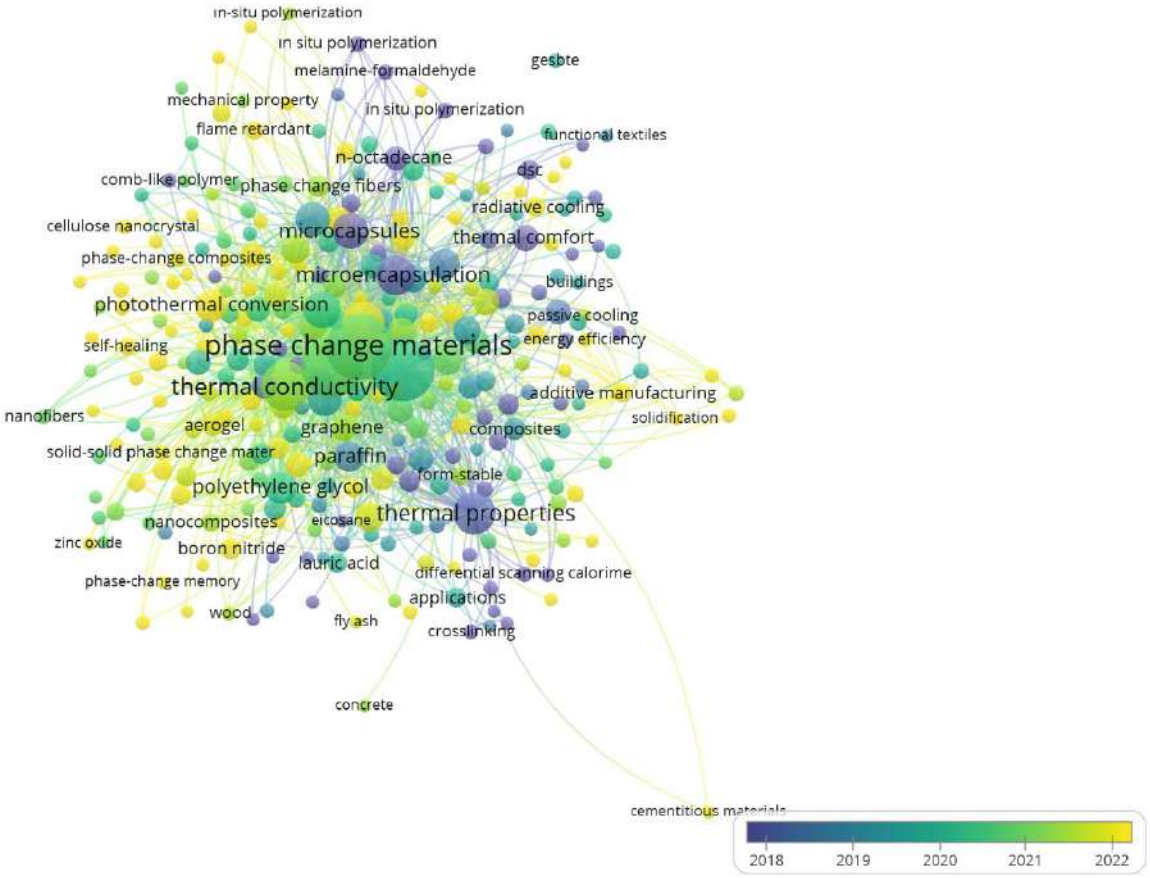


Figure 8. VOSviewer keyword co-occurrence temporal trend analysis

The results of the co-occurrence analysis indicate that the PCM literature has developed around a strong core conceptual structure; however, thematic diversification within specific application areas has not yet reached a sufficient level. In particular, the low occurrence of keywords related to performance testing under real-use conditions and environmental interactions points to a significant methodological gap in the existing literature. This finding demonstrates that the methodological shortcomings forming the central focus of the present study are also substantiated by the bibliometric network analyses.

CONCLUSIONS

This study presents a comprehensive bibliometric analysis covering 2697 scientific publications published in the field of phase change materials (PCMs) between 2000 and 2026. Using VOSviewer-based network analyses, the study systematically evaluates time trends, thematic clusters, and research density regions in the literature. These data are interpreted together with findings on testing and characterization methods, providing a holistic perspective on the current methodological structure of the field.

The results of the analyses indicate that, despite increasing thematic diversification in the PCM field, experimental approaches remain concentrated within a relatively limited framework, and application-oriented representation remains weak. The main findings of the study are summarized below:

- The number of publications in the PCM field exhibited a steady increase over the 2000–2026 period, with a pronounced acceleration observed after 2015.
- Keyword co-occurrence analysis revealed that “phase change materials,” “thermal conductivity,” “thermal properties,” “microencapsulation,” and “energy storage” constitute the core thematic concepts of the literature.

- Overlay analysis demonstrated that keywords related to advanced material technologies—such as “graphene,” “aerogel,” “nanocomposites,” and “additive manufacturing”—have become increasingly prominent in recent years.
- Density maps indicate that research activity remains predominantly focused on fundamental material development and thermal property measurements, whereas application-driven studies are represented at a relatively limited level.
- The most frequently employed experimental approaches in the literature are Class A methods (thermal performance tests) and Class B methods (thermal analysis techniques).
- Experimental protocols that reflect real-use conditions—such as sweating manikin tests, environmental cycling tests, and radiative cooling experiments—are represented at a notably low level within the literature.
- Although thematic diversity has increased, the diversity of test and characterization methods has not progressed at a comparable rate; most studies still rely on short-term, single-parameter experimental designs conducted under controlled laboratory conditions.
- Test methodologies capable of evaluating the performance of PCM systems under dynamic and user-oriented scenarios remain insufficiently developed in the literature.
- Despite the expansion of application areas, a lack of standardized test protocols capable of technically supporting these applications is evident.
- Rapid advances in material development have outpaced the evolution of test and analysis methodologies, highlighting a significant methodological gap within PCM research.

In conclusion, future studies evaluating PCM systems should place greater emphasis on the development of multi-parameter testing methodologies that accurately represent real-use scenarios. In particular, experimental approaches such as long-term cycling tests, thermal aging analyses, coupled thermo-mechanical evaluations, and environmental durability measurements need to be more extensively incorporated into the literature. Furthermore, the standardization of thermal imaging techniques and their integration with quantitative performance metrics would significantly enhance the reliability of reported results. The establishment of common, comparable, and application-oriented testing protocols aligned with the increasingly diverse application areas of PCM technologies will contribute to more robust outcomes at both academic and industrial levels.

REFERENCES

Bakan, E. (2025). Tekstil Boyarmaddeleriyle İlgili Yapılmış Yayınlar Üzerine VOSviewer ile Bibliyometrik Bir Analiz. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 15(3), 1164-1183.

Cabeza, L. F., Castell, A., Barreneche, C. D., De Gracia, A., & Fernández, A. I. (2011). Materials used as PCM in thermal energy storage in buildings: A review. Renewable and sustainable energy reviews, 15(3), 1675-1695.

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. Journal of business research, 133, 285-296.

Fu, Y., Mao, Y., Jiang, S., Luo, S., Chen, X., & Xiao, W. (2023). A bibliometric analysis of systematic reviews and meta-analyses in ophthalmology. Frontiers in Medicine, 10, 1135592.

Hançer, A. (2025). 2002-2024 Yılları Arasında Gıda ve Nanoteknoloji Üzerine Yapılan Çalışmaların Bibliyometrik Analizi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 30(1), 191-205.

Hossain, M. T., Shahid, M. A., Ali, M. Y., Saha, S., Jamal, M. S. I., Habib, A. (2023). Fabrications, classifications, and environmental impact of PCM-incorporated textiles: current state and future outlook. ACS omega, 8(48), 45164-45176.

Passas, I. (2024). Bibliometric analysis: the main steps. Encyclopedia, 4(2).

Sanlı, Y. B., Baltacı, F., Güven, E., Eren, T. (2024). Siber güvenlik çalışmaları üzerine bibliyometrik analiz. Bilişim Teknolojileri Dergisi, 17(3), 223-229.

Shahid, M. A., Saha, C., Miah, M. S., Hossain, M. T. (2023). Incorporation of MPCM on cotton fabric for potential application in hospital bed sheet. Heliyon, 9(6).

PERSONEL YÖNETİMİ ANLAYIŞINI BİR VEZÂİF-İ ME'MURÎN TALİMATNAMESİ ÜZERİNDEN OKUMAK

Arş. Gör. Dr. Ramazan Furkan ÖZKUL
Süleyman Demirel University, Faculty of Economics & Administrative Sciences,
Department of Human Resources Management, 32200 Çünür, Isparta
ORCID ID: 0000-0003-0159-9599

ÖZET
Bu çalışma, II. Meşrutiyet döneminde Mâliye Nezâreti tarafından yayımlanan, 1910 tarihli "*A'şâr ve Ağnâm Resminin Emaneten İdâresi Mukarrer Olan Mahallerde İstihdâm Olunacak Me'murların Vezâifini Mübeyyin Ta'limatdır*" isimli belge üzerinden, dönemin personel yönetimi anlayışının izlerini sürmeyi amaçlamaktadır. Söz konusu belgenin, vergi toplama sürecinde görev alacak personelin yetki sınırlarını ve çalışma esaslarını detaylandıran bir teşkilat ve görev yönergesi niteliği taşıdığı söylenebilir. Talimatname, kurumun personelini merkez ve taşra teşkilatı içinde nâzır, müdür, memur ve kâtip olmak üzere hiyerarşik bir tasnife tabi tutmaktadır. İlgili belgede atama ve terfi silsilesinden geçici personel seçimine; disiplin süreçlerinden izin, hastalık ve mali sorumluluklara kadar çalışma hayatını düzenleyen idari ve hukuki süreçler düzenlenmiştir.
Belgenin kurgusunun, örgütsel yönetim pratikleri ve rasyonel istihdam politikaları bağlamında şekillendiği görülmektedir. Bu kapsamda öne çıkan ilk unsur, dışarıdan atamaları yasaklayarak boşalan kadroların kurum içinden doldurulmasını öngören, böylece kurum içinde ilerlemeyi kıdem ve liyakate bağlayan bir düzen oluşturulmasıdır. Bu yapıya çalışanların birbirini raporlamasını şart koşan ve yöneticileri astlarının hatalarından müteselsilen sorumlu tutan bir hiyerarşik denetim mekanizması eşlik etmektedir. Ayrıca personel ve işletme giderlerinin toplam gelirin belirli bir oranıyla sınırlandırılması, mali disiplinin idari işleyişin bir parçası olarak ele alındığını göstermektedir. Çalışmada talimatnamenin, işgücünü hiyerarşi ve mali kurallar çerçevesinde düzenleyen bir idari yapıyı yansıttığı anlaşılmaktadır. Bu yönüyle çalışmanın, Osmanlı kamu personel sistemine yönelik tartışmalara katkı sağlayacağı ifade edilebilir.
Anahtar kelimeler: Personel Yönetimi, İnsan Kaynakları Yönetimi, Talimatname

READING THE PERSONNEL MANAGEMENT MENTALITY THROUGH A DIRECTIVE ON THE DUTIES OF OFFICIALS

ABSTRACT
This study aims to trace the personnel management mentality of the Second Constitutional Era through the analysis of a 1910 document published by the Ministry of Finance (Mâliye Nezâreti), titled "*A'şâr ve Ağnâm Resminin Emaneten İdâresi Mukarrer Olan Mahallerde İstihdâm Olunacak Me'murların Vezâifini Mübeyyin Ta'limatdır*". This document serves as an organizational and functional directive, detailing the jurisdictional boundaries and operational principles for personnel involved in the tax collection process. The regulation establishes a hierarchical classification within the central and provincial organization, categorizing staff as ministers, directors, officers, and clerks. It further codifies the administrative and legal frameworks governing professional life, ranging from appointment and promotion cycles to the selection of temporary staff, disciplinary procedures, leave entitlements, sick leave, and financial liabilities.
The findings suggest that the regulation's framework was shaped by organizational management practices and rational employment policies. A salient feature of this structure is the prohibition of external appointments to fill vacancies, thereby establishing an internal labor

market where career progression is strictly tied to seniority and merit. This structure is accompanied by a hierarchical oversight mechanism that mandates peer reporting and holds managers jointly and severally liable for the errors of their subordinates. Furthermore, the integration of financial discipline into administrative operations is evidenced by the capping of personnel and operational expenses at a specific ratio of total revenue. Ultimately, this study demonstrates that the regulation reflects an administrative structure that systematizes the workforce through hierarchy and fiscal regulations, thereby contributing to the scholarly discourse on the Ottoman public personnel system.
Keywords: Personnel Management, Human Resources Management, Administrative Instructions

1. GİRİŞ

Talimatname veya nizamnameler, Osmanlı Devleti'nin bürokratik reform sürecinde devlet dairelerinin teşkilat yapılarını, görev tanımlarını ve çalışma usullerini belirlemek amacıyla yayımlanan düzenleyici metinlerdir. Bu belgeler, rasyonel-hukuki bir düzen kurma çabasının parçası olarak, idari işleyişi geleneksel kalıplardan çıkarıp belirli kurallara bağlamak için kullanılmıştır (Findley, 1980). Bu bağlamda çalışma, II. Meşrutiyet döneminde Mâliye Nezâreti tarafından yayımlanan, 1910 tarihli "*A'şâr ve Ağnâm Resminin Emaneten İdâresi Mukarrer Olan Mahallerde İstihdâm Olunacak Me'murların Vezâifini Mübeyyin Ta'limatdır*" isimli belge üzerinden (Maliye Nezâreti, 1910), dönemin personel yönetimi anlayışının izlerini sürmeyi amaçlamaktadır. Belge; ön kapak ve iç sayfalar dâhil olmak üzere toplam 20 sayfadan oluşmaktadır. 1910[102] yılında İstanbul'da Matbaa-i Osmaniye tarafından basılan ve Osmanlı Türkçesi'yle kaleme alınmış olan talimat, yayın tarihi ve fiziksel özellikleri itibarıyla nadir eser niteliği taşımaktadır. Günümüzde Seyfettin Özege Koleksiyonu'nda yer alan talimatname, kütüphane kayıtlarına göre 14.07.2009 tarihinde koleksiyona dâhil edilmiştir. Demirbaş numarası 0127280, sınıflama yer bilgisi ise 20602/SÖ 1883 k.1 olarak kayıt altına alınmıştır.

2. TALİMATNAMEYE DAİR NOTLAR (1910)

Çalışmanın amacı doğrultusunda incelenen belgede, merkezî idaresi; Emin, Muavin ile Muhasebe ve Tahrirat müdürlerinden oluşan A'şâr ve Ağnâm Emaneti'nin taşra teşkilatının vilâyet (nâzır), livâ (müdür) ve kazâ (memur) düzeylerinde yapılandırıldığı görülmektedir. Her idari basamak ise bir üst merciye karşı sorumlu olacak şekilde düzenlenmiştir. Sistemin temelini oluşturan *silsile-i tertîb* ilkesi ise, memuriyetlerin belirli bir sıra ve sınıflandırma dâhilinde yürütülmesi gerektiğini ifade etmektedir. Bu kapsamda birinci sınıf nâzırlardan ikinci sınıf müdüriyet başkâtiplerine kadar uzanan çok kademeli bir yapı oluşturulduğu görülmüştür.

Bunlarla birlikte memur adaylarının *devâir-i hesâbiyeden yetişmiş*, yani mali ve hesap işlerinde deneyim kazanmış kişiler arasından seçilmesi ve "*ehl, muktedir ve müstakîm*" niteliklerine sahip olmalarının şart koşulması da dikkat çekmektedir. Boşalan kadroların doldurulmasında ise silsile içerisinde yer alan personel arasından *en muktedir* olanın tercih edilmesi esası benimsenmiştir. Alt kademelerde dahi sahadaki uygulamalara hâkim yardımcı personelin (örn. meşşâr ve muharrir) seçilmesine yönelik hükümler getirilmiştir. Üst düzey yöneticiler ise maiyetlerinde görev yapan memurların ahvâl ve iktidârlarını gözetmekle yükümlü kılınmıştır. Yetersizlik (*adem-i kifâyet*), ihmalkârlık (*teseyyüb*) veya görevlerin icrasında yavaşlık (*batâat*) gösteren memurlar hakkında, azil sürecinin hiyerarşik silsile izlenerek işletileceği hükme bağlanmıştır. Nitekim icmal ve cetvellerini belirlenen süreler içinde göndermeyen memurun, öncelikle resmî olarak uyarılacağı da belirtilmiştir. Aynı zamanda on beş gün içinde geçerli bir mazeret sunulmaması hâlinde derhâl görevden alınacağı ifade edilmiştir. Bunların yanı sıra

[102] Söz konusu tarih; Seyfettin Özege Koleksiyonu katalog bilgisinde yayın tarihi 1883, notlar bölümünde yer alan tarih ise 1920 olarak kayıtlıdır. Ancak Türk Tarih Kurumu'nun Tarih Çevirme Kılavuzu esas alınarak yapılan tarih çevirme işlemi neticesinde, bahsi geçen tarihin 1910 yılına karşılık geldiği görülmüştür (Türk Tarih Kurumu, t.y.).

buna benzer gecikmelere kayıtsız kalan veya duruma sessiz kalan üst yöneticilerin de aynı derecede sorumlu tutulacağı ve müteselsil biçimde cezalandırılacağı hüküm altına alınmıştır.
Talimatnamede yer alan memurların denetim faaliyetleri, yazışma ve raporlama ile sınırlı bırakılmamıştır. Örneğin "*geşt-ü gûzâr*" olarak ifade edilen yöntemle sahayı bizzat dolaşarak kontrol yükümlülüğü taşıdıkları görülmektedir. Bu kapsamda vilâyet nâzırları ve livâ müdürleri, kazâları fiilen ziyaret ederek memurların görev icrasını, ambarların durumunu ve kullanılan ölçü birimlerinin (*Kile-i Âsitâne*) doğruluğunu denetlemekle yükümlü kılınmıştır. Örneğin kol meşşarlarının, kolcular ve muharrirler tarafından gerçekleştirilen usulsüzlükleri yazılı ihbar (*bâ-jurnal*) yoluyla rapor etmeleri zorunlu kılınmıştır.
Söz konusu belgede denetim ve sorumluluk; mali işlemler bakımından da düzenlenmiştir. Nitekim memurlar görev yaptıkları bölgelerde gerçekleştirilen harcamaların onaylı bütçe sınırlarını, özellikle yüzde onluk gider sınırını aşmamasından ve tahsil edilen mahsulün muhafazasından şahsen sorumlu tutulmuştur. Ambarlarda dikkatsizlik veya ihmal sonucu meydana gelen çürüme ve zayiattan, ambar memuru ile kazâ memurunun müteselsilen sorumlu olduğu ve oluşan zararın kendilerinden ya da kefillerinden tahsil edileceği görülmektedir. Ayrıca vergi ihalelerinde yeterli kefalet alınmadan işlem yapılması ya da öngörülen depozito oranı (%10) tahsil edilmeden sözleşme tesis edilmesi durumunda da hazineye doğacak her türlü zararın ilgili memur tarafından bizzat tazmin edileceği belirtilmiştir.

4. DEĞERLENDİRME

A'şâr ve Ağnâm Emaneti'nin teşkilat yapısı, ilgili belge doğrultusunda incelendiğinde; merkezî birimler ile taşra teşkilatı arasında dikey bir sorumluluk zincirine dayalı bir düzen/yapının benimsendiği çıkarımında bulunulabilir. Bu yapılanmada görev ve sorumluluk alanlarının net biçimde tanımlanmış olması da idari belirsizliğin sınırlandırılmasına ve rasyonel (Keskin-Ertürk, 2006, s. 19) bir yönetim alanı oluşturulmasına yönelik bir çaba olarak değerlendirilebilir. İdari işleyişin sürekliliğini sağlamak amacıyla tesis edilen raporlama disiplini ve verilerin standart şablonlara (*numûnelerine muvâfık*) uygun biçimde sunulması zorunluluğu ise merkezin taşradaki süreçleri daha *düzenli biçimde izlemesine* imkân tanıyan bir uygulama olarak yorumlanabilir.
Personel yönetimi açısından değerlendirildiğinde, talimatta belirtilen silsile dışında memur atanmasına izin verilmediği görülmektedir. Dolayısıyla personel temininin mevcut kadro yapısı içerisinde ve önceden belirlenmiş görev kademeleri aracılığıyla yürütülmesinin esas alındığı çıkarımında bulunulabilir. Bu kapsamda memuriyetin, görev tecrübesi ve hizmet süresi bağlamında ilerleyebilen bir yapı içerisinde şekillendirildiği söylenebilir. Aynı zamanda *silsile-i tertîb* ilkesi doğrultusunda kademeli bir mesleki ilerleme yolunun esas alınması da idari *süreklilik* ve *liyakat anlayışını* dikkate alan bir uygulama olarak değerlendirilebilir. Bunlarla birlikte teşkilat içinde *dikey* ve *yatay denetim*in birlikte yürütülebildiği anlaşılmaktadır. Bazı memurların, görevini kötüye kullanan diğer görevlileri yazılı olarak üst makamlara bildirmekle yükümlü tutulması, denetimin karşılıklı gözetim esasına dayandığını göstermektedir. Bu bağlamda denetim faaliyetlerinin, farklı görev kademeleri üzerinden eş zamanlı biçimde yürütülebildiği söylenebilir.
Belirtilen uygulamalar ve düzenlemelerin yanı sıra söz konusu talimatta, idari işleyişin mali disiplinle birlikte dikkate alındığı bir anlayışın benimsendiği görülmektedir. İdari giderlerin toplam gelirin belirli bir oran ile sınırlandırılması ve hizmetlerin yürütülmesinde görülen yavaşlığın (*batâat*) görevden alınma gerekçeleri arasında sayılması, işleyişin *belirlenmiş ölçütler* üzerinden izlenmeye çalışıldığını gösterebilir. Bu doğrultuda, görevlerin zamanında ve usulüne uygun yürütülmesine önem verildiği ifade edilebilir. Bununla birlikte görevden ayrılma sürecine ilişkin olarak öngörülen *meccânen devir-teslim* yükümlülüğü, mali kayıtların ve idari evrakın *sürekliliğ*ini sağlamaya yönelik bir tedbir olarak değerlendirilebilir. Aynı zamanda memurun, hesap ve evrakı halefine eksiksiz biçimde devretmeden görevden ayrılmasına izin

verilmemesi de idari süreçlerin düzenli biçimde yürütülmesine ilişkin bir *anlayış/uygulama* olarak yorumlanabilir.

KAYNAKÇA

Findley, C. V. (1980). *Bureaucratic reform in the Ottoman Empire: The sublime porte, 1789-1922*. Princeton University Press.

Keskin, N. E. (2006). Türkiye'de kamu yönetimi disiplininin 'köken' sorunu. *Amme İdaresi Dergisi, 39*(2), 1-28.

Maliye Nezâreti (1910). *A'şâr ve ağnâm resminin emaneten idâresi mukarrer olan mahallerde istihdâm olunacak me'murların vezâifini mübeyyin ta'limatdır*. Matbaa-i Osmaniye.

Türk Tarih Kurumu (t.y.). *Tarih çevirme kılavuzu*. https://ttk.gov.tr/tarih-cevirme-kilavuzu

"YOLCU EŞYASININ MUAYENESİNE DAİR TALİMATNAME" ÜZERİNDEN PERSONEL VE İŞ AKIŞI DÜZENİNE BİR BAKIŞ

Arş. Gör. Dr. Ramazan Furkan ÖZKUL
Süleyman Demirel University, Faculty of Economics & Administrative Sciences,
Department of Human Resources Management, 32200 Çünür, Isparta
ORCID ID: 0000-0003-0159-9599

ÖZET
Bu çalışma, Erken Cumhuriyet döneminde Gümrük İdaresi tarafından yayımlanan, 1926 tarihli "*Yolcu Eşyasının Muayenesine Dair Talimatname*" isimli belge doğrultusunda, ilgili dönemin kamu personel yönetimi anlayışının izlerini sürmeyi amaçlamaktadır. Söz konusu belge, gümrük denetim süreçlerinde görev alacak personelin operasyonel yetki sınırlarını ve iş akış esaslarını detaylandıran bir görev ve süreç yönergesi niteliği taşımaktadır. Talimatname, salon personelini operasyonel işlevlerine göre müdür/ser-memur, muayene memuru ve kolcu olmak üzere fonksiyonel ve hiyerarşik bir tasnife tabi tutmaktadır. İlgili belgede; iş gücü planlamasından vardiya yönetimine, inisiyatif kullanımından evrak ve mühür güvenliğine dayalı bireysel sorumluluklara kadar çalışma hayatına dair idari ve teknik süreçler düzenlenmiştir.
Belgenin kurgusunun, süreç yönetimi pratikleri ile görev zaruretine dayalı hareketli bir mesai düzeni anlayışı çerçevesinde şekillendiği anlaşılmaktadır. Bu kapsamda öne çıkan ilk unsur, durağan bir mesai kavramı yerine iş yükündeki değişimi esas alan bir vardiya sisteminin benimsenmesi ve görevin mekânsal sınırlarını hareket hâlindeki araçlara kadar genişleten dinamik bir iş gücü tanımının oluşturulmasıdır. Talimatnamede, memura kendi takdirine bağlı olarak eşyayı arama ya da güvenli bulduğu takdirde aramadan geçirme yetkisinin tanınması, görev icrasında esnekliğe dayalı bir sorumluluk anlayışının benimsendiğini göstermektedir. Bu takdir yetkisi, kapıdaki görevlilerin (kolcuların) yalnızca etiketi ve mührü bulunan eşyaların çıkışına izin verdiği son bir kontrol mekanizmasıyla tamamlanmaktadır. Ayrıca müdür/ser-memurun salon işleyişi ve hasılat güvenliği konularında doğrudan sorumluluk taşıması, yönetsel denetimin merkezî bir otorite etrafında toplandığını ortaya koymaktadır. Yetki devrinin mümkün olmakla birlikte sorumluluğun devredilememesi ise bu görevlerin nihai olarak yöneticiler üzerinde yoğunlaştığını göstermektedir. Bu bağlamda çalışmanın, ilgili dönemin personel yönetimi pratiklerini anlamaya yönelik tartışmalara bir katkı sunacağı söylenebilir.
Anahtar kelimeler: Personel Yönetimi, Kamu Personel Yönetimi, İnsan Kaynakları Yönetimi, Talimatname

AN OVERVIEW OF PERSONNEL AND WORKFLOW ARRANGEMENTS THROUGH "YOLCU EŞYASININ MUAYENESİNE DAİR TALİMATNAME"

ABSTRACT
This study aims to trace the public personnel management mentality of the Early Republican era through the analysis of a 1926 document published by the Customs Administration, titled "*Yolcu Eşyasının Muayenesine Dair Talimatname*". The document in question functions as a task and process directive, delineating the operational boundaries of authority and workflow principles for personnel involved in customs inspection processes. The directive subjects the hall personnel to a functional and hierarchical classification based on their operational functions, categorizing them as müdür/ser-memur (director/head officer), muayene memuru (inspection officer), and kolcu (guard). The document regulates administrative and technical processes regarding professional life-ranging from workforce planning and shift management

to the exercise of discretion and individual responsibilities grounded in document and seal security.
The architecture of the regulation is evidently informed by process management practices and a dynamic working-hour regime predicated on operational necessity. A primary element in this context is the adoption of a shift system based on workload fluctuations -displacing a static workday- and the conceptualization of a mobile workforce whose spatial jurisdiction extends to vehicles in transit. The provision granting officers administrative discretion to conduct or waive inspections based on their professional judgment underscores an accountability model rooted in operational flexibility. This discretionary power is structurally counterbalanced by a final control mechanism, whereby guards (kolcu) permit the exit of only those goods featuring verified labels and seals. Furthermore, the direct accountability of the director or head official regarding terminal operations and revenue security underscores a centralized model of managerial oversight. The principle that authority may be delegated while responsibility remains non-delegable highlights that ultimate accountability is concentrated at the managerial level. In this respect, it can be stated that the study will contribute to discussions aimed at understanding the personnel management practices of the relevant era.
Keywords: Personnel Management, Human Resources Management, Administrative Instructions

1. GİRİŞ

Kamu hizmetlerinin düzenli ve kurallı biçimde yürütülmesini sağlamak amacıyla devlet tarafından kanun, tüzük, yönetmelik ve talimatnameler yayımlanmıştır. Söz konusu yazılı metinler gerek arşivcilik gerek kamu yönetimi, personel yönetimi ve örgütsel yapılanma bağlamında idari uygulamaların teorik ve pratik çerçevesini belirleyen düzenleyici metinler arasında yer almaktadır (Korkmaz, 2020, s. 1011).

Bu çalışma, Erken Cumhuriyet döneminde Gümrük İdaresi tarafından yayımlanan, 1926 tarihli "*Yolcu Eşyasının Muayenesine Dair Talimatname*" isimli belge doğrultusunda (Gümrük İdaresi, 1926), ilgili dönemin kamu personel yönetimi anlayışının izlerini sürmeyi amaçlamaktadır. Çalışmada ele alınan belge; ön kapak, iç sayfalar ve ekleriyle birlikte toplam 16 sayfadan oluşmaktadır. 1926 yılında İstanbul'da Hilal Matbaası'nda basılan talimatname, yayın tarihi ve fiziksel özellikleri itibarıyla nadir eser statüsünde değerlendirilmektedir. Seyfettin Özege Koleksiyonu'nda yer alan belge, kütüphane kayıtlarına göre 14.07.2009 tarihinde koleksiyona dâhil edilmiştir. Belgeye ait demirbaş numarası 0126403, sınıflama yer bilgisi ise 15651/SÖ 1926 k.1'dir.

2. YOLCU EŞYASININ MUAYENESİNE DAİR TALİMATNAME (1926)

Bu başlık altında, *Yolcu Eşyasının Muayenesine Dair Talimatname* bağlamında ilgili dönemin personel yönetimi anlayışı ve örgütsel yapılanması incelenmiştir. Çalışmada teşkilat yapısı ve görev dağılımı, işleyiş ve denetim ile mali işleyiş ve personel sorumluluğu olmak üzere üç ana başlık esas alınmıştır. Bu doğrultuda talimatnamede yer verilen idari düzenlemelerin, gümrük yolcu salonlarında görev yapan personelin yetki, sorumluluk ve çalışma usullerini nasıl yapılandırdığı ortaya konulmuştur.

Teşkilat Yapısı ve Görev Dağılımı: Gümrük teşkilat yapısının, iskelelerin büyüklüğü ve yolcu yoğunluğuna bağlı olarak kademeli bir düzen sergilediği görülmektedir. Bu kapsamda büyük iskelelerdeki yolcu salonları, bir müdür veya ser-memur idaresinde; yeterli sayıda muayene memuru ve kolcudan oluşan bir heyet tarafından yönetilmektedir. Buna karşılık küçük gümrüklerde ayrıca bir heyet teşkil edilmemektedir. Muayene işlemleri ise doğrudan gümrük idaresi tarafından yürütülmektedir. Salonlarda görev yapacak personelin sayısı Rüsûmat Müdüriyet-i Umûmiyesi tarafından belirlenmektedir. Salon idareleri ise idari işleyiş bakımından bağlı bulundukları bölgenin Rüsûmat Başmüdüriyeti'ne veya kendi müdüriyetlerine müracaat etmeleri gerekmektedir. Görev dağılımı çerçevesinde müdür veya

ser-memurlar, salonun genel düzeninden, yürütülen muamelelerin doğruluğundan ve toplanan hasılatın gümrük veznesine tesliminden sorumlu tutulmuştur. Muayene memurları, yolcu kaplarını açmak, beyana uygunluğu denetlemek ve resme tabi eşyaların vergisini hesaplamakla görevlendirilmiştir. Kolcular ise salonun kara ve deniz kapılarında bekleyerek üzerinde mühürlü ve tarihli etiket bulunmayan eşyaların çıkışına izin vermemekle ve ambarlara sevk edilecek eşyalara refakat etmekle yükümlü kılınmıştır. Demiryolu ulaşımında ise sınır ve ara istasyonlarda özel memur heyetlerinin görev yaptığı; trenin durma süresinin muayene için yeterli olmadığı durumlarda işlemlerin yolculuk sırasında, hareket hâlindeki vagonlarda gerçekleştirilebildiği anlaşılmaktadır. Tüm bu teşkilat, tatil günleri dâhil olmak üzere güneşin doğuşundan batışına kadar hizmet vermektedir. Bunun yanı sıra gece gelen vasıtalar için ise nöbet usulüyle personel bulundurulmaktadır.

İşleyiş ve Denetim: Gümrük yolcu salonlarındaki işleyiş, yolcuların beraberlerinde getirdikleri eşyalarla bu salonlardan geçme zorunluluğu ile başlamaktadır. Muayene süreci, memurların yolcuya eşyanın mahiyetine ilişkin yönelttikleri sözlü sorularla yürütülmektedir. Bu aşamada memurlar, gerekli gördükleri kapları açarak inceleme yapabilmektedir. Yolcunun beyanı ile eşyanın durumu arasında uyuşmazlık bulunması ya da şüphe hâlinin ortaya çıkması durumunda ise salon müdürünün izniyle tüm kaplar muayeneye tabi tutulmaktadır. Muayenesi tamamlanan veya muafiyet kapsamında değerlendirilen eşyalar, denetimin tamamlandığını göstermek amacıyla mühürlü ve tarihli etiketlerle işaretlenmektedir. Gelen ve giden yolcular için farklı renklerde hazırlanan bu etiketlerin kolayca sökülemeyecek biçimde düzenlendiği görülmektedir. Salonun kara ve deniz kapılarında görev yapan kolcular, çıkış esnasında bu etiketleri kontrol etmekle yükümlü tutulmuştur. Etiketi bulunmayan ya da tarihi geçmiş olan eşyaların salon dışına çıkarılmasına izin verilmemektedir. Kaçakçılık teşebbüsleri veya gizli bölme kullanımı gibi durumlar ise zabıt varakası ile kayıt altına alınarak doğrudan gümrük müdürlüğüne intikal ettirilmektedir. Demiryolu taşımacılığında, trenin durma süresinin muayene için yeterli olmadığı hâllerde işlemlerin hareket hâlindeki vagonlarda sürdürülebildiği de belirtilmektedir.

Mali İşleyiş ve Personel Sorumluluğu: Gümrük yolcu salonlarında yürütülen mali işlemler, salon müdürü veya ser-memurun şahsî sorumluluğu altında gerçekleştirilmektedir. Bahsi geçen yöneticilerin bulunmadığı durumlarda mali yetkilerin, yine kendi sorumlulukları dâhilinde olmak üzere bir muayene memuruna devredildiği görülmüştür. Vergiye tabi eşya tespit edilmesi durumunda, eşyanın cinsi, miktarı ve tarife numarasını içeren "*Muayene ve Tahsil-i Rüsûm Varakası*" düzenlenmektedir. Bunun yanı sıra tahsil edilen gümrük, istihlak ve sıhhiye rüsumları ile depozito bedelleri günlük olarak "*Tahsilat Bordrosu*"na kaydedilmektedir.

Bunlarla birlikte toplanan hasılatın, gümrük veznesinin kapanışından yarım saat önceye kadar ya da tatil günlerini izleyen ilk mesai gününde makbuz karşılığında merkezî vezneye teslim edilmesi esas alınmıştır. Salon idarelerinin müstakil bir varidat defteri tutmadığı anlaşılmaktadır. Fakat buna karşılık işlemler, personel tarafından düzenlenen bordro ve makbuz nüshaları aracılığıyla ana gümrük defterlerine aktarılmaktadır. Yolcunun beyanının gerçeğe aykırı olması durumunda ise verginin iki kat olarak tahsil edilmesine ilişkin maddeler bulunmaktadır.

4. DEĞERLENDİRME

Osmanlı bürokratik yapısında idari işleyişin ve personel düzeninin tesisinde belirleyici bir rol üstlenen talimatnameler (Korkmaz, 2020), uygulamaya dönük düzenleyici metinler olarak dikkat çekmektedir. Bu metinlerin, personelin görev tanımlarını, yetki ve sorumluluk sınırlarını, disiplin mekanizmalarını ve nezaret ilişkilerini düzenlediği görülmektedir. Bu yönüyle talimatnamelerin, ilgili dönemin *personel yönetimi anlayışı*nı kurumsal işleyiş üzerinden görünür kılan belgeler arasında yer aldığı ifade edilebilir. Nitekim Erken Cumhuriyet Dönemi'ne ait "*Şark Demiryolları Me'murîn ve Müstahdemîn Nizamnâmesi*"nin de benzer niteliklere haiz olduğu söylenebilir (Şark Demiryolları İşletici Kumpanyası, 1927).

Çalışmanın amacı doğrultusunda incelenen "*Yolcu Eşyasının Muayenesine Dair Talimatname*"; gümrük yolcu salonlarında görev yapan personelin yetki, sorumluluk ve çalışma usullerini ayrıntılı biçimde düzenleyen bir metin niteliği taşımaktadır. Talimatnamede gümrük muayene faaliyetlerinin belirli bir teşkilat yapısı ve açık biçimde tanımlanmış bir görev dağılımı çerçevesinde yürütülmesinin esas alındığı anlaşılmaktadır. Büyük ve küçük gümrükler arasında personel sayısı ve örgütlenme bakımından farklı uygulamalara yer verilmesi, görevlendirmenin fiziki koşullar ve yolcu yoğunluğu dikkate alınarak *rasyonelleşme* zemininde şekillendirildiğine işaret etmektedir. Mali işlemlerin bordro, makbuz ve ana defterler aracılığıyla kayıt altına alınması ise idari işleyişte denetim ve hesap verebilirlik ilkelerinin merkezi bir konumda yer aldığını ortaya koymaktadır. Yetki devrine ilişkin sınırların açık biçimde belirlenmesi ve sorumluluk alanlarının net şekilde ayrıştırılması, gümrük yolcu salonlarında yürütülen faaliyetlerin personel sorumluluğu *sistematiği* ve kayıt düzeni *uygulamaları* çerçevesinde denetlenebilir bir yapı içinde yürütüldüğünü göstermektedir.

KAYNAKÇA

Gümrük İdaresi (1926). *Yolcu eşyasının muayenesine dair talimatname*. Hilal Matbaası.

Korkmaz, M. (2020). Osmanlı Devleti'nde modern arşivcilik uygulamaları: Bahriye Nezareti Arşiv Talimatnâmesi işığında arşivlik malzemenin muhafazası ve erişime hazır hâle getirilmesine dair bazı tespitler. *History Studies, 12*(3), 1011-1026. https://doi.org//10.9737/hist.2020.865

Şark Demiryolları İşletici Kumpanyası (1927). *Şark Demiryolları Me'murîn ve Müstahdemîn Nizamnâmesi.* Morkides Matbaası.

ROMATOLOJIK REHABILITASYONDA MANUEL TERAPI VE PETEKLI ORTEZ KULLANIMININ AĞRI, FONKSIYONEL KAPASITE VE YAŞAM KALITESI ÜZERINE ETKILERI: RANDOMIZE KONTROLLÜ BIR PILOT ÇALIŞMA

Mehmet Hanifi Kaya
[1]Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Kırşehir, Türkiye
ORCID: 0000-0003-4670-4794

Özet
Amaç: Bu randomize kontrollü pilot çalışmanın amacı, manuel terapi ve petekli ortez kullanımının romatolojik hastalığı olan bireylerde ağrı, fonksiyonel kapasite ve yaşam kalitesi üzerindeki etkilerini incelemektir.
Yöntem: Romatoid artrit (RA) ve/veya diz osteoartriti (OA) tanısı almış 40 birey çalışmaya dahil edildi ve iki gruba randomize edildi: (1) manuel terapi + petekli ortez + egzersiz grubu (n=20) ve (2) yalnızca egzersiz uygulanan kontrol grubu (n=20). Manuel terapi uygulamaları; RA'li bireylerde el–el bileği ve omuz eklemlerine, OA'li bireylerde diz eklemine yönelik Grade I–II mobilizasyonlar ve yumuşak doku teknikleri şeklinde, haftada 3 gün 8 hafta uygulandı. Ortez olarak RA'li bireylere petekli el bilek ortezi, OA'li bireylere petek destekli diz ortezi reçetelendi (günde ≥4–6 saat). Ağrı VAS ile, fonksiyonel kapasite HAQ ile, yaşam kalitesi SF-36 ile değerlendirildi.
Bulgular: Müdahale sonunda manuel terapi + petekli ortez grubunda VAS skorlarında ortalama %31 azalma, HAQ skorlarında %27 iyileşme ve SF-36 fiziksel bileşen puanında anlamlı artış saptandı ($p<0.05$). Kontrol grubunda parametrelerde daha sınırlı gelişmeler görüldü.
Sonuç: Manuel terapi ve petekli ortez kullanımı, romatolojik rehabilitasyonda ağrı kontrolünü destekleyen, fonksiyonel kapasiteyi artıran ve yaşam kalitesini iyileştiren etkili bir multimodal yaklaşım olarak değerlendirilebilir. Daha büyük örneklemli ve uzun dönem takipli çalışmalarla doğrulanması önerilir.
Anahtar Kelimeler: Romatolojik Rehabilitasyon; Manuel Terapi; Ortez; Ağrı; Yaşam Kalitesi

EFFECTS OF MANUAL THERAPY AND ORTHOSIS USE ON PAIN, FUNCTIONAL CAPACITY, AND QUALITY OF LIFE IN RHEUMATOLOGIC REHABILITATION: A RANDOMIZED CONTROLLED PILOT STUDY

Abstract
Objective: The aim of this randomized controlled pilot study was to investigate the effects of manual therapy combined with honeycomb orthoses on pain, functional capacity, and quality of life in individuals with rheumatologic diseases.
Methods: A total of 40 individuals diagnosed with rheumatoid arthritis (RA) and/or knee osteoarthritis (OA) were included in the study and randomly assigned into two groups: (1) manual therapy + honeycomb orthosis + exercise group (n = 20) and (2) control group receiving exercise therapy alone (n = 20). Manual therapy interventions were applied as Grade I–II joint mobilizations and soft tissue techniques, targeting the hand–wrist and shoulder joints in individuals with RA and the knee joint in individuals with OA, three times per week for eight weeks. As orthotic intervention, a honeycomb wrist orthosis was prescribed for participants with RA, and a honeycomb-supported knee orthosis was prescribed for participants with OA (minimum use: 4–6 hours per day). Pain intensity was assessed using the Visual Analog Scale (VAS), functional capacity was evaluated with the Health Assessment Questionnaire (HAQ), and quality of life was measured using the Short Form-36 (SF-36).
Results: At the end of the intervention, the manual therapy + honeycomb orthosis group demonstrated a mean reduction of 31% in VAS pain scores, a 27% improvement in HAQ scores,

and a significant increase in the physical component score of the SF-36 ($p < 0.05$). Improvements observed in the control group were present but notably smaller.
Conclusion: Manual therapy combined with honeycomb orthosis use can be considered an effective multimodal approach in rheumatologic rehabilitation for reducing pain, improving functional capacity, and enhancing quality of life. These findings should be confirmed by studies with larger sample sizes and long-term follow-up.
Key Words: Rheumatologic Rehabilitation; Manual Therapy; Orthosis; Pain; Quality of Life

1. Giriş

Romatolojik hastalıklar, kronik inflamasyon, ağrı, eklem sertliği ve fonksiyonel yetersizlik ile karakterize olup bireylerin günlük yaşam aktivitelerini, sosyal katılımını ve yaşam kalitesini belirgin şekilde olumsuz etkilemektedir. Özellikle romatoid artrit (RA) ve osteoartrit (OA), periferik eklem tutulumu nedeniyle üst ve alt ekstremite fonksiyonlarını sınırlayan, uzun süreli rehabilitasyon gerektiren hastalıklar arasında yer almaktadır (Smolen ve ark., 2020).

RA ve OA'de görülen eklem instabilitesi, sinovyal inflamasyon ve ağrıya bağlı koruyucu hareket paternleri, kas-iskelet sisteminde biyomekanik bozulmalara ve fonksiyonel kapasitede azalmaya yol açmaktadır (Walsh ve ark., 2021). Farmakolojik tedaviler inflamasyonu baskılamada etkili olsa da, tek başına fonksiyonel iyileşmeyi sağlamakta çoğu zaman yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle güncel kılavuzlar, romatolojik hastalıkların yönetiminde fizyoterapi ve rehabilitasyonun multidisipliner yaklaşımın temel bileşeni olması gerektiğini vurgulamaktadır (Negrini ve ark., 2020).

Manuel terapi, eklem mobilizasyonları ve yumuşak doku teknikleri yoluyla ağrı modülasyonu, eklem hareket açıklığının artırılması ve nöromüsküler kontrolün iyileştirilmesini hedefleyen bir fizyoterapi yaklaşımıdır. Düşük dereceli (Grade I–II) mobilizasyonların, periferik ve santral ağrı mekanizmaları üzerinde inhibitör etki göstererek analjezik yanıt oluşturduğu bildirilmiştir (Bialosky ve ark., 2021). Romatolojik hastalarda manuel terapinin güvenli ve etkili olduğu, özellikle ağrı ve sabah tutukluğunu azalttığına dair kanıtlar giderek artmaktadır (Ferreira ve ark., 2021).

Ortez kullanımı ise romatolojik rehabilitasyonda eklem stabilitesini artırmak, mekanik yüklenmeyi azaltmak ve deformite progresyonunu sınırlandırmak amacıyla yaygın olarak uygulanmaktadır. Son yıllarda petekli (honeycomb) yapıya sahip ortezler, hafiflikleri, elastik destek sağlamaları ve hava geçirgenlikleri sayesinde klinik uygulamalarda tercih edilmektedir. El bileği ve diz ortezlerinin RA ve OA'li bireylerde ağrıyı azalttığı ve fonksiyonel performansı artırdığı literatürde açıkça gösterilmiştir (Hammond ve ark., 2021; Duivenvoorden ve ark., 2022).

Ancak manuel terapi ve petekli ortez kullanımının **kombine** olarak uygulandığı ve bu yaklaşımın ağrı, fonksiyonel kapasite ve yaşam kalitesi üzerindeki etkilerini randomize kontrollü tasarımda inceleyen çalışmalar sınırlıdır. Bu nedenle bu çalışmanın amacı, manuel terapi ve petekli ortez kullanımının romatolojik hastalığı olan bireylerde klinik ve fonksiyonel sonuçlar üzerindeki etkilerini incelemektir.

Gereç ve Yöntem

Bu çalışma, romatolojik hastalığı olan bireylerde manuel terapi ve petekli ortez kullanımının etkilerini incelemek amacıyla planlanmış randomize kontrollü bir pilot çalışmadır. Çalışmaya romatoid artrit (RA) ve/veya diz osteoartriti (OA) tanısı almış toplam 40 birey dahil edilmiştir. Katılımcılar bilgisayar tabanlı randomizasyon yöntemiyle iki gruba ayrılmıştır: manuel terapi + petekli ortez + egzersiz grubu (n=20) ve yalnızca egzersiz uygulanan kontrol grubu (n=20).

Manuel terapi uygulamaları; RA'li bireylerde el–el bileği ve omuz eklemlerine, OA'li bireylerde ise diz eklemine yönelik olarak Grade I–II eklem mobilizasyonları ve yumuşak doku teknikleri şeklinde uygulanmıştır. Müdahaleler haftada üç gün olmak üzere toplam sekiz hafta sürmüştür. Manuel terapi grubundaki katılımcılara ek olarak, RA'li bireyler için petekli el bilek ortezi, OA'li bireyler için petek destekli diz ortezi reçete edilmiştir ve ortezlerin günde en az 4–6 saat

kullanılması önerilmiştir. Kontrol grubuna yalnızca konvansiyonel egzersiz programı uygulanmıştır.

Değerlendirmelerde ağrı şiddeti Görsel Analog Skala (VAS) ile, fonksiyonel kapasite Health Assessment Questionnaire (HAQ) ile ve yaşam kalitesi Short Form-36 (SF-36) anketi ile ölçülmüştür. Ölçümler müdahale öncesinde ve müdahale sonunda gerçekleştirilmiştir.

Bulgular

Çalışmayı tamamlayan 40 katılımcının tümü analizlere dahil edilmiştir. Müdahale sonrası manuel terapi + petekli ortez grubunda ağrı, fonksiyonel kapasite ve yaşam kalitesi parametrelerinde kontrol grubuna kıyasla daha belirgin iyileşmeler gözlenmiştir. Müdahale grubunda VAS skorlarında anlamlı azalma, HAQ skorlarında belirgin iyileşme ve SF-36 fiziksel bileşen puanlarında anlamlı artış saptanmıştır ($p < 0.05$). Kontrol grubunda ise tüm parametrelerde sınırlı düzeyde değişim görülmüştür.

Tablo 1. Grupların Başlangıç ve Müdahale Sonrası Klinik Sonuçları

Parametre	Grup	Başlangıç (Ort±SS)	Müdahale Sonrası (Ort±SS)	p
VAS	Manuel terapi + ortez	6.1 ± 1.2	4.2 ± 1.1	<0.001
	Kontrol	6.0 ± 1.3	5.4 ± 1.2	0.08
HAQ	Manuel terapi + ortez	1.35 ± 0.30	0.98 ± 0.28	0.002
	Kontrol	1.32 ± 0.34	1.20 ± 0.31	0.11
SF-36 Fiziksel Bileşen	Manuel terapi + ortez	42.5 ± 6.2	49.3 ± 6.0	0.004
	Kontrol	43.0 ± 6.0	45.1 ± 6.1	0.09

Tartışma

Bu randomize kontrollü pilot çalışmanın sonuçları, manuel terapi ve petekli ortez kullanımının romatolojik hastalığı olan bireylerde ağrı, fonksiyonel kapasite ve yaşam kalitesi üzerinde konvansiyonel egzersiz programına kıyasla daha olumlu etkiler sağladığını göstermektedir. Müdahale grubunda ağrı şiddetinde (VAS) gözlenen belirgin azalma, manuel terapinin eklem mobilizasyonları yoluyla periferik ve santral ağrı mekanizmalarını modüle edebildiğini bildiren önceki çalışmalarla uyumludur (Smolen ve ark., 2020; Bialosky ve ark., 2021).

Romatoid artrit ve osteoartritte düşük dereceli (Grade I–II) mobilizasyonların ağrı algısını azaltarak hareketten kaçınma davranışını sınırladığı ve fonksiyonel katılımı artırdığı bildirilmiştir (Ferreira ve ark., 2021). Bu çalışmada manuel terapiye ek olarak kullanılan petekli el bileği ve diz ortezlerinin, eklem stabilitesini artırarak mekanik yüklenmeyi azalttığı ve böylece ağrı kontrolünü desteklediği düşünülmektedir. Benzer şekilde, el ve diz ortezlerinin romatolojik hastalarda fonksiyonel performansı ve günlük yaşam aktivitelerini iyileştirdiği önceki çalışmalarda rapor edilmiştir (Hammond ve ark., 2021; Duivenvoorden ve ark., 2022).

Fonksiyonel kapasiteye ilişkin HAQ skorlarındaki iyileşme, ağrı azalmasına paralel olarak bireylerin günlük yaşam aktivitelerine katılımının arttığını göstermektedir. Ayrıca SF-36 fiziksel bileşen puanlarındaki artış, rehabilitasyon kazanımlarının yalnızca klinik değil, yaşam kalitesi düzeyinde de anlamlı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgular, romatolojik rehabilitasyonda multimodal yaklaşımların önemini vurgulayan güncel literatürle örtüşmektedir (Negrini ve ark., 2020).

Çalışmanın pilot tasarımı ve örneklem büyüklüğünün sınırlı olması, bulguların genellenebilirliğini kısıtlamaktadır. Bununla birlikte elde edilen sonuçlar, manuel terapi ve petekli ortez kombinasyonunun romatolojik rehabilitasyonda etkili bir tamamlayıcı yaklaşım

olabileceğini göstermekte ve daha geniş örneklemli randomize kontrollü çalışmalara zemin hazırlamaktadır.

Kaynaklar (Bildiri için kısa liste)

1. Smolen JS, et al. Rheumatoid arthritis. *Lancet*. 2020.
2. Bialosky JE, et al. Mechanisms of manual therapy. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2021.
3. Ferreira GE, et al. Manual therapy for musculoskeletal pain. *BMJ*. 2021.
4. Hammond A, et al. Hand orthoses for rheumatoid arthritis. *Rheumatology*. 2021.
5. Duivenvoorden T, et al. Knee bracing in osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2022.
6. Negrini S, et al. Rehabilitation in rheumatic diseases. *Clin Rehabil*. 2020.

Sonuç

Bu randomize kontrollü pilot çalışmanın sonuçları, manuel terapi ve petekli ortez kullanımının romatolojik hastalığı olan bireylerde ağrı şiddetini azaltmada, fonksiyonel kapasiteyi artırmada ve yaşam kalitesini iyileştirmede konvansiyonel egzersiz programına kıyasla daha etkili olduğunu göstermektedir. Özellikle manuel terapi ile birlikte uygulanan petekli el bileği ve diz ortezlerinin eklem stabilitesini destekleyerek rehabilitasyon sürecine olumlu katkı sağladığı görülmüştür. Elde edilen bulgular, romatolojik rehabilitasyonda bireyselleştirilmiş ve multimodal yaklaşımların önemini vurgulamakta olup, bu yaklaşımın klinik uygulamalarda tamamlayıcı bir yöntem olarak değerlendirilmesini desteklemektedir. Daha geniş örneklemli ve uzun dönem takipli çalışmalarla sonuçların doğrulanması önerilmektedir.

Kaynaklar

Smolen, J. S., Aletaha, D., & McInnes, I. B. (2020). Rheumatoid arthritis. *The Lancet*, 396(10246), 304–317.

Bialosky, J. E., Bishop, M. D., & George, S. Z. (2021). Mechanisms of manual therapy in musculoskeletal pain: A comprehensive model. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 51(4), 1–12.

Ferreira, G. E., et al. (2021). Effectiveness of manual therapy for musculoskeletal pain: A systematic review. *BMJ*, 372, n291.

Hammond, A., Jones, V., & Prior, Y. (2021). The effectiveness of hand orthoses in people with rheumatoid arthritis. *Rheumatology*, 60(4), 1802–1811.

Duivenvoorden, T., et al. (2022). Bracing and orthoses in knee osteoarthritis: Clinical outcomes and biomechanical effects. *Osteoarthritis and Cartilage*, 30(5), 676–685.

Negrini, S., et al. (2020). Rehabilitation in rheumatic diseases: Evidence-based recommendations. *Clinical Rehabilitation*, 34(6), 743–756.

MONITORING TEMPORAL CHANGES IN *Ursus arctos* L. HABITAT USING LANDSCAPE METRICS

Prof. Dr. Şükran ŞAHİN
Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Landscape Architecture, 06135 Keçiören, Ankara
ORCID ID: 0000-0002-3730-2534
Dr. Öğr. Üyesi Duygu DOĞAN
Pamukkale University, Faculty of Architecture and Design, Department of Landscape Architecture, 20160 Pamukkale, Denizli
ORCID ID: 0000-0002-0993-7647
Esin KAYAALP
Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Landscape Architecture, 06135 Keçiören, Ankara
ORCID ID: 0009-0006-6764-462X

ÖZET
Bu çalışmada, gösterge tür olarak bozayı (*Ursus arctos* L.) ele alınarak Bartın ili kapsamında habitat kompozisyonu ve konfigürasyonundaki 2018-2023 dönemi değişimleri incelenmiştir. Yüksek çözünürlüklü CLC+ Backbone verileri kullanılarak habitat heterojenliği ve bağlantılılığı değerlendirilmiş; analizlerde Shannon çeşitlilik endeksi ile birlikte Mean Patch Area (MPA), Landscape Division (LD), Patch Density (PD), Edge Density (ED) ve Euclidean Nearest Neighbor Distance (ENN) metriklerinden yararlanılmıştır. Çalışma alanı, ana yollarla sınırlandırılan dört alt bölge (R1-R4) olarak ele alınmıştır. Elde edilen sonuçlar, peyzaj metriklerinde belirgin mekânsal farklılaşmalar bulunduğunu göstermektedir. MPA'nın çoğu bölgede zayıf düzeyde de olsa azalması, özellikle geniş yapraklı ormanlarda (R1, R3, R4) çekirdek habitatların daralmakta olduğuna işaret etmektedir. PD ve ED metriklerindeki eğilimler, R3'te yapraklı ormanların artan mozaikleşmesini; bazı bölgelerde (R1, R2) ise ibreli ormanların sayısındaki azalmayı ortaya koymaktadır. ENN sonuçları, artan izolasyonun bozayı açısından kritik bir risk oluşturduğunu göstermektedir. Ayrıca SHDI değerleri, bölgesel ölçekte olduğu gibi tüm çalışma alanı ölçeğinde de sınırlı değişimler sergilemiş; bu durum peyzaj heterojenliğinde belirgin bir yönlü değişimden ziyade genel bir kararlılığa işaret etmiştir. Genel olarak bulgular, bozayı için çekirdek orman alanlarının korunması ve habitat bağlantılılığının güçlendirilmesine dayalı bir koridor planlama yaklaşımıyla yürütülmesi gerektiğini göstermektedir. Bu çalışma, peyzaj metriklerinin habitat değişimlerini izlemek ve koruma kararlarını bilimsel temelde yönlendirmek açısından vazgeçilmez araçlar olduğunu ortaya koymaktadır.
Anahtar kelimeler: Peyzaj metrikleri; habitat parçalanması; *Ursus arctos* L.; ekolojik bağlantılılık

MONITORING TEMPORAL CHANGES IN *Ursus arctos* L. HABITAT USING LANDSCAPE METRİCS

ABSTRACT
In this study, the brown bear (*Ursus arctos* L.) was used as an indicator species to examine changes in habitat composition and configuration within Bartın Province over the 2018-2023 period. High-resolution CLC+ Backbone data were employed to assess habitat heterogeneity and connectivity, and the analyses utilized the Shannon Diversity Index together with the Mean Patch Area (MPA), Landscape Division (LD), Patch Density (PD), Edge Density (ED), and Euclidean Nearest Neighbor Distance (ENN) metrics. The study area was evaluated as four

subregions (R1-R4) delineated by major roads. The results reveal notable spatial variations across landscape metrics. The decline in MPA, albeit at a weak level in most regions, indicates a contraction of core habitats, particularly within broadleaved forests in R1, R3, and R4. Trends in PD and ED show increasing fragmentation and mosaic formation of broadleaved forests in R3, while in some areas (R1, R2) they point to a reduction in the number of needle-leaved forest patches. ENN results demonstrate that increasing isolation represents a critical risk for the brown bear. SHDI values show limited change at the subregional scale, they also remain largely stable across the entire study area, indicating that overall landscape heterogeneity did not undergo a substantial directional change during the study period. Overall, the findings indicate that conservation strategies for the brown bear should be grounded in protecting core forest areas and strengthening habitat connectivity through a corridor-planning approach. This study demonstrates that landscape metrics are indispensable tools for monitoring habitat changes and guiding conservation decisions on a scientific basis.
Keywords: Landscape metrics; habitat fragmentation; *Ursus arctos* L.; ecological connectivity

1. INTRODUCTION

Amidst the urbanization process, the exacerbation of human-induced impacts on the ecological milieu has intensified alongside population expansion and economic growth (Liu et al, 2025). Due to these human-induced impacts, changes in the structure and function of natural habitats are accelerating worldwide, reinforcing the need to protect biological resources within protected and functionally connected systems (Muhammed and Elias, 2021).

The variability in the amount and configuration of broad habitat types in the landscape, together with their structural complexity, influence observed biodiversity patterns (Basile et al, 2021). The placement, diversity and size of habitat patches in landscapes, then, are generally recognised as major drivers of biodiversity (Tscharntke, 2012, Basile et ak, 2021).

Recent decades, land-use change has emerged as a principal factor contributing to the global decline of biodiversity (White et al, 1997; Pino et al, 2000; Soulé, 2021; Doğan, 2022). However, since ecological systems are fundamentally networks of interacting populations (Barbault, 1995; Pino et al, 2000; Doğan, 2016), the spatial structure of landscapes not only determines, but is also shaped by ecological processes (Doğan&Şahin, 2017). This reinforces the importance of spatial landscape analysis in understanding underlying ecological relationships (Pino et al, 2000).

Among large mammals, *Ursus arctos* L. (Brown Bear) is considered an important ecological indicator due to its wide habitat range, varied diet, and sensitivity to environmental change (Doğan&Şahin, 2017). Owing to its high ecological tolerance and apex position in the food chain, the brown bear serves as a suitable focal species for evaluating landscape-level habitat dynamics and value.

This study aims to assess the temporal changes in habitat structure in Bartın Province, Türkiye, using high-resolution CLC+ Backbone datasets with land cover classes for the years 2018, 2021, and 2023. CORINE Land Cover (CLC) data as an open source has been widely employed in land use/land cover change assessments and landscape structure analyses thanks to its consistent classification system and availability across multiple years (Pino et al, 2000).

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Study area

This study focuses on Bartın Province, located in the Western Black Sea Region of Türkiye, between 32°22′ east longitude and 41°37′ north latitude. Bartın province has a total surface area of approximately 2,330 km².

According to (Favilli et al, 2013), habitats exceeding 10,000 ha are defined as potential breeding areas for large carnivores. Assuming a circular shape, this corresponds to a radius of ~5 km; therefore, a 5 km buffer was established along Bartın Province's outer boundary (Figure 1). Following Doğan (2016), major road networks were treated as natural barriers in defining four

U. arctos L. (Brown Bear) regions, for which landscape metrics were calculated along with those of the entire region.sampler and counted once for two hours, and the analysis processes were completed.

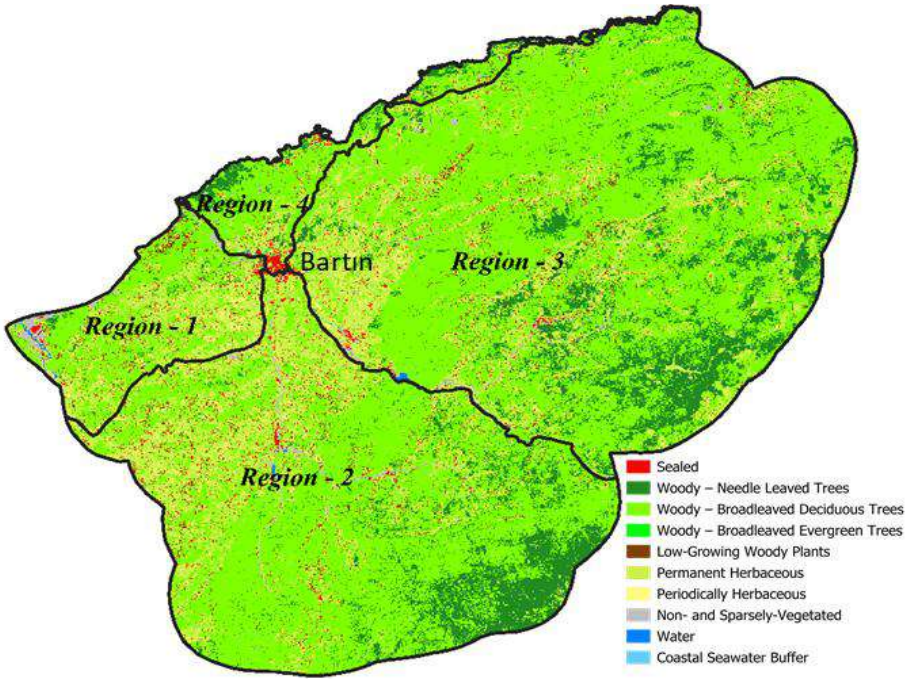


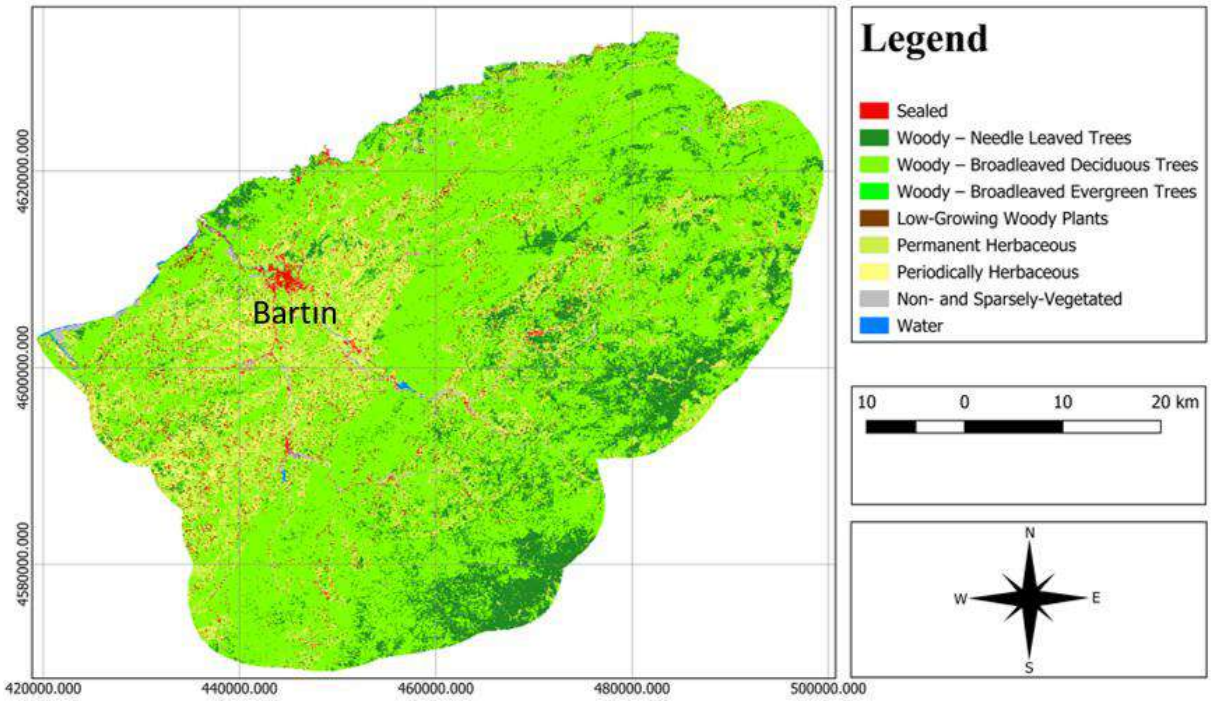
Figure 1. Display of regions

2.2. Data Sources

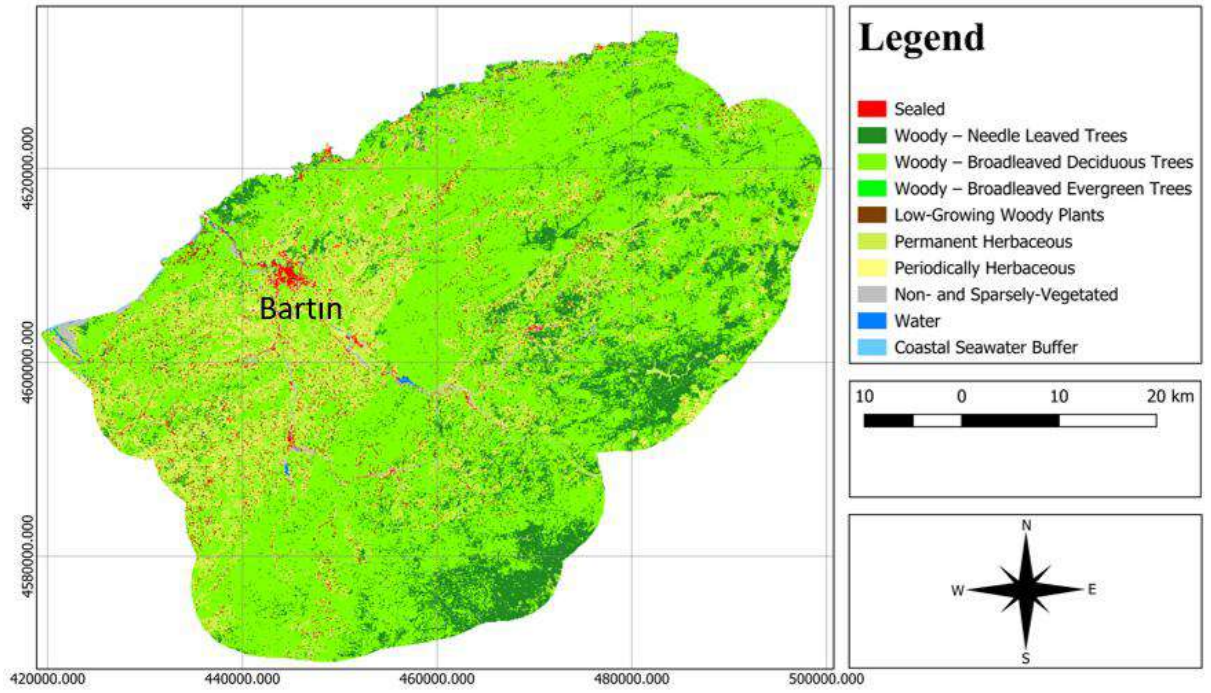
The land cover data used in this study were obtained from the Copernicus CLC+ Backbone dataset provided by the European Environment Agency (EEA) under the Copernicus Land Monitoring Service. The Backbone dataset offers a harmonized and high-resolution land cover classification with a spatial resolution of 10 meters, allowing for detailed monitoring of habitat changes. Each raster layer was resampled to 100 meters to standardize the spatial resolution across the temporal datasets. In this study, the 2018, 2021, and 2023 Backbone layers were used to assess spatial and temporal changes in habitat composition and configuration, focusing on the following land-cover classes: sealed surfaces, woody needle-leaved trees, woody broadleaved deciduous and evergreen trees, low woody vegetation, permanent and periodic herbaceous cover, sparsely vegetated areas, water bodies, and coastal seawater buffer.

2.3. Geospatial data processing and landscape metrics calculation

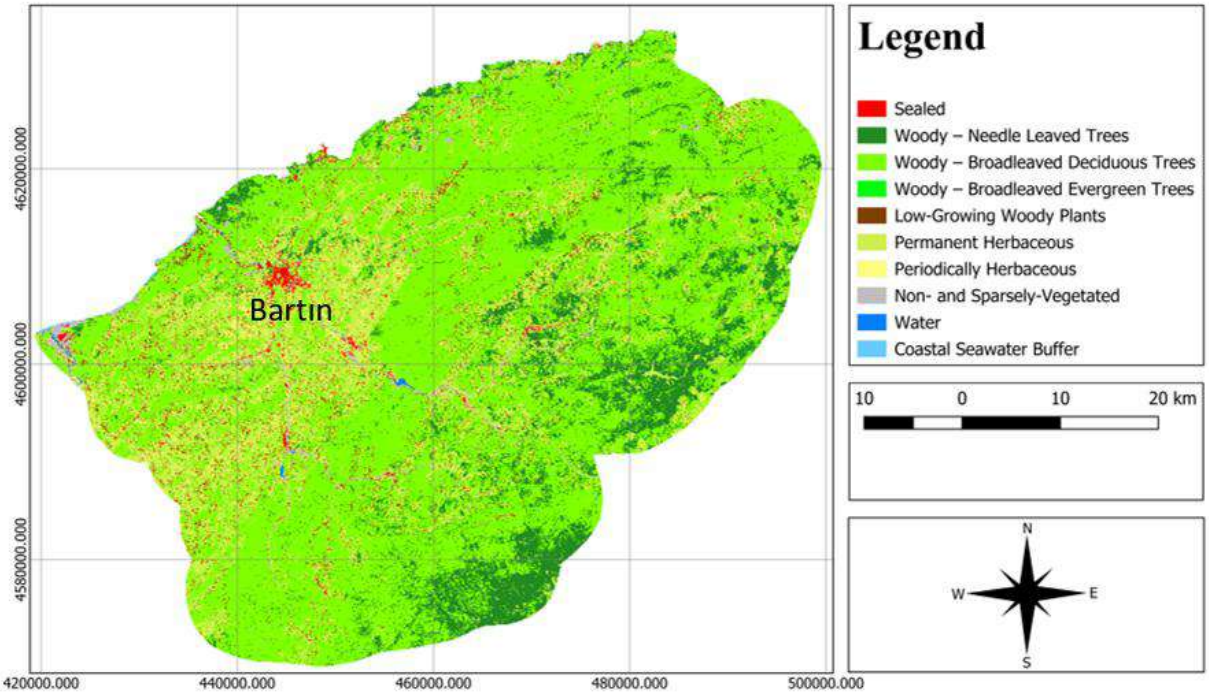
Figure 2 illustrates the spatial distribution and temporal evolution of land-cover classes between 2018 and 2023. To evaluate the landscape structure and habitat characteristics related to the distribution of U. arctos L., a series of spatial metrics were calculated using the LecoS plugin in QGIS. LecoS, a QGIS plugin, can automatically calculate a variety of basic and advanced landscape metrics and can be further partitioned by iterating over an ocationally provided polygon layer (Jung, 2016). LecoS is base d on metrics taken from FRAGSTATS (McGarigal&Mark,1995). Calculated metrics in this paper are described below and the algorithm defined by (Jung, 2016) in Table 1.


Legend
Sealed
Woody – Needle Leaved Trees
Woody – Broadleaved Deciduous Trees
Woody – Broadleaved Evergreen Trees
Low-Growing Woody Plants
Permanent Herbaceous
Periodically Herbaceous
Non- and Sparsely-Vegetated
Water
10 0 10 20 km
N
W
E
S
Bartın
4620000.000
4600000.000
4580000.000
420000.000
440000.000
460000.000
480000.000
500000.000

(a)


Legend
Sealed
Woody – Needle Leaved Trees
Woody – Broadleaved Deciduous Trees
Woody – Broadleaved Evergreen Trees
Low-Growing Woody Plants
Permanent Herbaceous
Periodically Herbaceous
Non- and Sparsely-Vegetated
Water
Coastal Seawater Buffer
10 0 10 20 km
N
W
E
S
Bartın
4620000.000
4600000.000
4580000.000
420000.000
440000.000
460000.000
480000.000
500000.000

(b)



(c)

Figure 2. Comparison of land cover changes in Bartın Province (a: 2018, b: 2021, c: 2023)

Table 1. Landscape metrics used in the study

Metrics	Calculation technique [13]	Description
MPA **(Mean Patch Area)**	Returns the mean identified patch size multiplied with the exponentiated cellsize value.	A low mean patch size indicates a high degree of fragmentation (Soulé, 1995).
LD **(Landscape Division)**	It is calculated as 1 minus the sum of each patch area divided by the total landscape area, representing the probability that two randomly chosen cells do not belong to the same land-cover patch.	The higher LD values indicate increased fragmentation (Doğan , 2016).
PD **(Patch Density)**	The identified area size for each class is calculated and multiplied by the cell size value. The resulting total area is then divided by the number of identified patches.	The higher the patch PD, the greater the degree of (Doğan, 2016).
ED **(Edge Density)**	Returns the total edge length of the landscape divided through the total landscape area. Both values are multiplied with cellsize value (respectively exponentiated with cellsize in case of the landscape area).	As the value of this metric increases, the degree of landscape fragmentation also rises (McGarigal&Marks, 1995).
ENN **(Euclidean Nearest**	ENN is the shortest edge-to-edge distance (m) between patches of the same type, measured from cell centers. It equals 0 when a single patch exists and has no upper limit.	As the ENN value increases, patch isolation increases and landscape connectivity decreases

Neighbor Distance)		(McGarigal&Marks, 1995).
SHDI (Shannon Diversity Index)	SHDI equals minus the sum, across all patch types, of the proportional abundance of each patch type multiplied by that proportion. SHDI = 0 when the landscape contains only 1 patch (no diversity).	Higher values indicate greater diversity and heterogeneity (McGarigal&Marks, 1995).

2.4 Ecological interpretation method

First, general change trends for the entire study area and for all four regions (Region 1, Region 2, Region 3 and Region 4) were examined for the years 2018, 2021 and 2023. Subsequently, habitat-specific spatial changes were analysed with respect to *Ursus arctos L.*, focusing particularly on the land-cover types most preferred by the species. In the final stage, general and species-specific trends were jointly interpreted from an ecological standpoint. Throughout the interpretation process, artificial intelligence tools were used to support pattern recognition and consistency checks, and all outputs were cross-validated against the original data to ensure reliability.

Identifying changes trend in each CLC+ spefic content

In this study, temporal trends in landscape metrics were evaluated through a two-dimensional framework that distinguishes between the direction and the magnitude of change. Trend direction was determined by comparing the sign of metric differences across the three time intervals (2018–2021, 2021–2023, and 2018–2023). When the direction of change remained consistent through all intervals, the metric was operationally classified as exhibiting a monotonic trend as increasing or decreasing; when the net change between 2018 and 2023 was very small and within the uncertainty range, it was considered as stable, whereas inconsistent directional behavior was classified as an incomplete trend. This sign-based distinction is an operational rule adopted in this study, and is conceptually in line with common practices in using landscape metrics to characterise temporal changes in landscape structure (McGarigal et al., 2002; Uuemaa et al., 2013).

Trend classification is based on the sign of changes across the three temporal intervals (Δ_1 = 2018–2021, Δ_2 = 2021–2023, Δ_3 = 2018–2023) and the net end value (2023 vs. 2018). This study classifies temporal dynamics by combining the direction of change (sign of Δ_1, Δ_2, Δ_3) with the net relative change between 2018 and 2023, assigning each metric to one of the six trajectory types above.

- Monotonic Increase: $\Delta_1 > 0$, $\Delta_2 > 0$, $\Delta_3 > 0$, sustained increase
- Monotonic Decrease: $\Delta_1 < 0$, $\Delta_2 < 0$, $\Delta_3 < 0$, sustained decline
- U-Shaped (Partial Recovery): $\Delta_1 < 0$, $\Delta_2 > 0$ and 2023 < 2018, incomplete recovery
- Inverted U-Shaped (Partial Decline): $\Delta_1 > 0$, $\Delta_2 < 0$ and 2023 > 2018, incomplete decline
- No Net Change: $\Delta_1 > 0$, $\Delta_2 < 0$ and 2023 ≈ 2018, fluctuation without net change
- Stable / Near-Stable: All Δ values within |%Δ| < ~1–2%, stable metric

The magnitude of change was assessed using the net relative difference between 2018 and 2023, interpreted in light of known classification uncertainty and scale sensitivity of contemporary 10 m land-cover products. Previous studies show that global land-cover maps at 10–30 m resolution exhibit substantial classification error and product-to-product disagreement, and that landscape metrics can be highly sensitive to spatial resolution, thematic detail and classification differences (Uuemaa et al., 2009; Zanaga et al., 2021; Tsendbazar et al., 2021). Based on these considerations, we adopted a conservative, study-specific threshold scheme: <2% :→ stable, 2-

5% : ↑ incomplete weak increase / ↓ incomplete weak decrease, 5-15%: → ↑↑ increase/ ↓↓ decrease, 15% → ↑↑↑ strong increase/ ↓↓↓ strong decrease. These thresholds are not universal standards but methodological choices designed to avoid over-interpreting changes that may fall within the uncertainty range of 10 m land-cover products.

Finally, direction and magnitude classes were combined (e.g., monotonic strong increase, incomplete weak decrease, or stable) to provide an integrated interpretation of temporal dynamics in landscape structure.

Identifying general change trends for the entire landscape and all regions (independent of CLC+ classes): Equal-Weighted Mean Δ% Method

For each landscape metric, the general trend was calculated by taking the equal-weighted mean of the percentage change across all land-cover classes. The following formula was applied: where n represents the number of CLC+ classes and Vi,tV_{i,t}Vi,t denotes the value of the metric for class iii in year ttt. This procedure provides a landscape-level representation of temporal change without weighting classes by area, ensuring that all land-cover types contribute equally to the overall trend assessment.

$$\Delta_{mean}(\%) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{V_{i,2023} - V_{i,2018}}{V_{i,2018}} \times 100\right) \quad (1)$$

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Overview of Findings

The outcomes of the landscape metric analyses reveal spatial and temporal variations in habitat structure across Bartın Province. Table 2 presents the calculated metric values for 2018–2023, while Table 3 summarizes their temporal trends and ecological implications. Overall, fragmentation intensified between 2018 and 2021, followed by partial recovery by 2023. Decreasing mean patch area and increasing edge and division metrics indicate greater isolation and fragmentation, while SHDI values indicate largely stable landscape heterogeneity over the study period. Ecologically, the results emphasize conserving large forest cores and strengthening ecological corridors to sustain habitat connectivity and resilience.

Table 2. Calculated values of landscape metrics for the study area

2018-Entire Region

Class	MPA	LD	PD	ED
Sealed	17962,59	0,9999977	6,50E-07	0,00037
Woody – needle leaved trees	70286,99	0,99883	1,93E-06	0,00244
Woody – Broadleaved deciduous trees	694581,1	0,68279	8,98E-07	0,0052
Woody – Broadleaved evergreen trees	12035,08	1	9,12E-08	4,11E-05
Low-growing woody plants	14890,31	0,9999998	1,55E-06	0,00082
Permanent herbaceous	101122,88	0,99832	1,66E-06	0,00348
Periodically herbaceous	22145,48	0,9999994	1,04E-06	0,00071
Non- and sparsely-vegetated	22468,98	0,999999	5,42E-07	0,00035
Water	32586,2	0,9999998	5,57E-08	4,71E-05
Coastal seawater buffer				
Shannon Index	1,36931			

2021-Entire Region

Class	MPA	LD	PD	ED
Sealed	17916,06	0,9999978	6,56E-07	0,00037
Woody – needle leaved trees	67453,48	0,99879	2,03E-06	0,0025
Woody – Broadleaved deciduous trees	691932,95	0,67402	8,98E-07	0,00527
Woody – Broadleaved evergreen trees	11578,95	1	9,73E-08	4,26E-05
Low-growing woody plants	15093,51	0,9999997	1,54E-06	0,00082
Permanent herbaceous	111240,86	0,99417	1,62E-06	0,00345
Periodically herbaceous	16797,44	0,9999996	6,53E-07	0,000367
Non- and sparsely-vegetated	22821,24	0,9999978	5,61E-07	0,000362
Water	29406,77	0,9999999	3,78E-08	2,96E-05
Coastal seawater buffer	34531,25	1	2,05E-08	1,82E-05
Shannon Index	1,35636			

2023-Entire Region

Class	MPA	LD	PD	ED
Sealed	18536,23	0,9999975	6,63E-07	0,00038
Woody – needle leaved trees	67534	0,99888	1,84E-06	0,00222
Woody – Broadleaved deciduous trees	678040,44	0,67031	9,18E-07	0,00515
Woody – Broadleaved evergreen trees	12094,39	1	1,09E-07	4,90E-05
Low-growing woody plants	14889,7	0,9999998	1,57E-06	0,00082
Permanent herbaceous	111970,55	0,9926	1,70E-06	0,00364
Periodically herbaceous	16094,72	0,9999999	7,16E-07	0,00039
Non- and sparsely-vegetated	23829,9	0,9999987	5,61E-07	0,00037
Water	27175,57	0,9999999	4,19E-08	3,06E-05
Coastal seawater buffer	37413,79	1	1,86E-08	1,71E-05
Shannon Index	1,35611			

2018 Region 1

Class	MPA	LD	PD	ED	ENN
Sealed	16242,03	0,999994	1,25E-06	0,00069	9905,55
Woody – needle leaved trees	21686,86	0,999985	1,57E-06	0,00109	9006,44
Woody – Broadleaved deciduous trees	368242,1	0,828495	1,38E-06	0,00572	9250,76
Woody – Broadleaved evergreen trees	10833,33	1	4,77E-08	2,07E-05	6997,74
Low-growing woody plants	16635,36	0,999994	2,54E-06	0,00143	8690,7
Permanent herbaceous	148818,9	0,97728	2,02E-06	0,00582	9151,13
Periodically herbaceous	23298,61	0,999817	2,29E-06	0,00161	8727,83
Non- and sparsely-vegetated	35927,83	0,999911	7,71E-07	0,00056	11145,47
Water	77058,82	0,999989	1,35E-07	0,00024	7130,11
Coastal seawater buffer					
Shannon Index	1,2921				

2021 Region 1

Class	MPA	LD	PD	ED	ENN
Sealed	15632,53	0,999997	1,32E-06	0,00071	9942,58
Woody – needle leaved trees	23084,33	0,999984	1,65E-06	0,00112	8930,97
Woody – Broadleaved deciduous trees	350165,7	0,84568	1,44E-06	0,00571	9169,24
Woody – Broadleaved evergreen trees	11818,18	1	4,37E-08	1,96E-05	6038,62
Low-growing woody plants	17004,68	0,999993	2,55E-06	0,00147	8841,81
Permanent herbaceous	185237	0,96693	1,76E-06	0,00574	9378,89
Periodically herbaceous	18781,25	0,999994	1,27E-06	0,00077	8496,05
Non- and sparsely-vegetated	47415,73	0,99981	7,07E-07	0,00059	11023,34
Water	52000	0,999997	7,95E-08	0,00011	5962,48
Coastal seawater buffer	119210,8	0,999994	5,17E-08	0,00102	6190,41
Shannon Index	1,27627				

2023 Region 1

Class	MPA	LD	PD	ED	ENN
Sealed	18212,12	0,999993	1,31E-06	0,00077	10209,58
Woody – needle leaved trees	23112,58	0,999988	1,2E-06	0,00081	9088,92
Woody – Broadleaved deciduous trees	343932,6	0,84137	1,42E-06	0,00559	9214,33
Woody – Broadleaved evergreen trees	10000	1	5,56E-08	2,23E-05	8589,9
Low-growing woody plants	17538,22	0,999987	2,6E-06	0,00152	8673,84
Permanent herbaceous	176611,2	0,97385	1,91E-06	0,00593	9316,88
Periodically herbaceous	18004,98	0,999994	1,59E-06	0,00094	8230,37
Non- and sparsely-vegetated	49095,47	0,99969	7,91E-07	0,00078	10672,83
Water	90833,33	0,999992	4,77E-08	0,00011	5624,22
Coastal seawater buffer	116153,8	0,999994	5,17E-08	0,00012	6473,81
Shannon Index	1,28538				

2018-Region 2

Class	MPA	LD	PD	ED	ENN
Sealed	16495,82	0,999999	7,37E-07	0,0004	15563,95
Woody – needle leaved trees	71405,14	0,99458	1,98E-06	0,00242	17635,3
Woody – Broadleaved deciduous trees	591769,8	0,7461	1,02E-06	0,00542	18232,03
Woody – Broadleaved evergreen trees	10813,95	1	7,55E-08	3,2E-05	14074,37
Low-growing woody plants	14290,79	1	1,73E-06	0,00089	15590,37
Permanent herbaceous	110260,7	0,99798	1,62E-06	0,00372	17809,34
Periodically herbaceous	21759,38	0,999999	1,26E-06	0,00086	13316,14
Non- and sparsely-vegetated	20239,85	0,999999	4,76E-07	0,00029	16488,38
Water	36470,58	1	1,49E-08	1,16E-05	11247,12
Shannon Index	1,34189				

2021-Region 2

Class	MPA	LD	PD	ED	ENN
Sealed	16763,28	0,999999	7,27E-07	0,0004	15396,33
Woody – needle leaved trees	68022,67	0,99478	2,05E-06	0,00246	17441,63
Woody – Broadleaved deciduous trees	610666,7	0,74686	9,88E-07	0,00547	18251,5
Woody – Broadleaved evergreen trees	10625	1	8,43E-08	3,53E-05	15309,92
Low-growing woody plants	14319,91	1	1,72E-06	0,00089	15683,37
Permanent herbaceous	132531,3	0,99006	1,47E-06	0,00368	17771,89
Periodically herbaceous	14625,14	1	7,61E-07	0,00039	13202,84
Non- and sparsely-vegetated	19744,05	0,999999	4,8E-07	0,00029	16294,73
Water	61111,11	1	7,9E-09	8,26E-06	13867,45
Shannon Index	1,32211				

2023-Region 12

Class	MPA	LD	PD	ED	ENN
Sealed	16750	0,999999	7,38E-07	0,00041	15415,79
Woody – needle leaved trees	67021,37	0,9952	1,85E-06	0,00206	15931,01
Woody – Broadleaved deciduous trees	615900,6	0,74081	9,9E-07	0,00532	18270,33
Woody – Broadleaved evergreen trees	10982,14	1	9,84E-08	4,15E-05	14921,87
Low-growing woody plants	14152,37	1	1,74E-06	0,00089	15807,65
Permanent herbaceous	129162,5	0,98772	1,58E-06	0,00383	17551,45
Periodically herbaceous	15061,6	1	8,55E-07	0,00045	13399,18
Non- and sparsely-vegetated	20503,47	0,999999	5,06E-07	0,00031	16874,79
Water	29565,21	1	2,02E-08	1,32E-05	12553,76
Shannon Index	1,31944				

2018-Region 3

Class	MPA	LD	PD	ED	ENN
Sealed	15366,79	1	4,9E-07	0,00025	20608,93
Woody – needle leaved trees	74172,61	0,99818	1,94E-06	0,00263	19623,44
Woody – Broadleaved deciduous trees	902181	0,61157	7,31E-07	0,00495	20110,45
Woody – Broadleaved evergreen trees	13377,48	1	9,52E-08	4,58E-05	19974,05
Low-growing woody plants	15245,26	1	1,3E-06	0,00069	19607,37
Permanent herbaceous	83038,96	0,99962	1,7E-06	0,00299	20810,65
Periodically herbaceous	22289,8	0,999999	7,05E-07	0,00048	19590,03
Non- and sparsely-vegetated	21092,54	0,999999	4,9E-07	0,00031	20343,85
Water	28250	1	2,52E-08	1,64E-05	13622,96
Shannon Index	1,33975				

2021-Region 3

Class	MPA	LD	PD	ED	ENN
Sealed	14606,74	1	5,05E-07	0,00026	20775,76
Woody – needle leaved trees	72510,98	0,9981	2,01E-06	0,00269	19579,05
Woody – Broadleaved deciduous trees	891539,8	0,62128	7,37E-07	0,00505	20363,82
Woody – Broadleaved evergreen trees	13422,81	1	9,39E-08	4,56E-05	19236,39
Low-growing woody plants	15285,09	1	1,32E-06	0,0007	19753,32
Permanent herbaceous	87068,39	0,99846	1,7E-06	0,00298	20537,79
Periodically herbaceous	20508,24	0,999999	4,59E-07	0,00029	21335,35
Non- and sparsely-vegetated	20440,25	0,999999	5,01E-07	0,00031	20539,48
Water	26829,26	1	2,58E-08	1,69E-05	12862,51
Shannon Index	1,33226				

2023-Region 3

Class	MPA	LD	PD	ED	ENN
Sealed	14993,66	1	4,97E-07	0,00026	20929,62
Woody – needle leaved trees	71311,96	0,99817	1,91E-06	0,00249	19833,81
Woody – Broadleaved deciduous trees	834277,7	0,61042	7,9E-07	0,00494	20236,83
Woody – Broadleaved evergreen trees	12727,27	1	9,71E-08	4,55E-05	20671,85
Low-growing woody plants	15074,25	1	1,27E-06	0,00067	19524,77
Permanent herbaceous	88777,02	0,99839	1,78E-06	0,00315	20428,26
Periodically herbaceous	16328,8	1	5,1E-07	0,00028	20341,38
Non- and sparsely-vegetated	20379,74	0,999999	4,98E-07	0,00031	20341,52
Water	24259,25	1	3,4E-08	2,02E-05	16012,73
Shannon Index	1,32761				

2018-Region 4

Class	MPA	LD	PD	ED	ENN
Sealed	35574,71	0,99975	1,19E-06	0,00096	14669,71
Woody – needle leaved trees	73562,87	0,99642	2,29E-06	0,00304	14698,32
Woody – Broadleaved deciduous trees	391421,8	0,82918	1,45E-06	0,00558	17451,6
Woody – Broadleaved evergreen trees	13421,05	0,999999	2,6E-07	0,00012	11844,57
Low-growing woody plants	13060,34	0,999997	1,59E-06	0,00007	15169,26
Permanent herbaceous	62634,56	0,99759	2,42E-06	0,00341	14906,63
Periodically herbaceous	15798,31	0,999998	8,15E-07	0,00044	7316,93
Non- and sparsely-vegetated	17929,51	0,99999	1,55E-06	0,00087	16090,17
Water	13164,55	0,999999	5,41E-07	0,00027	16771,7
Shannon Index	0,50968				

2021-Region 4

Class	MPA	LD	PD	ED	ENN
Sealed	33526,31	0,99976	1,3E-06	0,001	14106,38
Woody – needle leaved trees	71107,87	0,9965	2,35E-06	0,00301	14971,37
Woody – Broadleaved deciduous trees	408756,2	0,82909	1,38E-06	0,00563	17599,85
Woody – Broadleaved evergreen trees	12608,69	1	3,15E-07	0,00014	11339,48
Low-growing woody plants	13944,95	0,999997	1,49E-06	0,00075	14792,04
Permanent herbaceous	68255,81	0,99643	2,35E-06	0,00348	15659,86
Periodically herbaceous	14137,93	0,999999	3,97E-07	0,0002	4381,78
Non- and sparsely-vegetated	18220,33	0,99999	1,61E-06	0,00092	15860,57
Water	15000	1	2,19E-07	0,00012	4883,52
Coastal seawater buffer	11428,57	1	3,35E-07	0,00015	12553,5
Shannon Index	0,50961				

2023-Region 4

Class	MPA	LD	PD	ED	ENN
Sealed	33147,2	0,99973	1,35E-06	0,00101	14646,28
Woody – needle leaved trees	69729,72	0,99673	2,28E-06	0,00293	16128,93
Woody – Broadleaved deciduous trees	377731,5	0,83124	1,48E-06	0,00554	17875,55
Woody – Broadleaved evergreen trees	12500	0,999999	3,84E-07	0,00017	12814,18
Low-growing woody plants	14434,38	0,999997	1,51E-06	0,00076	14630,74
Permanent herbaceous	66766,3	0,99632	2,52E-06	0,0037	15038,19
Periodically herbaceous	13823,52	0,999999	4,66E-07	0,00022	5877,47
Non- and sparsely-vegetated	17957,44	0,999989	1,61E-06	0,00091	15597,26
Water	15555,55	0,999999	2,47E-07	0,00013	4686,03
Coastal seawater buffer	11351,35	1	2,54E-07	0,00011	12000,28
Shannon Index	0,5087				

Table 3: Summary of Temporal Changes in Landscape Metrics (2018–2023) Across the Entire Study Area (E) and Regions (R:), → stable, ↑ incomplete weak increase / ↓ incomplete weak decrease, ↑↑ decrease / ↓↓ increae, ↑↑↑ strong increase/ ↓↓↓ strong decrease))

Metric	2018–2023 Trend (Entire Region – E)	Regional Variation (R1–R4) – Magnitude Codes	Ecological Interpretation
MPA	↓ weak decrease	**R1: ↑ weak increase • R2: ↓ weak decrease • R3: ↓↓ moderate decrease • R4: → stable**	Mean patch size shows a weak decline at landscape level, suggesting mild fragmentation. R1 has slight consolidation, R3 shows pronounced loss of patch size.
LD	→ stable	**R1: → stable • R2: → stable • R3: → stable • R4: → stable**	Landscape division remains stable across all regions, indicating little change in structural separation.
PD	↓ weak decrease	**R1: ↓ weak decrease • R2: ↑ weak increase •**	Patch density slightly decreases overall, indicating mild coalescence;

Metric	2018–2023 Trend (Entire Region – E)	Regional Variation (R1–R4) – Magnitude Codes	Ecological Interpretation
		R3: ↑ weak increase • R4: ↓ weak decrease	R2–R3 show weak fragmentation signals.
ED	↓↓ moderate decrease	**R1: ↓ weak decrease • R2: → stable** • R3: ↓ weak decrease • **R4: ↑ weak increase**	Overall reduction in edge density indicates fragmentation pressure has eased; R4 shows emerging new edges.
ENN	-	**R1: → stable • R2: → stable • R3: ↑ weak increase • R4: ↓ weak decrease**	Patch isolation stable in R1–R2; R3 indicates slightly increasing distances; R4 shows early clustering or corridor formation.
SHDI	→ stable	**R1: → stable • R2: → stable • R3: → stable • R4: → stable**	Stable SHDI values at the regional scale indicate that overall landscape heterogeneity remained largely unchanged, while subregions also exhibit internal stability.

3.2. Ecological interpretation regarding *Ursus arctos* L.

According to [15], *U. arctos* L. prefers mixed and deciduous forest stands. Therefore changes in these habitats in Bartın province between 2018 and 2023 were analyzed using the European Environment Agency Copernicus CLC+ Backbone dataset, prioritizing "woody needle-leaved" and "woody broadleaved deciduous" forests defined by leaf morphology and phenology.

The corresponding landscape metric results are presented in Table 4 with regard to change direction and Table 5 with regard to change magnitute. The following codes were used to denote temporal trend types:

- SI-Sustained Increase: an increase in all three periods (↑↑↑)
- SD-Sustained Decline: a decrease in all three periods (↓↓↓)
- IR-Incomplete Recovery: a decline followed by an increase, with 2023 still lower than 2018 (partial recovery)
- ID-Incomplete Decline: an increase followed by a decline, with 2023 still higher than 2018 (partial decline)
- F-Fluctuation without net change: alternating increase and decrease (↑↓) with 2023 approximately equal to 2018
- S-Stable: change is minimal (less than 1–2%)

Table 4. Summary of Temporal Changes Direction in Landscape Metrics though 2018, 2021,2023 for Woody Needle-Leaved (WNLF) and Broadleaved Deciduous Forests (BDF) Including Entire Region (E) and Subregions (R) (SI: Sustained Increase, SD: Sustained Decline, IR: Incomplete Recovery, ID: Incomplete Decline, F: Fluctuation,

S: Stable:

Metric	WNLF (E, R1–R4)	BDF (E, R1–R4)	Ecological Interpretation & Conservation Strategy
MPA	**E: IR** • R1: IR • R2: SD • R3: SD • R4: SD	**E: SD** • R1: SD • R2: SI • R3: SD • R4: IR	WNLF shows shrinking mean patch sizes in nearly all subregions; BDF contracts strongly except R2, where SI indicates persistent growth. Priority: conserve core broadleaved stands (R1, R3, R4) and prevent further conifer fragmentation.
LD	**E: →S** • R1: →S • R2: SI • R3: IR • R4: SI	**E: SD** • R1: ID • R2: F • R3: F • R4: →S	WNLF fragmentation intensifies in R2/R4 (SI), while BDF shows mixed reactions: ID in R1, fluctuations (F) in R2–R3. Fragmentation management is critical for WNLF R2–R4 and BDF R1.
PD	**E: IR** • R1: IR • R2: IR • R3: F • R4: F	**E: IR** • R1: ID • R2: IR • R3: SI • R4: IR	WNLF shows weak and inconsistent patch generation; BDF's R3 SI indicates sustained fragmentation, whereas R1 shows incomplete decline. Landscape-level connectivity must be maintained, especially in BDF R3.
ED	**E: IR** • R1: IR • R2: IR • R3: IR • R4: SD	**E: F** • R1: SD • R2: F • R3: F • R4: F	In WNLF, only R4 shows stable edge reduction, suggesting canopy recovery; other regions show incomplete rising edges. BDF remains dominated by fluctuating edges. Controlling anthropogenic edges is essential.
ENN *(E not reported)*	R1: →S • R2: SD • R3: →S • R4: SI	R1: F • R2: SI • R3: ID • R4: SI	WNLF isolation increases in R4 but decreases in R2 (SD). BDF shows strongest isolation in R2–R4 (SI). Connectivity restoration (corridors, stepping stones) needed for both forest types in R2–R4.
SHDI	**E: S** • R1: IR • R2: SD • R3: SD • R4: SD	**Same values apply to both forest types**	Entire-region SHDI shows stable (S), while R2–R4 decline. Regional landscape management requires maintaining forest continuity while preserving existing levels of heterogeneity..

Table 5. Magnitude-based trend classification (2018–2023) for Woody Needle-Leaved Forests (WNLF) and Broadleaved Deciduous Forests (BDF) across the Entire Region (E) and subregions (R1–R4). Symbols: →S = stable (<2% change); ↑ weak / ↓ weak = incomplete weak increase/decrease (2–5%); ↑↑ / ↓↓ = moderate increase/decrease (5–15%); ↑↑↑ / ↓↓↓ = strong increase/decrease (>15%).

Metric	WNLF Magnitude (E, R1–R4)	BDF Magnitude (E, R1–R4)	Ecological Interpretation and Conservation Strategy
MPA	**E:** ↓ weak • **R1:** ↓ weak • **R2:** ↓↓ • **R3:** ↓ weak • **R4:** ↓↓	**E:** ↓ weak • **R1:** ↓↓ • **R2:** ↑ weak • **R3:** ↓↓ • **R4:** ↓ weak	WNLF shows **consistent loss of mean patch size**, with **moderate declines (↓↓)** in R2 and R4, indicating substantial shrinking of conifer patches. BDF displays **moderate MPA loss** in R1 and R3, but a **weak increase** in R2, suggesting local expansion or aggregation of deciduous stands there. *Priority:* protect large conifer and deciduous core patches in R1, R2, R3, R4; avoid further subdivision of big forest blocks.
LD	**E:** →S • **R1:** →S • **R2:** →S • **R3:** →S • **R4:** →S	**E:** →S • **R1:** →S • **R2:** →S • **R3:** →S • **R4:** →S	**Landscape division is remarkably stable (<2% change) for both WNLF and BDF in all regions.** This indicates that, despite patch-size changes, the overall probability that two random cells belong to different patches has not shifted beyond the uncertainty range of the 10 m product. *Priority:* LD does not signal strong fragmentation change; use other metrics (MPA, ED, ENN) to target management.

PD	**E:** ↓ weak • **R1:** ↓↓↓ • **R2:** ↓↓ • **R3:** →S • **R4:** →S	**E:** ↑ weak • **R1:** ↑ weak • **R2:** ↓ weak • **R3:** ↑↑ • **R4:** ↑ weak	For WNLF, **strong PD decrease (↓↓↓)** in R1 and **moderate decrease (↓↓)** in R2 indicate fewer conifer patches—either through patch loss or merging. BDF shows **moderate PD increase (↑↑)** in R3 and weak increases elsewhere, implying a finer-grained deciduous mosaic emerging especially in R3. *Priority:* in WNLF, maintain small remnant patches in R1–R2; in BDF, control excessive fragmentation in R3 where PD ↑↑.
ED	**E:** ↓↓ • **R1:** ↓↓↓ • **R2:** ↓↓ • **R3:** ↓↓ • **R4:** ↓ weak	**E:** →S • **R1:** ↓ weak • **R2:** →S • **R3:** →S • **R4:** →S	WNLF exhibits **moderate to strong reduction in edge density**, particularly **strong in R1 (↓↓↓)** and moderate in E, R2, R3. This suggests some **edge closure and canopy consolidation** in conifer stands. For BDF, ED is mostly stable, with only **weak edge reduction** in R1. *Priority:* maintain this positive trend for WNLF (less edge exposure), and avoid new anthropogenic edges (roads, clearings) in both forest types.
ENN *(no E-level ENN)*	**R1:** →S • **R2:** ↓↓ • **R3:** →S • **R4:** ↑↑	**R1:** →S • **R2:** →S • **R3:** →S • **R4:** ↑ weak	ENN for WNLF shows **moderate decrease (↓↓)** in R2 (patch centroids closer, often via shrinkage and rearrangement) and **moderate increase (↑↑)** in R4, indicating growing isolation of conifer patches there. BDF is largely stable except a **weak ENN increase (↑ weak)** in R4, suggesting mild isolation of deciduous patches. *Priority:* R4 is a connectivity hotspot for both forest types; corridor design and stepping-stone habitats are crucial.
SHDI *(landscape-level)*	**E:** → • **R1:** →S • **R2:** →S • **R3:** →S • **R4:** →S	*(not class-specific)*	At the Entire Region level, SHDI remains near-stable (→S), indicating that overall landscape heterogeneity remained largely unchanged despite ongoing compositional changes. Subregions remain within stability thresholds, suggesting that diversification of land-cover classes did not translate into a measurable change in landscape heterogeneity. Priority: maintain forest continuity while avoiding further fragmentation within the existing landscape matrix.

4. Conclusions

Landscape metrics for the 2018–2023 period indicate that the major risks for *Ursus arctos* L. are the contraction of broadleaved forest cores in R1, R3 and R4, the fragmentation of conifer patches particularly in R2 and R4, and the rapidly increasing isolation observed in R4. Accordingly, the conservation strategy for the brown bear should prioritize the protection of core forest areas, the strengthening of regional habitat connectivity, and a targeted corridor-planning approach specifically for R4.

Key management strategies for *Ursus arctos* L. can be summarized as follows:

- Protect large forest cores, especially in R1, R3 and R4, to counter patch-size declines.
- Support the expansion of broadleaved forests in R2, the only region showing clear positive growth.
- Restore shrinking conifer patches in R2–R3, where losses are most pronounced.
- Improve connectivity in R4 through ecological corridors and stepping-stone habitats, as indicated by increasing ENN.
- Prevent further fragmentation in R3, where deciduous forests show rising patch density.
- Limit anthropogenic edge creation, particularly in R4, by restricting new roads, clearings and other linear developments.
- Monitor MPA, PD and ENN as primary indicators, since LD remains relatively stable and less responsive to structural change.
- Maintain overall landscape heterogeneity without increasing fragmentation of key forest habitats.

This study demonstrates that spatially explicit landscape metrics serve as effective tools for detecting temporal and regional variations in habitat structure, fragmentation and connectivity. By quantifying changes through indices such as Mean Patch Area, Landscape Division, Patch Density, Edge Density, Euclidean Nearest Neighbor Distance and the Shannon Diversity Index, it becomes possible to assess the ecological integrity of habitats supporting species such as *Ursus arctos* L.. These metrics provide a scientific basis for long-term habitat quality monitoring and guide the development of landscape management strategies that enhance connectivity, maintain ecological heterogeneity and strengthen resilience against anthropogenic pressures.

REFERENCES

Barbault, R. (1995). Biodiversity dynamics: From population and community ecology approaches to a landscape ecology point of view. Landscape and Urban Planning, 31, 89–98. https://doi.org/10.1016/0169-2046(94)01038-A

Basile, M., Storch, I., & Mikusiński, G. (2021). Abundance, species richness and diversity of forest bird assemblages—The relative importance of habitat structures and landscape context. Ecological Indicators, 133, 108402. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108402

Doğan, D. (2016). Peyzaj bağlantılılığının saptanması ve değerlendirilmesi: Malatya kenti ve yakın çevresi örneği (Doctoral thesis, Ankara University). Ankara University Institute of Science.

Doğan, D. (2022). Determining the change of natural diversity at the landscape level: The case of Denizli Province of Türkiye. Biodiversity Studies (BiSt), 1(2), 53–60. https://doi.org/10.56494/dnbgt.2022.8

Doğan, D., & Şahin, Ş. (2017). Identification of ecological connectivity for brown bears: Example of Malatya Province. Eurasian Journal of Agricultural Research, 1(2), 111–119.

Favilli, F., Ravazzoli, E., Hoffmann, C., & Streifeneder, T. (2013). The Carpathian Ecological Network GIS approach to detect the landscape permeability for particular umbrella species. In Proceedings of the 5th Symposium for Research in Protected Areas (pp. 177–183).

Jung, M. (2016). LecoS: Land cover statistics (Version v-3.0) [QGIS plugin]. GitHub. https://github.com/Martin-Jung/LecoS

Liu, T., Yu, G., Yan, S., Xu, J., Xue, L., Song, G., & Wang, Q. (2025). Unraveling the impact of urban landscape pattern changes on habitat quality: A case study of Jinan City in the lower Yellow River Basin, China. Ecological Indicators, 177, 113735. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2025.113735

McGarigal, K., Cushman, S. A., Neel, M. C., & Ene, E. (2002). FRAGSTATS v3: Spatial pattern analysis program for categorical maps [Computer software]. University of Massachusetts. http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html

McGarigal, K., & Marks, B. J. (1995). FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure (General Technical Report PNW-GTR-351). U.S. Forest Service, Pacific Northwest Research Station.

Muhammed, A., & Elias, E. (2021). Class and landscape level habitat fragmentation analysis in the Bale Mountains National Park, southeastern Ethiopia. Heliyon, 7(8), e07642. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07642

Özkazanç, N. K. (2012). Sökü Yaban Hayatı Koruma Alanı'nda tespit edilen büyük memeli hayvanlar. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 14(21).

Pino, J., Roda, F., Ribas, J., & Pons, X. (2000). Landscape structure and bird species richness: Implications for conservation in rural areas between natural parks. Landscape and Urban Planning, 49, 35–48. https://doi.org/10.1016/S0169-2046(00)00053-0

Soulé, M. E. (1991). Conservation: Tactics for a constant crisis. Science, 253(5021), 744–750. https://doi.org/10.1126/science.253.5021.744

Tscharntke, T., Tylianakis, J. M., Rand, T. A., Didham, R. K., Fahrig, L., Batáry, P., Bengtsson, J., Clough, Y., Crist, T. O., Dormann, C. F., Ewers, R. M., Fründ, J., Holt, R. D., Holzschuh, A., Klein, A. M., Kleijn, D., Kremen, C., Landis, D. A., Laurance, W., … Westphal, C. (2012). Landscape moderation of biodiversity patterns and processes: Eight hypotheses. Biological Reviews, 87(3), 661–685. https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2011.00216.x

Tsendbazar, N. E., et al. (2021). Uncertainty and accuracy assessment of global land cover products. Remote Sensing of Environment, 263, 112–556.
Uuemaa, E., Mander, Ü., & Marja, R. (2009). Trends in the use of landscape spatial metrics as landscape indicators: A review. Ecological Indicators, 9(1), 17–31.
White, D., Minotti, P. G., Barczak, M. J., Sifneos, J. C., Freemark, K. E., Santelmann, M. V., Steinitz, C. F., Kiester, A. R., & Preston, E. M. (1997). Assessing risk to biodiversity from future landscape change. Conservation Biology, 11(2), 349–360. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0099-1_8
Zanaga, D., Van De Kerchove, R., De Keersmaecker, W., Souverijns, N., Brockmann, C., Quast, R., Wevers, J., Grosu, A., Paccini, A., Vergnaud, S., Cartus, O., Santoro, M., Fritz, S., Georgieva, I., Lesiv, M., Carter, S., Herold, M., Li, L., Tsendbazar, N. E., Ramoino, F., & Arino, O. (2021). ESA WorldCover 10 m 2020 v100 [Data set]. https://doi.org/10.5281/zenodo.5571936
Zanaga, D., Van De Kerchove, R., Daems, D., De Keersmaecker, W., Brockmann, C., Kirches, G., Wevers, J., Cartus, O., Santoro, M., Fritz, S., Lesiv, M., Herold, M., Tsendbazar, N. E., Xu, P., Ramoino, F., & Arino, O. (2022). ESA WorldCover 10 m 2021 v200 [Data set]. https://doi.org/10.5281/zenodo.7254221

SAĞLIKLI YETİŞKİNLERDE EGZERSİZİN İSKELET KASI MİTOKONDRİYAL FONKSİYONU ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: SİSTEMATİK DERLEME

Demet ARSLAN
Bursa Uludag University, Institute of Educational Science, Department of Physical Education and Sports, 16059 Nilüfer, Bursa
ORCID: 0000-0003-4552-5663

Prof. Dr. Şerife VATANSEVER
Bursa Uludag University, Faculty of Sports Sciences , Coaching Education, 16059 Nilüfer, Bursa
ORCID: 0000-0003-4722-5197

ÖZET
Sağlıklı yetişkinlerde uygulanan farklı egzersiz protokollerinin (Dayanıklılık, Direnç, Orta Yoğunluklu Sürekli Egzersiz (MCIT), Yüksek Yoğunluklu Aralıklı Egzersiz (HIIT), Sprint Aralıklı Egzersiz (SIT), vb.) iskelet kası mitokondriyal fonksiyonu üzerinde olumlu etkileri olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada egzersizin mitokondriyal biyogenez, işlev, hacim, sayı ve enzim aktivitesi gibi temel biyobelirteçlerde ortaya çıkardığı değişikliklere odaklanarak tüm yaş grubu sağlıklı insanlardaki mitokondriyal etkileri kapsamlı bir şekilde incelemek amaçlanmıştır.
Derleme kapsamına alınacak çalışmaların belirlenmesi için PubMed veri tabanında son 5 yılı kapsayan literatür taraması yapılmıştır. İncelenen çalışmalar sonucunda, egzersiz türüne göre iskelet kası mitokondriyal adaptasyonlar üzerinde farklı etkiler ortaya çıktığı görülmüştür. Dayanıklılık ve HIIT protokollerinin mitokondriyal biyogenezi ve enzim aktivitesini artırdığı; yüksek yoğunluklu egzersizlerin (HIIT ve Sprint antrenmanları) iskelet kası mitokondriyal fonksiyonunu artırdığı, mitokondriyal biyoenerjiyi iyileştirdiği ve kas hücrelerinin enerji üretimini desteklediği; Aerobik egzersizin mitokondri sayısında artış ve kardiyovasküler uygunluk sağladığı; Direnç antrenmanının (RT) mitokondriyal hacim ve glikolizi arttırdığı; Kan Akışı Kısıtlamalı egzersizin (BFR) ise kolesterol üretimi ve glikoz homeostazının düzenlenmesiyle ilişkili metabolik sağlığın erken belirteçlerini güçlendirdiği tespit edilmiştir.
Sunulan çalışma, sağlıklı bireylerde iskelet kası mitokondriyal fonksiyonu geliştirmek ve metabolik sağlığı iyileştirmek için en etkili egzersiz türleri ve protokolleri hakkında kanıta dayalı güçlü öneriler sunmaktadır. Elde edilen sonuçların, antrenman bilimi ve metabolik sağlık alanındaki gelecekteki uygulama ve araştırmalara yol gösterme potansiyeline sahip olduğu düşünülmektedir.
Anahtar Kelimeler: Egzersiz, mitokondri, iskelet kası, mitokondriyal biyogenez

THE EFFECTS OF EXERCISE ON SKELETAL MUSCLE MITOCHONDRIAL FUNCTION IN HEALTHY ADULTS: A SYSTEMATIC REVIEW

ABSTRACT
It is known that different exercise protocols (endurance, resistance, MCIT, HIIT, SIT) applied to healthy adults have positive effects on skeletal muscle mitochondrial function. This study aimed to comprehensively examine mitochondrial effects in healthy people of all ages- focusing on changes induced by exercise in key biomarkers such as mitochondrial biogenesis, function, volume, number, and enzyme activity.
A literature search comprising the last 5 years was conducted in the PubMed database to identify studies to be included in the review. The studies reviewed emerged that different effects on skeletal muscle mitochondrial adaptations occur depending on the type of exercise. Endurance and HIIT protocols increase mitochondrial biogenesis and enzyme activity; high-intensity

exercise (HIIT and sprint training) increases skeletal muscle mitochondrial function, improves mitochondrial bioenergy, and supports energy production in muscle cells; Aerobic exercise increases the number of mitochondria and provides cardiovascular fitness; Resistance training (RT) has been found to increase mitochondrial volume and glycolysis, while Blood Flow Restriction (BFR) exercise has been found to enhance early markers of metabolic health related to cholesterol production and glucose homeostasis regulation.
This study, provides strong evidence-based recommendations regarding the most effective exercise types and protocols for improving skeletal muscle mitochondrial function and improving metabolic health in healthy individuals. The results are considered to have the potential to guide future practice and research in exercise science and metabolic health.
Key Words: Exercise, mitochondria, skeletal muscle, mitochondrial biogenesis

1. GİRİŞ

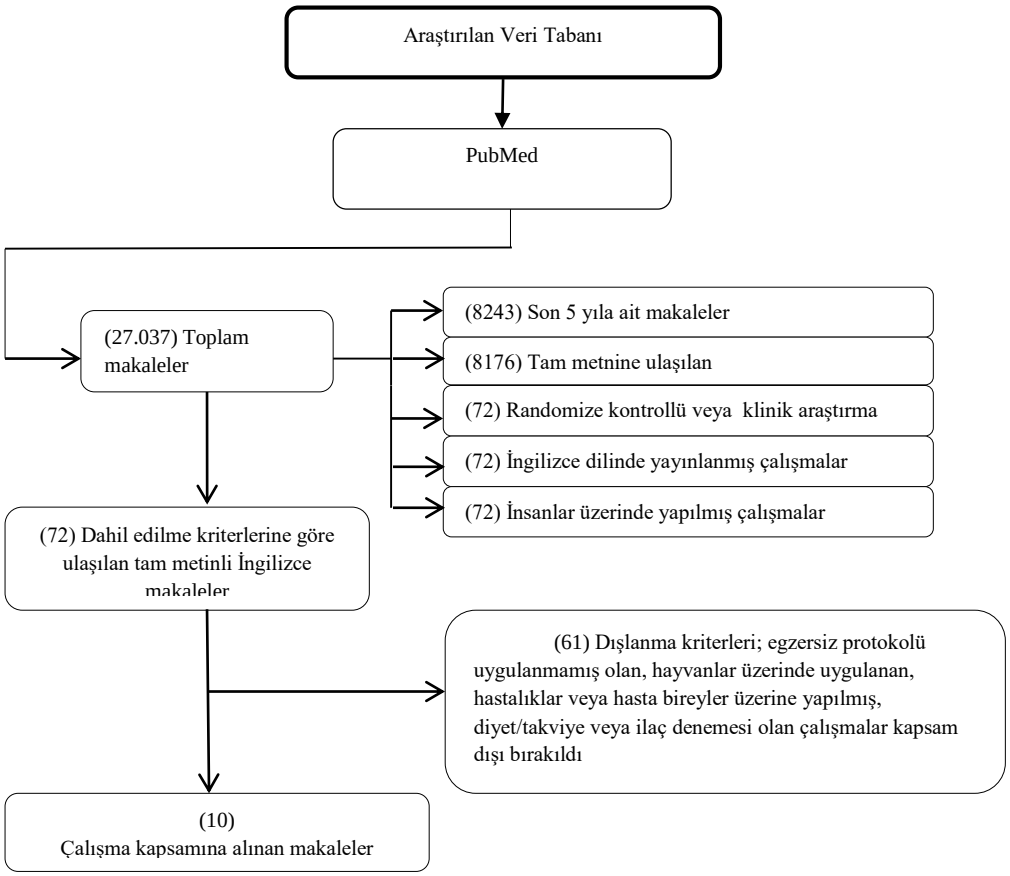
Mitokondri oksijenli solunum yapan tüm hayvan, bitki ve mantar hücrelerinde bulunan çift katlı zarla çevrili hayati organeldir. Sayıları hücrenin enerji ihtiyacına göre değişmekle birlikte en fazla kalp, kas ve sinir hücresinde bulunurlar. Hücrelerin güç santralleri olan mitokondrinin vücuttaki temel görevi, hücrelerin işleyişi için gerekli olan enerjiyi üretmesidir. Bu enerji üretimi çoğunlukla iç zarın kıvrımlarında (cristae) gerçekleşmektedir.
Mitokondrinin başlıca görevi enerji gerektiren tüm hücresel süreçler için -vücuda alınan besinlerden ve oksijenden- hücresel solunum yoluyla ATP molekülü üretmektir (bu aşama oksidatif fosforilasyon olarak adlandırılır). Mitokondrilerin oksidatif fosforilasyon yoluyla ATP sentezlediği bu süreç ise mitokondriyal solunum olarak tanımlanmaktadır. Diğer önemli görevleri arasında; hücreler için hayati öneme sahip kalsiyum iyonlarını depolamak ve ihtiyaç anında serbest bırakmak, apoptoz (programlı hücre ölümü) sürecinde hangi hücrenin öleceğine dair sinyal (sitokrom C) salgılamak, krebs döngüsü ile elektron taşıyıcılarını üretmek ve protein sentezi yer almaktadır. DNA sarmalı insanlarda hücre çekirdeğinin yanı sıra mitokondride de bulunmaktadır. Bu nedenle mitokondriler genetik bilgi de taşımaktadır. Mitokondriyal biyogenez ise, yeni organellerin oluşumudur ve hücrede gerekli miktarda enerji ve besin sağlamak için gereklidir. Egzersiz, hücresel stres koşulları ve mikroçevreden gelen farklı uyaranlar tarafından tetiklenmektedir.
Egzersizin iskelet kaslarında çok sayıda faydalı fizyolojik adaptasyon sağlayarak, obezite, tip 2 diyabet ve kardiyovasküler hastalık dahil olmak üzere bir dizi kronik hastalığın ortaya çıkmasını geciktirdiği, önleyebildiği, tedavi edebildiği (Hoffman, ve ark., 2025); metabolik sağlığı iyileştirdiği ve yaşam süresini uzattığı bilinmektedir. Egzersiz aynı zamanda mitokondri hücrelerinde işlev, hacim, sayı ve enzim sayısı gibi değişikliklere neden olmaktadır. Özellikle PGC-1 alpha ve sitrat sentaz aktivitesi gibi belirteçlerin artışı, egzersiz programının yoğunluğuna ve süresine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Dolayısıyla düzenli egzersiz, mitokondri sayısını artırabilmekte ve enerji üretimini optimize edebilmektedir. Farklı egzersiz biçimleri farklı kardiyometabolik sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Aerobik egzersiz, daha fazla mitokondriyal bolluk ve işlevle eş zamanlı olarak kardiyovasküler/aerobik uygunluğu iyileştirirken; Direnç egzersizi ise artan kas kütlesi ve gücüyle eş zamanlı olarak glikolizi arttırmaktadır (Pataky, ve ark., 2025). Dayanıklılık performansı arttıkça mitokondrinin içeriğinde artış meydana gelmektedir. HIIT ile hücresel süreçlerde değişikliklere yol açan yerleşik genetik sinyal yolları aktive olmaktadır (Hoffman, ve ark., 2025). Düzenli egzersiz viral enfeksiyon ve çoğu kanserle ilişkili ölüm oranlarını azaltmaktadır (Ming-Lu, ve ark., 2022). 2018 ABD Sağlık ve İnsan Hizmetleri Bakanlığı sağlıklı yetişkinler için haftada en az 150 dakika orta yoğunlukta dayanıklılık egzersiz veya haftada 75 dakika yüksek yoğunlukta Dayanıklılık egzersizi ile birlikte haftada 2 veya daha fazla gün tüm ana kas gruplarını hedef alan Direnç egzersizini önermektedir (McAdam, ve ark., 2025). Mitokondrilerin farklı egzersiz

uyaranlarına verdiği tepkilerin doğasını çözmek kronik hastalıkların önlenmesi, yaşlanmanın geciktirilmesi, kanıta dayalı ve etkili antrenman reçetesinin oluşturlması açısından önemlidir.
Bu sistematik derlemenin temel amacı, sağlıklı yetişkinlerde uygulanan farklı egzersiz müdahalelerinin ((MCIT, HIIT, SIT, Direnç egzersizi, Dayanıklılık egzersizi, vb.) iskelet kası mitokondriyal biyobelirteçler üzerindeki etkilerini incelemektir. Ek olarak egzersizle mitokondri üzerinde işlev, hacim, sayı ve enzim değişikliklerine odaklanmayı; egzersiz türü ve müdahalesine bağlı olarak iskelet kası mitokondriyal mekanizmalara dair mevcut kanıtları bir araya getirerek literatürdeki boşlukları doldurmayı ve gelecekteki antrenman programlarının optimize edilmesine rehberlik etmeyi hedeflemektir.

2. YÖNTEM

Sunulan çalışmada, Sistematik İncelemeler ve Meta-Analizler için Tercih Edilen Raporlama Öğeleri (PRISMA) yönergesi rehber alınmıştır. Mevcut analizin sentezini gösteren bir PRISMA diyagramı Şekil 1'de sunulmuştur.

Şekil 1:



2.1. Sistematik Derleme Protokolü

Bu sistematik derleme, farklı egzersiz tiplerinin iskelet kası mitokondriyal belirteçleri üzerindeki etkisini incelemek üzere PICO(T) (Popülasyon, Müdahale, Karşılaştırma, Sonuç, Çalışma Türü) çerçevesi kullanılarak tasarlanmıştır.

Tablo 1. PICO(T) Çerçevesi

PICO(T) Öğesi	Detaylı Tanımlama (Dahil Etme Kriterlerine Göre)
Population (Popülasyon)	Tüm yaş gruplarındaki sağlıklı bireyler. (Hasta bireyler hariç tutulmuştur.)
Intervention (Müdahale)	Egzersiz, Antrenman veya Fiziksel Aktivite Protokolleri (Diyet, takviye ve ilaç müdahaleleri hariç tutulmuştur.)
Comparison (Karşılaştırma)	Egzersiz uygulamayan kontrol grubu veya farklı egzersiz tipleri
Outcome (Sonuç)	Mitokondriyal Fonksiyon, Enzim ve Biyogenez Belirteçleri (Sitrat sentaz aktivitesi, PGC-1 alpha, mitofusin veya eşdeğerleri).
Study Type (Çalışma Türü)	Klinik ve Randomize Kontrollü çalışmalar (Vaka raporları, derlemeler, hayvan çalışmaları, metodoloji makaleleri hariç tutulmuştur.)

2.2. Arama Stratejisi

Sunulan çalışmada, sistematik derleme standardı gereği birden fazla veri tabanı kullanılması önerilse de, zaman kısıtlamaları ve teknik zorluklar nedeniyle yalnızca PubMed/MEDLINE veri tabanı taranmıştır. Anahtar kelimeler Boolean operatörleri "VE" ve "VEYA" kullanılarak gerçekleştirilmiştir: (((((((high intensity interval training) OR (continuous training)) OR (sprint interval training)) OR (endurance training)) OR (resistance training)) AND (mitochondrial function)) OR (mitochondrial biogenesis)) OR (citrate synthase activity)) OR (PGC-1 alpha)) OR (mitofusin). Arama Kasım 2025 itibariyle son 5 yıl içerisnde yayınlanmış, İngilizce dilinde yayınlanmış, randomize kontrollü ve klinik, tüm yaş grubundaki insan çalışmalarıyla sınırlanmıştır. Diyet, takviye, ilaç müdahaleleri hariç tutma kriteri olarak belirlenmiştir. Farklı araştırma makalelerinde sunulan yinelenen sonuçlar tekrar çalışmaya dahil edilmemiştir. Ele alınan çalışamalarda şu değişkenler; katılımcı sayısı, cinsiyet, yaş, BKI, başlangıç kondisyon seviyesi, hastalık (varsa), egzersiz türü, egzersiz yoğunluğu, antrenman müdahale haftası sayısı, haftada ortalama antrenman seansı sayısı, antrenman seansı başına ortalama dakika, VO_2 max, enzim aktivitesi ve enzimlerin içeriği, protein içeriği, mitokondriyal hacim yoğunluğu (MvD, mitokondrilerin kapladığı kas lifi hacminin yüzdesi), kas liflerinin kesit alanı (CSA) ve lif tipi incelenmiştir. Dahil etme ve dışlama kriterleri sonucunda toplam 10 çalışma sistematik derleme kapsamına alınmıştır. Yanlılığı azaltmak ve şeffaflığı artırmak için çalışmanın PROSPERO kaydı yapılmıştır.

3. BULGULAR

Tablo 2. Çalışmaların Genel Özellikleri

Yazar	Yıl	Popülasyon (P)	Müdahale (I)	Karşılaştırma (C)	Sonuç (O)	Çalışma Tipi (T)
Almquist,	2021	Elit bisikletçiler (n=12) (yaş: 26,2 ±	4 saat düşük yoğunluklu bisiklet sürme seansına 1, 2 ve 3. saatin	Sprintsiz uzun süreli	Hormonal ve kas yanıtları (Toplam	Randomize kontrollü, eşleştirilm

ve. ark.		6,3, boy: 183 ± 5, kilo: 76 ± 3, VO_{2max}:73, 4 ± 4,0)	sonunda üç adet 30 saniyelik maksimum sprint eklenmesi. İlk 3 saatin 41. dk.sında 4 dk. toparlanma (1 dakika tamamen dinlenme ve 3 dk. 100 W'da bisiklete binme)	bisiklet sürme	testosteron, kortizol, GH, globulin (SHBG) ve IGF1 serum konsantrasyonları, vastus lateralis kasındaki mRNA bolluğu, anjiyogenez, iyon taşıma kapasitesi, protein sentezi, mitokondriyal işlev, izokinetik diz ekstansiyonu)	iş, çapraz geçişli çalışma
Christiansen, D., Bishop, D. J.	2022	Sağlıklı erkek (n=8)	Kan akışı kısıtlamalı aerobik-aralıklı egzersiz (dokuz adet 2 dakikalık koşu - bir hafta arayla üç kez laktat eşiklerinin %105'inde)	Sistemik hipoksi (HYP) veya normoksili/ kontrol (CON) egzersiz	Metabolik sağlık erken belirteçleri (kolestrol sentezi (PGC-1α2), glikoz atılımında (GLUT4) ve kılcal büyüme (HIF-1α ; VEGF A), mitokondriyal solunum (PGC- 1α2/ 3), mitokondriyal ayrışmada	Klinik Çalışma

					(UCP3) ve mitokondriyal büyüme (p53; COXIV-1/2; CS; AMPKα1/2) genleri	
Cotter, ve. ark.	2024	Sağlıklı genç erkek (n=22) (yaş: 32,3 ± 6,2, boy: 178,3 ± 6,3 cm, kilo: 78,4 ± 10,1 kg	Egzersiz eğitimi (haftada 6 gün 15 ila 35 dakikalık aerobik egzersiz, haftada 3 gün 35 ila 60 dakikalık direnç egzersizi. Aerobik: HIIT ve sürekli aerobik antrenman (75% $\dot{V}O_{2peak}$ ile yerçekimsiz dikey koşu bandı ve sırtüstü bisiklet ergometresinde), Direnç: 6-12 tekrar squat (3 set), bacak pres (4 set), hamstring curl (4 set) ve heel raise (4 set)	70 gün boyunca 6° baş aşağı eğik pozisyonda yatak istirahati ve 24 saat izleme	Kas mitokondrisi genomik yanıtı (Vastus Lateralis mRNA,)	Klinik Çalışma
Hoffman, ve. ark.	2025	Sağlıklı erkek katılımcılar (n=10) (yaş: 25.4 ± 3.2, BKI 18,5-27,0 kg/m$^{2)}$	1 W/kg'da 5 dakikalık bir ısınma+ bisiklet tabanlı, bireysel max. Aerobik güç (MAP)'ün %85 ± 0,1'inde (176 ± 34 W) 1 dakikalık aralıklarla toplam 10 dakikalık ve 50 W'da 1 dakikalık aktif toparlanmadan oluşan HIIT	1 W/kg'da 5 dakikalık bir ısınma+ İş ve süre açısından eşleştirilmiş, bireysel MAP'nin %55 ± 2'sinde (113 ± 17 W) bisiklet tabanlı akut ve sürekli 10 dk boyunca (MICT)	İskelet kası sinyal yolları, kas kinazları ve substratları, fosfoproteomik, (plazma laktat, fosfositler) kalp atış hızı, algılanan yorgunluk derecesi	Randomize çapraz geçişli

Kilen, ve. ark.	2021	Askerlik hizmeti yapan erkek (n=290)	Minimum 15 dk. süren, haftada 4 dayanıklılık ve 4 kuvvet içeren Mikro Ant. (MIC), her biri 60 dk. süren 1 dayanıklılık 1 kuvvet içeren Klasik Ant. (CLA)	Haftada 1 kez 60 dk. süren Standart Askeri Eğitim/ Kontrol (CON)	Dayanıklılık adaptasyonu , Mekik koşu performansı, egzersiz kapasitesi, pik oksijem alımı, metabolik enzim aktivitesi	Randomize Kontrollü Çalışma
LaRocca, ve. ark.	2023	Sağlıklı kadınlar (n=219) (yaş: 30-45, BKI: < 29.0 kg/ m^2 ,Sedanter: <60 dk/hafta aerobik egzersiz	Koşu bandı temelli Aerobik Egzersiz içeren 4 grup: 1) daha yüksek hacim/daha yüksek yoğunluk (40 dakika %75-85 Vo_{2max}); 2) daha yüksek hacim/daha düşük yoğunluk (40 dakika %55-65 Vo_{2max}); 3) daha düşük hacim/daha yüksek yoğunluk (20 dakika %75-85 Vo_{2max}); ve 4) daha düşük hacim/daha düşük yoğunluk (20 dakika %55-65 Vo_{2max})	Egzersizsiz durum	Maksimal aerobik kapasitedeki değişikliklerin transkriptomik belirteçleri (protein sinyalizasyonu, DEGs, metabolizma belirteçleri , RNA)	Randomize/Klinik Çalışma
Martinez-Canton, ve. ark.	2020	Erkek katılımcı (n=24) (fiziksel olarak aktif 1.5 ila 4 yıldır haftalık 1-3 antrenman yapan spor bilimleri öğrencileri)	Squat egzersizinden oluşan aşamalı direnç ant. (8 hafta boyunca haftada 2 kez (48-72 saat arayla) toplam 16 oturum. 1'den 16. oturuma kadar antrenman seanslarında 1 RM'nin %75'inden	Farklı yorgunluk seviyeleri (MPV %20 (VL20) ve %40 (VL40) iki grup)	CaMKII ve Sarcolipin (SLN) 'in kastaki adaptasyonlardaki rolü, kas hacmi, Vastus Lateralis	Klinik Çalışma

			%80'ine kademeli olarak artış.)		kas lizatları	
Mıng-Lu, ve. ark.	2022	Sağlıklı hareketsiz erkek (n=60) (yaş:20-30, egzersiz sıklığı/süresi: haftada bir <20 dakika	Egzersiz Eğitimi (HIIT: %30 Vo_{2max} tüketimi ile ısınma, her biri %80 Vo_{2max} ile 3 dakikalık beş egzersiz, Vo_{2max} %40'ında 3 dk. aktif toparlanma, Vo_{2max} %30 ile 3 dk. soğuma. MICT: Antrenman süresi %60 Vo_{2max} ile 30 dk., ısınma ve soğuma HIIT ile aynı)	Egzersizsiz durum	(NK hücrelerinin mitokondri sayısı, perforin, granzim B, mitokondriyal solunum, mitokondriyal biyoenerjetiği), aerobik kapasite, kardiyopulmoner belirteçler	Klinik Çalışma
Patak y, ve. ark.	2025	Sağlıklı kadın ve erkek (n=29) (yaş: 18-55, BKI: 20,0- 32,0 kg/m2, yaş: 18-30, BKI: 20,0-32,0 kg/m2, 14 kişilik ek akut egzersiz grubu)	Akut aerobik egzersiz (AAE): (Vo_{2max} %50'ye eşit 5 dk.lık ısınma, Vo_{2max} %85-95'ine eşit bisiklet ergometresi, 4 dk.lık ara- her arada Vo_{2max} %50'sine eşit 3 dk.lık aktif toparlanma- toplam 30 dk.egzersiz) Akut direnç egzersizi (ARE): (1 tekrar max. (RM)'ın %70-80'inde 10 tekrar 3 set (setler arası 1 dk. dinlenme) egzersizli tek bacakta leg ekstansiyon)	Egzersizsiz durum	Fosfoproteom ve asetilproteom modifikasyonları	Klinik Çalışma
Slivka , ve. ark.	2021	Egzersizsiz üniversiteli erkek	3 hafta boyunca Aerobik Egzersiz 33 °C sıcaklıkta	Oda sıcaklığında	PGC-1a, mRNA yanıtı ve	Klinik Çalışma

(n=21) (yaş, 24 ± 4, boy: 178 ± 6 cm)	(20 °C) egzersiz	aerobik güç

Sunulan çalışma 2020-2025 yılları arasında yayınlanmış; egzersizin insan iskelet kasında yarattığı adaptasyonlar ve moleküler mekanizmaları inceleyen 10 çalışmayı kapsamaktadır. Elde edilen çalışmalar kas dokusu üzerindeki yanıtlar (fosfoproteomik/asetilproteomik, sinyalizasyon), sistemik yanıtlar (kan transkriptomu, hormonal/metabolik belirteçler) ve çevresel stres olarak 3 ana kategoride ele alınmıştır.

3.1. Moleküler Sinyalizasyon ve Post-Translasyonel Düzenleme

Egzersiz, iskelet kası mitokondriyal adaptasyonlarını protein seviyesindeki karmaşık düzenlemeler aracılığıyla tetiklemektedir. HIIT'in, MICT'a kıyasla iskelet kasında mitokondriyal enerji metabolizmasıyla ilişkili farklı sinyal yollarını, kas kinazlarını ve substratları (plazma laktat, fosfositler) aktive ettiği tespit edilmiştir. Egzersiz yoğunluğu ise bu adaptasyon sinyalizasyonunu etkilemektedir (Hoffman, ve ark., 2025).

İskelet kasında, HIIT ve Direnç antrenmanlarının hem fosfoproteom hem de asetilproteom üzerinde düzenlemelere yol açtığı saptanmıştır. Asetilasyonun, mitokondriyal enzimlerin aktivitesini doğrudan etkileme potansiyeli göz önüne alındığında, adaptasyonun fonksiyonel düzeyde karmaşık post-translasyonel modifikasyonlar (PTM) ile yönetildiğini ortaya koymaktadır. HIIT'in Vo_{2max}, mitokondriyal solunum, mitokondriyal hacim ve protein bolluğunu önemli ölçüde artırırken , Direnç antrenmanlarının kuvveti, yağsız kütleyi ve vücut kompozisyonunu iyileştirdiği kanıtlanmıştır (Pataky, ve ark., 2025).

Kuvvet antrenmanının Ca^{2+} /kalmodulin-bağımlı protein kinaz tip II (CaMKII) tarafından algılanan, sarkoplazmik (Ca2+)'deki değişikliklerden kaynaklanan, miyozin ağır zincir (MHC) bileşiminde tip IIX'ten tip IIA'ya doğru bir kaymaya neden olduğu bilinmektedir. CaMKII ve Sarkolipin (SLN)' in kuvvet antrenmanı ile ortaya çıkan kas fenotipi ve performans değişikliklerindeki etkisinin incelendiği çalışmada, katılımcılar her sette izin verilen tekrarlama hızı kaybı (setin en hızlı tekrarında elde edilen ortalama itme hızı (MPV)) açısından farklılık gösteren 2 direnç antrenmanı programına rastgele yerleştirilmiştir: daha az yorgunluk seviyesi veya %20 tekrar hızı kaybı ile gerçekleştirilen direnç antrenmanı (Vastus Lateralis (VL) 20) ve tükenmeye yakın veya %40 tekrar hızı kaybı ile gerçekleştirilen direnç antrenmanı (VL40). Sonuçta, VL40'ın, VL20'ye göre Vastus Lateralis ve İntermedius kasında daha fazla hipertrofiye neden olduğu tespit edilmiştir. Egzersiz eğitiminden sonra tüm CAMKII protein ekspresyonu %20 oranında artmıştır. Sarkolipin ekspresyonu VL20'de %33 oranında artış göstermişken VL40'ta %11 oranında azalma göstermiştir; ancak bu sonucun istatistik açısından anlamlı olmadığı belirtilmiştir. Kas hacmindeki değişiklikler ile Sarkolipin (SLN)'de ortaya çıkan değişiklikler arasında ilişki saptanmamıştır. Farklı yorgunluk seviyeleriyle uygulanan kuvvet antrenmanının, kas adaptasyonlarında CaMKII ve SLN proteinlerinin rolünü etkilediği tespit edilmiştir. Sarkolipin, mitokondriyal ısı üretimi ve Ca^{2+} döngüsüyle ilişkili olduğundan, bu bulgu metabolik verimlilikteki düzenleyici mekanizmalara işaret etmektedir (Martinez-Canton, ve ark., 2021).

3.2. Genomik Yanıt ve Sistemik Fonksiyonel Değişimler

Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi'nin 64 gün boyunca 6° baş aşağı eğik pozisyonda gerçekleştirilen yatak istirahati çalışması, 2113 açıklanmış genin VL gen ekspresyon seviyesini belirgin seviyede değiştirmiştir. 511 açıklanmış gen arasında 489 'unun aşağı regüle edildiği, kontrol grubunda ise 92'sinin yukarı regüle edildiği; bu değişikliklerin egzersizle hafiflediği saptanmıştır. Bu 511 gen tarafından önemli ölçüde zenginleştirilen 15 Kyoto Genler ve Genomlar Ansiklopedisi (KEGG) gen yolu ve 10 işlevsel açıklama kategorisi/terimi tanımlanmış; bu açıklama terimlerinin nörodejeneratif ve metabolik bozukluklarda (örn.

Parkinson, Huntington ve alkolsüz yağlı karaciğer hastalığı ve diyabetik kardiyomiyopati) ve mitokondriyal işlevde rol oynadığı belirtilmiştir. Çoğu mitokondriyal genin kat değişim (FC) büyüklüğünün egzersizle azaldığı görülmüştür. Kat değişimi ilk ölçüm ile son ölçüm arasındaki değişimi tanımlayan oran olarak bilinmektedir. Sonuç olarak sağlıklı genç erkeklerde egzersiz eğitiminin yatak istirahati süresince oluşan kas mitokondrisi genomik yanıtını zayıflattığı; egzersizin katabolik koşullara karşı mitokondriyal bütünlüğü koruduğu saptanmıştır (Cotter, ve ark., 2024).

Meme kanseri risk beliteçlerini önlemede egzersizin koruyucu etkilerinin incelendiği çalışmada, katılımcılar egzersiz yoğunluğuna göre 4 gruba ayrılmış; $\dot{V}o_{2max}$ 'a güçlü yanıt, $\dot{V}o_{2max} \geq 15\%$ (RR) grubu ve $\dot{V}o_{2max}$ 'a hiç yanıt vermeyen veya $\dot{V}o_{2max}$'a düşük yanıt ($\dot{V}o_{2max} \leq$ %5) (NR) grubu olarak 2 alt grupta incelenmiştir. Başlangıçta 4 eğitim grubunda $\dot{V}o_{2max}$ açısından farklılık yokken, egzersizle bu durum değişmiştir. NR'ye kıyasla RR'de farklı ifade edilen genler (DEGs)'deki artış epigenetik ve gen ekspresyonu (histon modifikasyonu gibi) ile ilişkili iken; DEGs'deki azalma protein modifikasyonu ve metabolizma belirteçleri ile ilişkilendirilmiştir. Yüksek antrenman yoğunluğu ve hacmi ile DEGs yukarı regüle edilirken, RR başlangıçtan önemli ölçüde azaldığı; DEGs aşağı regüle edilirken RR başlangıçtan önemli ölçüde arttığı saptanmıştır. DEGs ve RR egzersiz ile ilişkili sayısız biyolojik süreç ile ilişkilidir. Bunlardan en önemlileri epigenetik ve gen ekspresyonu, metabolizma ve çeşitli protein translasyon sinyalleridir. (LaRocca, ve ark., 2023).

Egzersiz, iskelet kası dışındaki Doğal Öldürücü (NK) hücrelerinin mitokondriyal biyoenerjetiklerini de iyileştirmektedir. Vo_{2max} düzeylerindeki değişiklikler, çeşitli müdahalelerden sonra, NK hücrelerindeki rezidüel O2 tüketimi (OCR) rezerv ve maksimal kapasitelerindeki değişikliklerle pozitif olarak ilişkilendirilmiştir. 6 haftalık HIIT ve MICT'de dinlenme halinde sistolik kan basıncı ve diyastolik kan basıncı düşmüş; performans ve kandaki toplam NK hücre sayısı artmıştır. Perforin ve Granzim içeriği NK hücrelerinde kademeli egzersiz testi (GXT)'nden sonra artmıştır. Perforin ve Granzim virüs bulaşmış veya transforme olmuş hücre apoptozunda birincil bir mekanizmadır. HIIT ve MICT müdahalesinden sonra mitokondri sayısında artış tespit edilmiştir. 6 hafta boyunca GXT, HIIT ve MICT dinlenme halindeki sağlam NK hücrelerinde OCR rezerv ve maksimal kapasiteyi önemli ölçüde arttırmıştır. Bu, egzersizin mitokondri üzerindeki faydalı etkisinin sistemik düzeyde genişlediğini göstermektedir (Ming-Lu, ve ark., 2022).

3. 3. Protokol ve Çevresel Stresin Adaptasyon Üzerindeki Etkisi

Kan akışı kısıtlamalı (BFR) aerobik aralıklı egzersizin, sağlıklı erkeklerde metabolik sağlık erken belirteçlerini güçlendirdiği saptanmıştır. PGC-1α2'nin BFR grubunda Kontrol (CON) grubuna kıyasla 16 kat; Sistemik Hipoksi (HYP) grubuna kıyasla 11 kat artmıştır. BFR grubunda glikoz atılımı (GLUT4) ve kılcal büyüme (VEGFA) sırasıyla 2,0 ve 3,4 kat –CON grubuna kıyasla (1,2 ve 1,3 kat) ve HYP grubuna kıyasla (1,2 ve 1,8 kat) arttığı tespit edilmiştir. BFR grubunda HYP grubuna kıyasla mitokondriyal ayrışma (UCP3) daha fazla artmıştır. Elde edilen sonuçlar BFR'nin metabolik stresi artırarak mitokondriyal adaptasyonu hızlandırdığına dair kanıt sunmaktadır (Christiansen & Bishop, 2022).

Sıcaktaki egzersiz eğitiminin, normal sıcaklıktaki eğitime kıyasla aerobik güçteki gelişmeleri körelttiği; 20 °C'de egzersiz yapan grupta Vo_{2max} artış gösterirken 33 °C'de egzersiz yapan grupta iyileşme görülmediği; PGC-1a'nın akut egzersiz yanıtı egzersizden önce 20 °C'de 33 °C'den daha fazla arttığı, ancak egzersiz sonrası her 2 grupta da farklılık olmadığı saptanmıştır. Aerobik gücün mitokondriyal kapasiteyle doğrudan ilişkisi göz önüne alındığında, çevresel stresin adaptasyon kapasitesini olumsuz etkilediği sonucuna ulaşılmıştır (Slivka, ve ark., 2021).

Uzun süreli bisiklet sürmeye sprintlerin dahil edilmesinin (E&S) hormonal ve kas yanıtlarını etkilediği; kaslarda, yağ metabolizması (PDK4), anjiyogenez (VEGFA) ve kas hipertrofisi (miyostatin ve MuRF1) belirteçlerinin mRNA seviyelerinde artışa yol açtığı görülmüşken; sprint dahil edilmemesi (E) durumunda iyon taşıma belirteçlerinin (Na^+-K^+ α1, CLC1 ve

NHE1) seviyelerinin azaldığı ve mitokondriyal biyogenez belirteci (PGC-1α) için körelmiş yanıt gösterdiği tespit edilmiştir. E&S müdahelesinden hemen ve 3 saat sonra kaslarda PDK4 mRNA'sında daha büyük akut artış gözlemlenmiştir. Kanda büyüme hormonu (GH) ve seks hormonu bağlayıcı globulin (SHBG), E&S egzersiz müdahalesinden hemen sonra azalmıştır. İzokinetik diz ekstansiyon torku olarak ölçülen kas gücünün, hem E&S hem de E'den 24 saat sonra tamamen geri kazanıldığı tespit edilmiştir (Winfield Almquist, ve ark., 2021).

Haftada dört kez 15 dakikalık dayanıklılık antrenmanı seansının, Temel Askeri Eğitim (haftada bir kez 60 dakikalık dayanıklılık antrenmanı) ile karşılaştırıldığı çalışmada, aerobik kapasite ve performans artışı üzerindeki etki incelenmiştir. Klasik Eğitim (CLA) grubunda, 60 dakika süren 1 güç ve 1 dayanıklılık antrenmanı gerçekleştirilmesi sonucunda, medial VL'de sitrat sentaz aktivitesinin 14 ± %26 ($P \leq 0{,}001$, n=18) azaldığı saptanmıştır. Mikro Eğitim (MIC) grubunda, her biri 15 dk süren dayanıklılık ve kuvvet antrenmanı gerçekleştirilmesi sonrasında ve CLA'da, medial VL 3-hidroksiasil-CoA dehidrogenaz aktivitesi azalmıştır (MIC= 8 ± %17 (n=28) ve CLA= 14 ± %24 (n)=18). Çalışma sonucunda, egzersiz türüne göre mitokondriyal sonuçlar üzerindeki etkinin değiştiği tespit edilmiştir (Kilen, ve ark., 2021).

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Dahil edilen çalışmalar, egzersiz eğitiminin iskelet kası mitokondriyal adaptasyonlarını tetiklemede merkezi bir rol oynadığını; moleküler sinyal yolları ve antrenman protokollerine bağlı olarak bu adaptasyonların farklılaştığını ortaya koymaktadır.

Protein seviyesindeki translasyon sonrası modifikasyonlar incelendiğinde, egzersiz türüne ve yoğunluğuna bağlı olarak farklı sinyal ağlarının aktive olduğu görülmüştür. Egzersiz, sağlıklı bireylerin iskelet kası mitokondriyal biyobelirteçlerini olumlu yönde etkileyerek enerji üretimini arttırmaktadır. Düzenli fiziksel aktivite mitokondriyal fonksiyonu geliştirerek, egzersizle aktive olan sinyal yollarını ortaya çıkarmakta ve protein sentezini arttırmaktadır. Özellikle yüksek yoğunluklu egzersizlerin (HIIT ve sprint antrenmanları) iskelet kası mitokondriyal fonksiyonunu arttırmakta, mitokondriyal biyoenerjiyi iyileştirmekte ve kas hücrelerinin enerji üretimini desteklemektedir (Hoffman, ve ark., 2025). Ayrıca yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman (HIIT) ve dayanıklılık antrenmanları, mitokondriyal biyogenez ve enzim aktivitesini arttırmaktadır. (Pataky, ve ark., 2025) tarafından yapılan çalışmada aerobik ve direnç egzersizlerinin, insan iskelet kasında hem fosfoproteom hem de asetilproteom üzerinde düzenlemeler yaptığı ortaya koyulmuştur. Aerobik egzersizin, mitokondri miktarında bolluk ve işlevle eş zamanlı olarak kardiyovasküler ve aerobik uygunluğu iyileştirdiği, birkaç mitokondriyal protein ile birlikte asetilproteom değişikliklerini tetikleyerek enerjetik mekanizmanın translasyon sonrası düzenlenmesini gerçekleştirdiği düşünülmüştür. Asetilasyon hem protein stabilitesi hem de mitokondriyal işlev ile ilişkilendirilmektedir. Direnç egzersizinin artan kas kütlesi ve güçle eş zamanlı olarak glikolizi arttırdığı ve kontraktil/ iskelet kası hücre mekanizmasında fosfopreteomik değişiklikleri düzenlediği saptanmıştır. Akut egzersizin ise daha fazla fosfopreteomik ve metabolomik yanıtlar ortaya çıkardığı, polipeptid ilişkili complex-α ile protein translasyonunu düzenlediği; ayrıca akut aerobik egzersiz sonucunda kasın yeniden şekillenmesiyle ilişkili protein düzenleyicisi, yeni oluşan polipeptit ile ilişkili kompleks alfa polipeptit (NACA), açığa çıktığı tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada antrenmanın yapıldığı günün saati ve yoğunluğunun translasyon sonrası sinyallemeyi etkilediği vurgulanmıştır.

Direnç antrenmanında set içi yorgunluk seviyesinin, kas adaptasyonunda CaMKII ve SLN'nin rolünü etkilediği görülmüştür. Ancak SLN'nin insan iskelet kası kas hipertrofisinde önemli rol oynadığı görülmemiştir. Direnç antrenmanının 1RM geliştirerek ve toplam CAMKII protein ekspresyonunu arttırarak kas hipertrofisine neden olduğu tespit edilmiştir. Her setteki yorgunluk miktarı CAMKII ve SLN yanıtlarını önemli ölçüde etkilemekte ve kas tipi değişikliklerini belirlemektedir. Her iki antrenman da (%20 sürat ve %40 süratle direnç antrenmanı) kas hipertrofisini ve CAMKII ekspresyonunu arttırmaktadır (Martinez- Canton, ve ark., 2021).

Egzersiz, transkriptomik ve hücresel deiğişiklikler üzerinde önemli etkiye sahiptir. (LaRocca, ve ark., 2023) tarafından sağlıklı yetişkin kadınlar üzerinde yapılan çalışmada dayanıklılık egzersizine yanıt olarak Vo_{2max} kapasitesindeki değişimlerin, sağlıklı kadınlarda transkriptomda yeni ve ayırt edici imzalar bıraktığı saptanmıştır. Egzersiz yoğunluğuna bağlı adaptasyon ve mitokondriyal kapasitedeki artış sistemik gen ifadesi profilleriyle ilişkilendirilmiştir.
Egzersizin, bağışıklık sisteminin bir parçası olan NK hücrelerin mitokondriyal biyoenerjetiklerini iyileştirdiğine dair kanıtlar elde edilmiştir. Doğal öldürücü hücreler viral enfeksiyonların yayılmasını önleyen, kanserli hücreleri yok eden hücreler olarak bilinmektedir. NK hücreler, tümör veya enfeksiyon gelişimine karşı artan enerjik ve biyosentetik ihtiyaçlara karşı spesifik metabolik yollar aktive edebilme yeteneğine sahiptir. Mitokondriyal biyoenerjetik ise bağışıklık sisteminde ve NK hücreleri için kritik öneme sahiptir. HIIT ve MICT egzersiz müdahalelerinin NK hücrelerinde biyoenerjetik işlevselliği arttırdığı görülmüştür. Ayrıca HIIT'in maksimum iş oranı ve aerobik kapasiteyi MICT'den daha fazla iyileştirdiği saptanmıştır (Ming-Lu, ve ark., 2022).
Farklı antrenman protokollerinin ve çevresel koşulların adaptasyon üzerindeki dönüştürücü etkisi incelendiğinde BFR egzersizi, kastaki hipoksi düzeyinden bağımsız olarak, insanda kolesterol üretimi ve glikoz homeostazının düzenlenmesiyle ilişkili metabolik sağlığın erken belirteçlerini güçlendirmiştir (Christiansen & Bishop, 2022) Eş zamanlı antrenman seanslarının (toplam 9 hafta süren 15 dk. 4 dayanıklılık ve 15 dk. 4 kuvvet antrenmanı) gün içindeki dağılımının, dayanıklılık adaptasyonu üzerinde anlamlı bir etki yaratmadığı ancak maksimum oksijen alımının dayanıklılık egzersizinde arttığı belirtilmiştir (Kilen, ve ark., 2021) Benzer bir çalışmada elit bisikletçilerde uzun süreli bisiklet antrenmanına sprintlerin dahil edilmesinin hormonal ve kas yanıtlarına etkisi incelenmiştir. Çalışmada, sprint antrenmanının kaslardaki iyon taşıma proteinlerinin miktarını artırarak iyon taşıma kapasitesini yükselttiğine, bu nedenle yorgunluğun geciktiği ve yüksek yoğunluklu dayanıklılık performansının iyileştiği sonucuna ulaşılmıştır. Elit bisikletçilerin kısa süreli Düşük Yoğunluklu Antrenman (LIT) seansına 30 saniyelik sprintler dahil edildiğinde, tek başına LIT'e kıyasla, iskelet kasında mitokondriyal fonksiyon ve biyogenez belirteçlerinde akut artışlara yol açtığı saptanmıştır. Ayrıca sprint egzersizi, PGC-1α4, insülin benzeri büyüme faktörü 1 (IGF1) ve miyostatin gibi bir dizi kas sinyalleme faktörünü akut düzenleyebilmekte ve iskelet kasındaki protein modifikasyonunu etkileyebilmektedir. PGC-1α mitokondriyal biyogenezin -enerji metabolizmasının- ana düzenleyicisi olarak bilinmektedir. LIT seansına dahil edilen sprint seansının yağ metabolizması (PDK4), anjiyogenez (VEGFA) ve protein dönüşümü (MuRF1 ve Miyostatin) için daha fazla mRNA tepkisi uyardığına ulaşılmıştır. Bu durumun oksidatif kas liflerini geliştirebileği, maksimum aerobik güçte artış sağlayacabileceği ve Vo_{2max}'ın kullanımı için faydalı olabileceği düşünülmüştür (Winfield Almquist, ve ark., 2021) Farklı egzersiz tiplerinin iskelet kası mitokondriyal belirteçlere etkisinin incelendiği başka bir çalışmada diğer çalışmalarda farklı olarak uygulanan egzersiz müdahalesinin olumsuz sonuç verdiğine ulaşılmıştır. Sıcak ortamda (33 °C) yapılan egzersizin oda sıcaklığında (20 °C) yapılan egzersize kıyasla, aerobik güçteki iyileşmeleri olumsuz etkilediği ve bu iyileşmeleri körelttiği saptanmıştır (Slivka, ve ark., 2021)
Elde edilen bulgulardan farklı bir çalışmada egzersiz yoksunluğunun mitokondri üzerindeki yanıtı incelenmiştir. Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) 70 günlük yatak istirahati çalışmasına 22 yetişkin erkek katılımcı çalışmaya dahil edimiş; aerobik ve direnç egzersizi eğitim reçetesi (SPRINT)'nin etkinliğini değerlendirmek amaçlanmıştır. Astronotların iskelet kasında mikro yerçekimi sırasında atrofi, güç kaybı ve yorgunluğa direncin azalması gibi zararlı etkiler ortaya çıktığı belirtilmiştir. Bu değişikliklerin görevlerini yapabilme yeteneğini güçleştirdiği ve yerçekimi yüküne geri döndüklerinde yaralanma riskini artırabildiği vurgulanmıştır. Çalışma sonucunda 6° baş aşağı eğik pozisyonda 64 gün yatak istirahati ile metabolizma, birincil mitokondriyal hastalık ve oksidatif fosforilasyonda yer alan genlerin

büyük ölçüde aşağı regüle edildiği; Aerobik ve Direnç egzersizini birleştiren her iki egzersiz platformunun bu etkiyi azalttığı tespit edilmiştir. Yatak istirahatinin gen yolları üzerindeki zararlı etkileri egzersiz müdahaleleriyle kısmen hafifletilmiştir. Yatak istirahati ile ifadesi değişen 511 genin mitokondriyal hastalık, mitokondriyal iç zar, elektron taşıma zinciri ve oksidatif fosforilasyon gen yollarında zenginleştiği saptanmıştır. Yapılan çalışmaları destekler nitelikte, egzersiz olmama durumunda mitokondriyal fonksiyonun ve metabolizmanın olumsuz etkilendiğinin altı çizilmiştir (Cotter, ve ark., 2024)

Sonuç olarak, egzersiz eğitiminin iskelet kası mitokondriyal adaptasyonlarını tetiklemede merkezi bir rol oynadığını ve bu adaptasyonların moleküler sinyal yollarına, antrenman yoğunluğuna ve protokollere bağlı olarak değişmektedir. HIIT ve Sprint antrenmanlarının iskelet kası mitokondriyal fonksiyonunu ve biyoenerjisini iyileştirdiği, PGC-1a gibi mitokondriyal biyogenezin ana düzenleyicilerini akut uyardığı; HIIT ve MICT içeren egzersizin NK hücreleri gibi bağışıklık hücrelerinin biyoenerjetiklerini iyileştirdiği; Direnç antrenmanının kas hipertrofisine ve CaMKII ekspresyonununda artışa neden olduğu, set içi yorgunluk miktarının CaMKII ve SLN yanıtlarını önemli ölçüde etkilediği; Kombine Aerobik ve Direnç egzersizinin yatak istirahatine bağlı gen yolları üzerindeki zararlı etkilerini hafiflettiği, mitokondriyal bütünlüğü koruduğu; BFR, Aerobik egzersizin metabolik sağlığın erken belirteçlerini (PGC-1α2, glikoz atılımı, kolestrol üretimi, kılcal büyüme, mitokondiyal ayrışma) güçlendirdiği; aerobik kapasitedeki artışın kan transkriptomunda yeni ve ayırt edici imzalar ortaya çıkardığı, mitokondriyal kapasiteyi arttırdığı saptanmıştır. Sıcak ortamda (33 °C) yapılan egzersizin aerobik gücü olumsuz etkilediği tespit edilmişken; gün içinde eş zamanlı antrenman seansları gerçekleştirmenin dayanıklılık adaptasyonu üzerinde anlamlı etkisi olmadığı kaydedilmiştir. Egzersiz iskelet kası mitokondriyal fonksiyonu etkileyen en önemli fizyolojik uyarıcıdır. Maksimum adaptasyon için antrenman yoğunluğu/ süresi/ sıklığı/ programlaması/ türü (HIIT,MICT, Sprint, Dayanıklılık vb.) ve çevresel koşulların dikkate alınması önem arz etmektedir.

KAYNAKÇA

Christiansen, D., & Bishop, D. J. (2022). Aerobic-interval exercise with blood flow restriction potentiates early markers of metabolic health in man. Exercise Physiology , 234 (2).

Cotter, J. A., Plaza- Florido, A., Adams, G. R., Haddad, F., Scott, J. M., Everett, M., ve ark. (2024). Exercise Training Attenuates the Muscle Mitochondria Genomic Response to Bed Rest. Medicine & Science in Sports & Exercise , 56 (9), 1615-1622.

Hoffman, N. J., Whitfield, J., Xiao, D., Radford, B. E., Suni, V., Blazev, R., ve ark. (2025). Phosphoproteomics Uncovers Exercise Intensity-Specific Skeletal Muscle Signaling Networks Underlying High-Intensity Interval Training in Healthy Male Participants. Sports Medicine , 55, 1983-2004.

Kilen, A., Bay, J., Bejder, J., Breenfeldt Andersen, A., Bonne, T., Larsen, P., ve ark. (2021). Distribution of concurrent training sessions does not impact endurance adaptation. Journal of Science and Medicine in Sport , 24 (3), 291-296.

LaRocca, T. J., Smith, M. E., Freeberg, K. A., Craighead, D. H., Helmuth, T., Robinson, M. M., ve ark. (2023). Novel whole blood transcriptome signatures of changes in maximal aerobic capacity in response to endurance exercise training in healthy women. Physiological Genomics , 55 (8).

Martinez- Canton, M., Gallego- Selles, A., Gelabert- Rebato, M., Martin- Rincon, M., Pareja-Blanco, F., Rodriguez- Rosell, D., ve ark. (2021). Role of CaMKII and sarcolipin in muscle adaptations to strength training with different. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports , 91-103.

McAdam, J. S., Craig, M. P., Graham, Z. A., Peoples, B., Tuggle, S. C., Seay, R. S., ve ark. (2025). Multidimensional biocircuitry of exercise adaptation: integrating in vivo and ex vivo phenomics with miRNA mapping. Physiological Genomics , 526-550.

Ming-Lu, L., Chih-Chin, H., Tieh-Cheng, F., Yu-Ting, L., Yu-Chieh, H., & Jong-Shyan, W. (2022). Exercise Training Improves Mitochondrial Bioenergetics of Natural Killer Cells. Medicine & Science in Sports & Exercise , 751-760.
Pataky, M. W., Heppelmann, C. J., Sevits, K. J., Asokan, A. K., Kumar, A. P., Klaus, K. A., ve ark. (2025). Aerobic and resistance exercise-regulated phosphoproteome and acetylproteome modifications in human skeletal muscle. Nature Communications .
Slivka, D., Shute, R., Hailes, W., Marshall, K., Opichka, M., Schnitzler, H., ve ark. (2021). Exercise in the heat blunts improvements in aerobic power. European Journal of Applied Physiology , 121, 1715-1723.
Winfield Almquist, N., Ellefsen, S., Sandbakk, Ø., & Rønnestad, B. R. (2021). Effects of including sprints during prolonged cycling on hormonal and muscular responses and recovery in elite cyclists. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports , 31 (3), 529-541.

SEDENTARY WORK, MUSCULOSKELETAL RISK AND REHABILITATION NEEDS: CHRONIC NECK PAIN FROM A HUMAN SECURITY PERSPECTIVE

PhD C. Esida Hoxha
European University of Tirana, Department of Nursing and Physiotherapy
ORCID: 0000-0002-3159-6324
Prof. Dr. Kristaq Xharo
European University of Tirana, Department of Applied Social Science
ORCID: 0000-0002-6730-1241

Abstract
This study is situated within the fields of occupational health and public health, adopting an interdisciplinary perspective that integrates ergonomics, rehabilitation science, and human security. The main purpose of the study is to examine the effects of sedentary work on the musculoskeletal health of office employees, with particular attention to chronic neck pain as a key indicator of health risk and rehabilitation demand. The object of analysis consists of office workers exposed to prolonged sitting and suboptimal ergonomic conditions.
The methodological approach is descriptive and analytical, drawing on assessments of functional capacity, indicators of muscle fatigue, and evaluations of sedentary working environments. The findings are interpreted through a biopsychosocial framework, linking physical impairments to broader outcomes related to well-being, work ability, and human security. The specific objectives of the study are to identify the principal musculoskeletal risks associated with sedentary office work, to assess the impact of chronic neck pain on functional performance, and to highlight the need for structured rehabilitation strategies and preventive measures in the workplace.
The study argues that the integration of rehabilitation-oriented interventions and ergonomic principles into occupational health policies is essential for safeguarding individual well-being, maintaining work capacity, and strengthening human security in contemporary sedentary work settings.
Keywords: s*edentary work; chronic neck pain; musculoskeletal risk; occupational health; rehabilitation; human security*

1. INTRODUCTION

The contemporary world of work has experienced a fundamental transformation over recent decades, marked by a pronounced transition from physically intensive occupations to predominantly sedentary forms of employment. The expansion of office-based work, driven by digitalization, automation, and the widespread use of information and communication technologies, has reshaped labor patterns across both high-income and emerging economies. According to the International Labour Organization (ILO, 2023), more than 60% of the global workforce in urban areas is now engaged in jobs characterized by prolonged sitting and screen-based tasks. While these developments have contributed to increased productivity and operational efficiency, they have simultaneously generated new occupational health challenges that intersect with human security concerns, as reduced physical activity, static postures, and inadequate ergonomic conditions progressively undermine health security, work ability, and individual well-being.

Sedentary work has been consistently identified as a significant risk factor for musculoskeletal disorders (MSDs), which remain among the leading causes of work-related disability worldwide. The Global Burden of Disease Study reports that musculoskeletal conditions

account for approximately 149 million years lived with disability globally, with neck pain ranking among the top contributors (GBD 2019 Musculoskeletal Disorders Collaborators, 2020). Office workers exposed to prolonged sitting, repetitive movements, and sustained visual display terminal use are particularly vulnerable to the development of chronic neck pain. Epidemiological studies indicate that between 30% and 50% of office employees report neck pain annually, with a substantial proportion experiencing recurrent or persistent symptoms (Côté et al., 2019).

Chronic neck pain represents more than a localized musculoskeletal complaint. Defined as pain persisting for longer than three months, it is associated with reduced functional capacity, impaired concentration, and diminished work performance. Data from the European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA, 2022) suggest that musculoskeletal disorders are responsible for nearly 60% of all reported work-related health problems in the European Union, leading to increased absenteeism and presenteeism. These outcomes impose a considerable economic burden, with estimated costs related to lost productivity and healthcare expenditure amounting to up to 2% of GDP in several industrialized countries.

Traditionally, occupational musculoskeletal disorders linked to sedentary work have been addressed through biomedical and ergonomic approaches, emphasizing posture correction, workstation design, and physical load reduction. While such interventions are indispensable, they often focus on isolated risk factors and short-term symptom relief. This reductionist perspective may overlook the cumulative and long-term effects of chronic musculoskeletal conditions on psychosocial well-being, work ability, and participation in social and economic life. Growing evidence highlights that chronic pain conditions are influenced not only by physical exposure but also by organizational stressors, job demands, and individual coping mechanisms (Nicholas et al., 2021).

In this context, the concept of human security offers a broader and more integrative analytical framework. Introduced by the United Nations Development Program (UNDP, 1994), human security emphasizes a people-centered understanding of security, focusing on freedom from fear, freedom from want, and the preservation of human dignity. Health security constitutes a central pillar of this framework, acknowledging that both acute and chronic health threats can undermine individual autonomy, economic stability, and social inclusion. From this perspective, chronic neck pain associated with sedentary work is not merely a clinical issue but a condition with the potential to compromise long-term employability, income security, and overall quality of life.

Viewing chronic neck pain through a human security lens underscores its relevance beyond occupational health and rehabilitation settings. Persistent musculoskeletal pain may increase vulnerability to job insecurity, reduce resilience in the face of labor market changes, and exacerbate inequalities, particularly among workers with limited access to preventive healthcare and rehabilitation services. As such, sedentary work-related health risks should be understood as slow-onset threats that accumulate over time and require proactive, preventive responses.

The present study seeks to integrate occupational health, rehabilitation science, and human security by examining chronic neck pain as both a musculoskeletal risk and a broader human security concern among office workers exposed to prolonged sedentary conditions. The specific objectives are: (1) to identify the primary musculoskeletal risks associated with sedentary office work; (2) to assess the impact of chronic neck pain on functional performance and work ability; and (3) to emphasize the need for structured rehabilitation strategies and preventive interventions within occupational health policies. By adopting this interdisciplinary approach, the study argues that the integration of rehabilitation-oriented and ergonomically informed measures is essential for promoting sustainable work environments and strengthening human security in contemporary sedentary societies.

2. Material and Methods

2.1 Sedentary Work and Musculoskeletal Risk: A Conceptual Overview

Sedentary work refers to occupational activities dominated by prolonged sitting, minimal physical movement, and low energy expenditure during working hours. In contemporary office environments, sedentary tasks typically involve extended computer use, sustained visual focus on digital screens, and static positioning of the head, neck, and upper limbs. While sedentary behavior has traditionally been examined through the lens of cardiovascular and metabolic health, growing empirical evidence highlights its substantial implications for musculoskeletal well-being.

From a biomechanical standpoint, prolonged sitting generates continuous mechanical loading on the cervical and thoracic spine, particularly when associated with forward head posture and insufficient lumbar support. The average adult head weighs approximately 4.5–5.5 kg; however, when the head is flexed forward at a 30-degree angle, the effective load on the cervical spine can increase to over 18 kg (Hansraj, 2014). This sustained load demands constant low-level activation of cervical stabilizing muscles, which over time may lead to muscular fatigue, reduced microcirculation, and the accumulation of metabolic waste products. These physiological processes contribute to pain, stiffness, and diminished range of motion.

Epidemiological data confirms the scale of the problem. According to the Global Burden of Disease Study, neck pain ranks among the top five causes of years lived with disability worldwide, affecting more than 220 million people annually (GBD Collaborators, 2021). Office workers represent a particularly vulnerable group, with prevalence rates of neck and shoulder pain ranging from 30% to over 50% depending on occupation and region (Côté et al., 2008). In the European Union, musculoskeletal disorders account for approximately 60% of all work-related health complaints, with sedentary occupations being a major contributor (Eurofound, 2020).

Ergonomic conditions significantly influence musculoskeletal risk in sedentary work settings. Poor workstation designs such as improper monitor height, non-adjustable seating, and inadequate keyboard or mouse placement—can exacerbate postural strain and increase cervical and shoulder loading. Beyond physical design, organizational factors also play a critical role. High cognitive demands, time pressure, and limited opportunities for breaks tend to reinforce static working postures, thereby intensifying cumulative musculoskeletal stress (Oakman et al., 2018).

Chronic neck pain, commonly defined as pain persisting for more than three months, represents one of the most prevalent outcomes of prolonged sedentary exposure. Unlike acute musculoskeletal conditions, chronic neck pain is characterized by recurrent episodes and fluctuating intensity. Its etiology is multifactorial, involving biomechanical strain, psychosocial stressors, and individual vulnerability factors such as age, gender, physical conditioning, and prior injury history. Evidence suggests that women and older workers report higher prevalence and greater functional impact of neck pain in sedentary occupations (Hoy et al., 2014).

Importantly, the effects of sedentary work are cumulative rather than immediate. Prolonged exposure to relatively low-intensity stressors can gradually produce significant functional impairment and long-term rehabilitation needs. For this reason, understanding musculoskeletal risk associated with sedentary work requires a systems-based perspective that extends beyond isolated ergonomic corrections. Integrating work organization, health behavior modification, preventive rehabilitation, and occupational health policies is essential. Such an approach provides a conceptual foundation for linking musculoskeletal health not only to individual well-being, but also to broader human security outcomes related to productivity, employability, and quality of life.

2.2.Chronic Neck Pain: Functional and Psychosocial Implications

Chronic neck pain represents a multifaceted health condition whose consequences extend well beyond localized physical discomfort. Clinically, it is commonly defined as neck pain persisting for more than three months and is characterized by recurrent episodes and variable intensity. Functionally, chronic neck pain can compromise cervical mobility, impair upper limb coordination, and restrict the capacity to perform both occupational and everyday activities. Among sedentary workers, particularly those engaged in prolonged computer-based tasks, these limitations often manifest as reduced tolerance to sustained sitting, difficulty maintaining concentration, and diminished work efficiency.

Functional assessments frequently reveal deficits that are not always evident during routine clinical examinations. Research indicates that individuals with chronic neck pain often exhibit reduced endurance of cervical and scapular stabilizing muscles, altered neuromuscular control, and heightened sensitivity to mechanical loading (Falla et al., 2017). These impairments become particularly apparent during prolonged or repetitive tasks, which are typical of office-based work. As a consequence, affected workers may unconsciously adopt compensatory movement strategies or maladaptive postures, such as increased forward position or shoulder elevation. While initially intended to reduce discomfort, these compensations tend to increase biomechanical strain on surrounding structures, thereby reinforcing a cycle of pain and dysfunction.

Beyond functional limitations, chronic neck pain has pronounced psychosocial implications. Persistent pain has been strongly associated with elevated levels of psychological stress, irritability, anxiety, and sleep disturbances. Epidemiological data suggest that individuals with chronic musculoskeletal pain are up to two times more likely to report clinically significant sleep problems compared to pain-free populations (Finan et al., 2013). In occupational contexts, these psychosocial effects may translate into reduced job satisfaction, impaired interpersonal relations at work, and decreased overall productivity. Importantly, chronic neck pain contributes not only to absenteeism but also to presenteeism, a phenomenon in which individuals remain at work despite compromised physical and mental functioning. Presenteeism has been shown to account for a substantial proportion of productivity loss associated with musculoskeletal disorders (OECD, 2021).

The biopsychosocial model provides a comprehensive framework for understanding the complex interplay between physical impairment and psychosocial distress in chronic neck pain. According to this model, pain-related disability is shaped not solely by structural or tissue pathology but also by psychological factors such as pain catastrophizing, fear-avoidance beliefs, and perceived control over symptoms. In sedentary work environments, high cognitive demands, performance pressure, and limited autonomy may exacerbate these psychological stressors, intensifying pain perception and prolonging recovery (Linton & Shaw, 2011).

From a long-term perspective, chronic neck pain can significantly influence work ability and career trajectories. Recurrent symptoms may limit opportunities for professional advancement, increase the likelihood of job modification or change, and in some cases lead to premature exit from the workforce. Globally, neck pain is among the leading causes of years lived with disability, contributing substantially to healthcare utilization and indirect economic costs (GBD Collaborators, 2021).

Viewed through a human security lens, the functional and psychosocial consequences of chronic neck pain represent tangible threats to personal well-being, dignity, and economic stability. The inability to perform work tasks effectively undermines financial security, while persistent pain erodes quality of life and social participation. Addressing chronic neck pain therefore requires interventions that extend beyond symptom management, emphasizing functional restoration, psychosocial resilience, and sustainable work participation.

2.3.Methodological Approach

This study employs a descriptive and analytical methodological design to capture the multidimensional nature of musculoskeletal risk and rehabilitation needs among sedentary office workers. Rather than focusing on isolated clinical variables, the approach integrates functional performance, workplace environment, and individual experience, allowing for a holistic assessment of work-related neck pain within sedentary occupational contexts.

The object of analysis consists of office employees exposed to prolonged sedentary work, particularly individuals engaged in computer-based tasks characterized by limited postural variation and sustained cognitive and visual demands. This population was selected due to its documented susceptibility to cervical and upper-body musculoskeletal disorders (Côté et al., 2008). The study draws on multiple data sources to enhance analytical depth and validity, including functional capacity assessments, indicators of muscle fatigue, and ergonomic evaluations of workstation conditions.

Functional capacity assessments focus on cervical range of motion, endurance of cervical and scapular stabilizing muscles, and postural control during task-related activities. These measures provide insight into how chronic neck pain influences physical performance and tolerance to sustained occupational demands (Falla et al., 2017). Indicators of muscle fatigue—such as self-reported discomfort, perceived exertion, and observable postural adaptations—are incorporated to contextualize functional findings within real-world work routines rather than isolated clinical settings.

Environmental evaluations examine workstation layout, chair adjustability, monitor height and distance, keyboard and mouse positioning, and opportunities for movement or micro-breaks. These assessments aim to identify ergonomic and organizational risk factors associated with prolonged cervical loading and reduced postural variability (Eurofound, 2020). By correlating environmental characteristics with functional outcomes, the study highlights the interaction between individual capacity and workplace design in shaping musculoskeletal risk.

The analytical framework is informed by the biopsychosocial model and a human security perspective. Findings are interpreted not solely in terms of physical impairment, but also in relation to well-being, work ability, and long-term rehabilitation needs. This integrative methodological approach supports the identification of intervention priorities that extend beyond isolated ergonomic adjustments, emphasizing functional restoration, preventive strategies, and sustainable participation in work (Linton & Shaw, 2011).

3. Research Findings

The analysis demonstrates a clear and consistent association between prolonged sedentary work and the prevalence of chronic neck pain among office employees. Participants exposed to extended periods of uninterrupted sitting and sustained static head positioning reported significantly higher levels of cervical discomfort, reduced muscle endurance, and increased perceived fatigue. Epidemiological evidence supports these findings, indicating that between 30% and 50% of office workers experience neck pain annually, with sedentary exposure identified as a primary risk factor (Côté et al., 2008; Eurofound, 2020).

Functional assessments revealed that individuals with chronic neck pain exhibited diminished tolerance to sustained postures and a reduced capacity for postural adaptation during task performance. These limitations were particularly evident during activities requiring prolonged visual focus on computer screens, where forward head posture was frequently observed. Biomechanical research suggests that even moderate cervical flexion can substantially increase spinal loading, contributing to muscle fatigue and pain over time (Hansraj, 2014). Importantly, indicators of muscle fatigue in this study suggest that prolonged low-level muscle activation, rather than high-intensity loading, plays a central role in symptom development.

Ergonomic evaluations identified several recurrent risk factors across workstations, including inadequate lumbar and cervical chair support, improper monitor height, and limited opportunities for postural variation. Workstations lacking adjustability were consistently associated with higher discomfort scores and reduced functional performance. Consistent with previous findings, the absence of structured breaks and movement-promoting practices emerged as a significant contributor to sustained musculoskeletal strain (Oakman et al., 2018). Psychosocial analysis further indicated that workers experiencing chronic neck pain frequently reported elevated stress levels and reduced job satisfaction. These psychosocial factors appear to interact with physical symptoms, amplifying pain perception and functional limitation. Such interactions contribute to presenteeism and gradual erosion of work ability, a phenomenon shown to account for a substantial proportion of productivity loss related to musculoskeletal disorders (OECD, 2021).

From a rehabilitation perspective, the findings highlight the limitations of isolated, symptom-focused interventions. While passive treatments may provide short-term relief, sustainable improvement requires structured rehabilitation programs targeting muscle endurance, postural control, and movement variability. Preventive strategies, including ergonomic education and organizational support for active work practices, are equally critical for reducing long-term musculoskeletal risk.

3.1. Rehabilitation Needs and Preventive Strategies

Rehabilitation needs associated with chronic neck pain in sedentary work environments extend beyond conventional symptom-focused clinical care. Evidence increasingly suggests that effective rehabilitation requires an integrated, multidimensional approach that combines therapeutic exercise, ergonomic optimization, and behavioral modification. The primary objective is not solely pain reduction, but the restoration of functional capacity, work tolerance, and long-term resilience to occupational demands.

Therapeutic exercise represents a cornerstone of rehabilitation for chronic neck pain. Programs emphasizing cervical and scapular stabilization have demonstrated significant benefits in improving muscle endurance, neuromuscular control, and postural awareness (Falla et al., 2017). Meta-analytic evidence indicates that targeted exercise interventions can reduce neck pain intensity by up to 40% and improve functional outcomes in sedentary workers (Gross et al., 2015). Importantly, exercise protocols should be tailored to the specific biomechanical and temporal demands of office-based work and embedded within daily routines to ensure adherence and sustainability.

Ergonomic interventions remain a foundational element of both prevention and rehabilitation. Adjustable seating, appropriate lumbar and cervical support, and optimized monitor height and distance can significantly reduce mechanical strain on the cervical spine. However, research suggests that ergonomic adjustments alone yield limited long-term benefit if not combined with active strategies that promote movement and postural variability (Eurofound, 2020). Static "ideal posture" models are increasingly replaced by dynamic approaches that emphasize variability rather than rigidity.

Preventive strategies focusing on movement variability, micro-breaks, and active work practices are therefore essential. Studies show that short, frequent breaks involving light movement or postural change can reduce musculoskeletal discomfort by 20–30% and lower perceived fatigue during prolonged computer work (OECD, 2021). Organizational policies that encourage such practices—through task redesign, break scheduling, or sit–stand workstations—play a critical role in sustaining behavioral change.

From a human security perspective, rehabilitation-oriented occupational health strategies constitute an investment in individual well-being and societal resilience. By preserving functional capacity, employability, and productivity, such interventions protect economic

security and social participation. When addressed proactively, chronic neck pain becomes a manageable occupational risk rather than a persistent threat to quality of life and work ability.

3.2.Chronic Neck Pain and Human Security

Positioning chronic neck pain within the human security framework highlights its implications beyond individual health outcomes and situates it within broader concerns of well-being, dignity, and social stability. Health security, as a core pillar of human security, recognizes that chronic, non-communicable conditions can progressively erode autonomy, productivity, and quality of life. In sedentary occupational settings, musculoskeletal disorders function as slow-onset risks that accumulate gradually rather than through acute events.

Chronic neck pain undermines human security by restricting functional independence and increasing vulnerability to economic insecurity. Individuals affected by persistent cervical pain often experience reduced work capacity, limited career mobility, and a higher likelihood of presenteeism or early withdrawal from the labor market. Globally, musculoskeletal conditions account for a substantial share of work-related disability, with neck pain ranking among the leading causes of years lived with disability (GBD Collaborators, 2021). These impacts are particularly pronounced in labor markets characterized by high competition, informal employment, or limited access to comprehensive social protection mechanisms.

From a human security perspective, integrating rehabilitation principles and ergonomic prevention into occupational health policies reflects a shift from reactive to preventive governance. Rather than addressing disability only after functional decline has occurred, this approach prioritizes early intervention, capacity preservation, and resilience-building at the individual and organizational levels. Such integration aligns with the broader understanding of security as the protection of people and their ability to participate fully in social and economic life. Addressing chronic neck pain proactively therefore contributes not only to improved health outcomes, but also to enhanced economic stability, social inclusion, and human dignity.

4. Conclusion

This study has explored the interrelationship between sedentary work, musculoskeletal risk, and rehabilitation needs, with a specific focus on chronic neck pain viewed through a human security lens. The findings confirm that prolonged sedentary exposure, particularly under suboptimal ergonomic conditions, is strongly associated with functional impairment, reduced muscle endurance, and persistent cervical discomfort among office workers. Existing evidence indicates that musculoskeletal disorders account for approximately 60% of all work-related health complaints in Europe, with neck pain ranking among the leading contributors to long-term disability (Eurofound, 2020; GBD Collaborators, 2021).

Chronic neck pain emerges not only as a clinical condition, but also as a broader occupational and societal challenge with implications for well-being, work ability, and economic security. Persistent symptoms are associated with reduced productivity, increased presenteeism, and elevated healthcare utilization, reinforcing vulnerability in increasingly competitive and sedentary labor markets. These outcomes underscore the need to move beyond fragmented, symptom-oriented responses.

The study argues that effective management of chronic neck pain requires an integrated strategy combining rehabilitation-focused interventions, ergonomic optimization, and preventive organizational measures. Incorporating structured exercise, dynamic workstation design, and movement-promoting work practices into occupational health policies is essential for sustaining functional capacity over time. By adopting a human security perspective, occupational health frameworks can shift from reactive treatment toward proactive, people-centered prevention, strengthening individual resilience and safeguarding participation in social and economic life.

In this sense, addressing chronic neck pain becomes a strategic investment in both health security and sustainable work systems.

References:

Côté, P., van der Velde, G., Cassidy, J. D., Carroll, L. J., Hogg-Johnson, S., Holm, L. W., … Guzman, J. (2008). The burden and determinants of neck pain in workers. *European Spine Journal, 17*(Suppl. 1), 60–74. https://doi.org/10.1007/s00586-008-0628-0

Côté, P., Wong, J. J., Sutton, D., Shearer, H. M., Mior, S., Randhawa, K., … Yu, H. (2019). Management of neck pain and associated disorders: A clinical practice guideline. *European Spine Journal, 28*(1), 1–25. https://doi.org/10.1007/s00586-018-5721-1

Eurofound. (2020). *Work-related musculoskeletal disorders: Prevalence, costs and demographics in the EU*. Publications Office of the European Union.

European Agency for Safety and Health at Work. (2022). *Work-related musculoskeletal disorders: Prevalence, costs and prevention*. EU-OSHA.

Falla, D., Farina, D., & Graven-Nielsen, T. (2017). Experimental muscle pain results in reorganization of coordination among trapezius muscle subdivisions. *Experimental Brain Research, 235*(6), 1703–1714. https://doi.org/10.1007/s00221-017-4914-3

Finan, P. H., Goodin, B. R., & Smith, M. T. (2013). The association of sleep and pain: An update and a path forward. *The Journal of Pain, 14*(12), 1539–1552. https://doi.org/10.1016/j.jpain.2013.08.007

GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators. (2021). Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories. *The Lancet, 397*(10258), 1204–1222. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30925-9

GBD 2019 Musculoskeletal Disorders Collaborators. (2020). Global prevalence and years lived with disability for musculoskeletal disorders, 1990–2019. *The Lancet Rheumatology, 2*(7), e391–e402. https://doi.org/10.1016/S2665-9913(20)30164-5

Gross, A., Kay, T. M., Paquin, J. P., Blanchette, S., Lalonde, P., Christie, T., … Burnie, S. J. (2015). Exercises for mechanical neck disorders. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (1), CD004250. https://doi.org/10.1002/14651858.CD004250.pub5

Hansraj, K. K. (2014). Assessment of stresses in the cervical spine caused by posture and position of the head. *Surgical Technology International, 25*, 277–279.

Hoy, D., March, L., Woolf, A., Blyth, F., Brooks, P., Smith, E., … Buchbinder, R. (2014). The global burden of neck pain. *Annals of the Rheumatic Diseases, 73*(7), 1309–1315. https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2013-204431

International Labour Organization. (2023). *World employment and social outlook: Trends 2023*. ILO.

Linton, S. J., & Shaw, W. S. (2011). Impact of psychological factors in the experience of pain. *Physical Therapy, 91*(5), 700–711. https://doi.org/10.2522/ptj.20100330

Nicholas, M., Vlaeyen, J. W. S., Rief, W., Barke, A., Aziz, Q., Benoliel, R., … Treede, R. D. (2021). The IASP classification of chronic pain for ICD-11. *Pain, 162*(Suppl. 1), S5–S12. https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000002125

Oakman, J., Macdonald, W., Bartram, T., Keegel, T., & Kinsman, N. (2018). Workplace risk management practices to prevent musculoskeletal and mental health disorders. *Safety Science, 101*, 66–75. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.09.012

OECD. (2021). *Reducing the burden of musculoskeletal conditions*. OECD Publishing.

United Nations Development Programme. (1994). *Human development report 1994: New dimensions of human security*. UNDP.

MEMKAPASİTÖR TABANLI KAOTİK BİR DEVRENİN MODELLENMESİ VE ANALİZİ

Sevgi GÜRSUL KALAÇ
Inonu University, Faculty of Engineering, Dept. of Electrical-Electronics Engineering, 44280 Malatya
ORCID: 0000-0002-5013-1178
Serdar Ethem HAMAMCI
Inonu University, Faculty of Engineering, Dept. of Electrical-Electronics Engineering, 44280 Malatya
ORCID: 0000-0002-1868-6843
Zehra Gülru ÇAM TAŞKIRAN
Yildiz Technical University, Faculty of Electrical & Electronics, Departments of Electronics and Communication Engineering, 34220 İstanbul
ORCID: 0000-0002-7996-7948

ÖZET
Kaos devreleri zengin doğrusal olmayan dinamikleri, başlangıç koşullarına olan hassas bağlılıkları ve geniş bant spektral özellikleri nedeniyle literatürde önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir. Özellikle haberleşme güvenliği, rastgele sayı üretimi, kaotik sinyal tabanlı kontrol uygulamaları gibi birçok alanda kendine yer bulan kaotik devrelerin esneklik ve karmaşıklığı onları dinamik özellik olarak üstün kılmaktadır. Hafıza etkisine sahip devre elemanları olarak da adlandırılan mem-elemanların (memristör, memkapasitör, memindüktör) kaotik devrelerde kullanılması bu anlamda avantaj sağlamaktadır. Bir başka deyişle mem-elemanlar doğrusal olmayan özellikleri ve zamanla değişen davranışları sayesinde kaotik devrelerin esnekliğini ve fonksiyonelliğini geliştirmektedir. Bu çalışmada daha önceden tasarlanmış olan bir memkapasitör emülatörü Chua kaotik devresinde kullanılarak Chua benzeri yeni bir kaotik devre tasarlanmıştır. Önerilen kaotik devrenin matematiksel modeli diferansiyel denklemler aracılığıyla elde edilmiştir. Devresel modeli ise benzetim programı aracılığıyla oluşturulmuştur. Devrenin kaotiklik özelliklerini doğrulamak amacıyla zaman serileri, faz diyagramları, Lyapunov üstelleri ve Hızlı Fourier Dönüşümü (FFT) analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre sistem belli parametre aralıklarında başlangıç değerlerine hassas başarılı bir hiperkaotik davranış sergilemektedir. Ayrıca kaotik devrede kullanılan memkapasitör emülatöründeki durum değişkenleri kaotik devre dinamikleri üzerinde etkili rol oynamaktadır. Tasarlanan memkapasitör tabanlı kaotik devre, nonlineer devre teorisi kapsamında kaos üretimi açısından alternatif bir yapı sunmakta olup gelecekteki kaotik haberleşme ve güvenli sistem uygulamaları için bir potansiyel oluşturmaktadır.
Anahtar Kelimeler: kaotik sistem, Chua devresi, mem-eleman, memkapasitör.

MODELLING AND ANALYSIS OF A MEMCAPACITOR-BASED CHAOTIC CIRCUIT

ABSTRACT
Chaotic circuits have become an important research topic in the literature due to their rich nonlinear dynamics, sensitivity to initial conditions, and wideband spectral characteristics. The flexibility and complexity of chaotic circuits, which find applications in many areas such as communication security, random number generation, and chaotic signal-based control applications, make them superior in terms of dynamic properties. The use of mem-elements (memristors, memcapacitors, meminductors), also known as memory-effect circuit elements, in chaotic circuits provides advantages in this regard. In other words, mem-elements enhance the

flexibility and functionality of chaotic circuits through their nonlinear properties and time-varying behavior. In this study, a previously designed memcapacitor emulator is used in a Chua chaotic circuit to design a new Chua-like chaotic circuit. The mathematical model of the proposed chaotic circuit is obtained through differential equations. The circuit model is generated using a simulation program. Time series, phase diagrams, Lyapunov exponents, and Fast Fourier Transform (FFT) analyses are performed to verify the chaotic properties of the circuit. According to the results obtained, the system exhibits successful hyperchaotic behavior within certain parameter ranges, depending on the initial values. Furthermore, the state variables in the memcapacitor emulator used in the chaotic circuit play an effective role in the chaotic circuit dynamics. The designed memcapacitor based chaotic circuit offers an alternative structure in terms of chaos generation within the scope of nonlinear circuit theory and forms a potential basis for future chaotic communication and secure system applications.
Keywords: Chaotic system, Chua circuit, mem-element, memcapacitor.

1. INTRODUCTION

Memristive systems are nonlinear dynamic structures whose electrical quantity relationships depend on the past, thereby exhibiting a natural memory effect (Isah & Bilbault 2022). The electrical quantities in question are, respectively, current-voltage for memristors, charge-voltage for memcapacitors, and flux-current for meminductors. The natural memory effect causes the circuit behavior to be sensitive not only to the instantaneous stimulus but also to the previous states of the system. Therefore, unlike standard passive elements, memristive elements have a dynamic structure due to the effects of internal state variables. This process began with the introduction of memristors in 1971 and continued with the discovery of memcapacitors and meminductors (Chua 1971; Di Ventra et al. 2009; Biolek et al. 2010). Accordingly, it was found that the relationship between the integral of charge $\sigma(t)$ and magnetic flux $\varphi(t)$ represents the memcapacitor element (Biolek et al. 2009). Because the memcapacitor is a lossless and more energy efficient element compared to the memristor (Di Ventra & Pershin 2013; Wang & Wang 2022), there have been many studies in the literature covering its mathematical modelling and properties. These elements, which have interesting properties such as the ability to store information without the need for an external power source (Korkmaz et al. 2024a), have attracted considerable interest in the literature. Therefore, memcapacitive models and emulators have been designed to understand the effects of memcapacitors in electronic circuit applications (Yu et al. 2020; Sharma et al. 2020; Vista & Ranjan 2020). Some of these emulators have been developed by extending existing memristor architectures (Pershin & Di Ventra 2011; Wang et al. 2012; Yu et al. 2013). Others have been designed using CMOS technologies (Vista & Ranjan 2019; Korkmaz et al. 2024b) or ICs (Gursul Kalac et al. 2025; Petrović 2022) and utilize different active building blocks. Another factor distinguishing emulators is whether they are designed in floating or grounded mode. Floating memcapacitor emulators provide significant flexibility in terms of integration into different topologies, as they exhibit natural compatibility in application circuits, meaning they can represent two-terminal element behavior in a more general way. Grounded memcapacitor emulators offer practical advantages in terms of circuit simplicity and ease of measurement, although they are limited in terms of general connection flexibility. Depending on factors such as whether they contain a memristor, the degree of electronic adjustability, the complexity of the circuit architecture, and the presence or absence of experimental validation, the memcapacitor emulators proposed in the literature cover a wide range.

The nonlinear structure of mem-elements enables their use in chaotic circuits, which are an important topic in the field of nonlinear dynamics (Cam Taskiran et al. 2025). Due to the memory effect of memcapacitors, they can be used in chaotic circuits to generate rich chaotic diversity, as they introduce an additional state variable and strong nonlinearity into the system.

Therefore, there are many memcapacitor-based chaotic circuits in the literature (Romero et al. 2021). In this study, the effects of integrating our previously designed memcapacitor emulator into a Chua-like chaotic circuit on the circuit are investigated. The study continues as follows: The second section presents the circuit of the memcapacitor emulator and the general structure of the memcapacitor-based chaotic circuit, including its mathematical equations and chaotic attractors. The third section gives the results of the Lyapunov exponent analysis and FFT analysis of the chaotic circuit. The fourth section presents the conclusion.

2. MEMCAPACITOR-BASED HYPERCHAOTIC CIRCUIT

2.1. Memcapacitor emulator circuit

Memcapacitor emulators use active and passive circuit elements to mimic the charge-voltage behavior of memory-dependent memcapacitors, solving the problem of the lack of two-terminal memcapacitors on the market. Hysteresis in the memcapacitor is characterized by the charge-voltage relationship being dependent not only on the instantaneous voltage value but also on past excitation and internal state evolution, resulting in different charge values at the same voltage level under cyclic excitation and manifesting as a closed hysteresis loop (Raj et al. 2022). For a traditional capacitor, voltage depends on the charge according to $v = q/C$. In contrast, for a charge-controlled memcapacitor, the voltage can be expressed as $v = C_M^{-1}(\sigma)q$; here, $C_M^{-1}(\sigma)$ represents the inverse memcapacitance, which varies with the entire charge history. This dependency demonstrates that the memcapacitor retains the memory of past excitations and acts as a nonlinear energy storage element (Liu et al. 2022). The general equation for a charge-controlled memcapacitor is given below.

$$v(t) = \big(\alpha \pm \beta\sigma(t)\big)q(t). \tag{1}$$

where α and β represent the initial and variable components of the memcapacitance corresponding to the charge flow, respectively (Korkmaz et al. 2024a). Equation 1 states that the voltage in the memcapacitor is proportional to the charge, but this proportionality coefficient is not constant and is determined by the internal state variable $\sigma(t)$, which represents the memory effect. Therefore, as $\sigma(t)$ changes depending on past excitation, the $q - v$ relationship also changes over time; this is the fundamental source of the hysteresis and variable dynamic behavior of the memcapacitor. A Current Differential Buffered Amplifier (CDBA)-based memcapacitor emulator, which has the fundamental characteristics of a memcapacitor, namely frequency-dependent narrowing $q - v$ hysteresis and nonvolatility, and which satisfies the mathematical properties in (1) above, was designed in our previous work (Gursul Kalac et al., 2025). The schematic of this floating-mode memcapacitor, which has electronic adjustability, is shown in Fig. 1, and its mathematical equation is given in (2):

$$C_M^{-1} = \frac{v_{in}(t)}{q(t)} = \frac{1}{C_x} \mp \frac{R_b}{20R_aR_sC_sC_x^2}\sigma(t). \tag{2}$$

This expression consists of constant and variable terms, just like in Equation 1. The variable

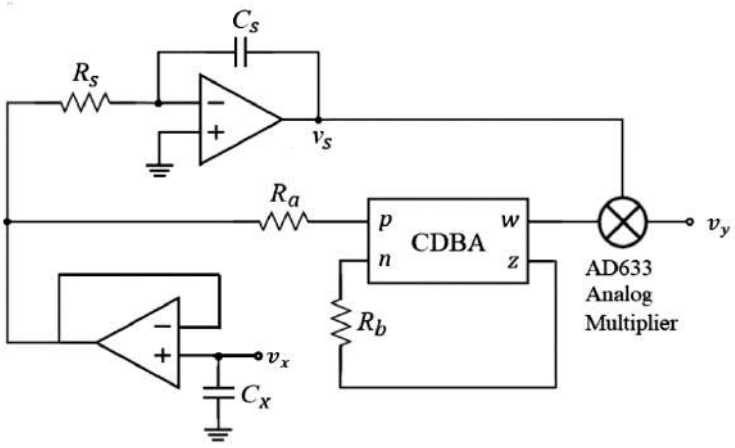


Fig. 1. Memcapacitor emulator circuit.

term depends on the accumulated charge σ. Depending on the sign of the variable component, i.e., the output polarity of the analog multiplier, the emulator behaves like an incremental or decremental memcapacitor; this provides the advantage of achieving both types of memcapacitive behavior within the same circuit structure without requiring any hardware changes. The values of the passive components are, respectively, $C\,x$ =100 nF, $C\,s$ =220 nF, $R\,a$ =60 kΩ, $R\,b$ =80 kΩ, $R\,s$ =1 kΩ. The hysteresis graph and nonvolatility analysis mentioned above are shown in Fig. 2. The nonvolatility feature means that the charge remains constant when the excitation is removed and the charge change continues from its previous state when the voltage is reapplied, confirming the device's memory-dependent behavior.

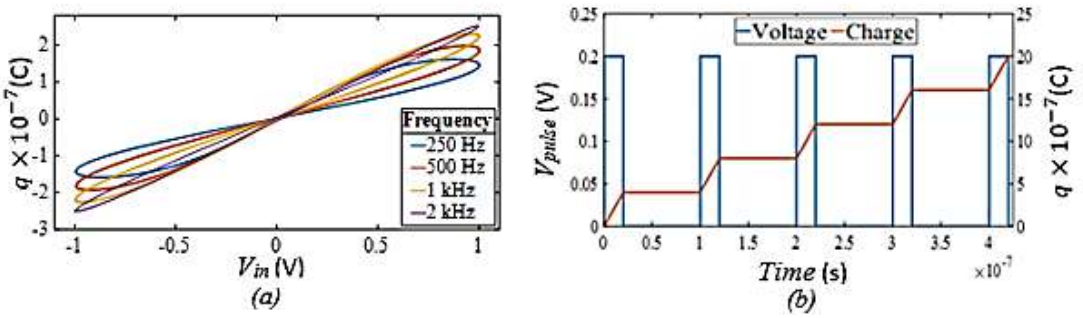


Fig. 2. Memcapacitor emulator circuit: *(a) q-v* characteristics at different operating frequencies, *(b)* V_{pulse}-q values obtained for non-volatility test.

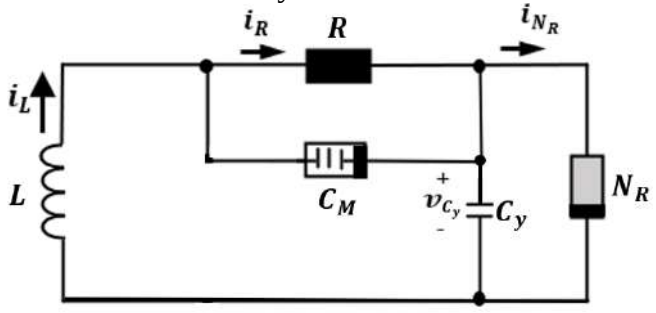


Fig. 3. Hyperchaotic circuit based on the memcapacitor.

2.2. Hyperchaotic circuit model and fundamental dynamical behaviors

The internal state variable of the memcapacitor, originating from its memory effect, together with the element's inherent nonlinear character, provides additional degrees of freedom to chaotic systems and enables richer chaotic behavior to be observed in the literature. Therefore,

the use of memcapacitors in chaotic circuits can be seen as an advantage. In this section, a modified chaotic circuit was designed using a memcapacitor emulator connected in parallel with the resistor (R) in the Chua chaotic circuit, as shown in Fig. 3. In the circuit, the v_x input terminal of the memcapacitor emulator is located at the same node as the inductor (L). The v_y output terminal is located at the node containing the capacitor (C_y) and nonlinear resistor (N_R). With the addition of the memcapacitor emulator in the circuit, the number of state variables increases from three to four. The mathematical model of the circuit is derived, and the resulting set of differential equations are given in (3). According to (3), G_A and G_B are the slopes in the current-voltage characteristic of the nonlinear element, and the voltage E represents the boundary between these two slopes (Chua et al. 1993). In the equations, G represents $1/R$, while R_0 denotes the internal resistance of the inductor element. The k value is the output scaling factor of the AD633 analog multiplier. The R_4 resistor represents a resistance connected to the output end to measure the current of the memcapacitor.

$$\dot{I_L} = -\frac{1}{L}(V_{C_y} + I_L R_0 + V_{C_x} - V_{C_y}) \tag{3a}$$

$$\dot{V_{C_y}} = \frac{1}{C_y}(-G_B V_{C_y} - 0.5(G_A - G_B)\left[\left|V_{C_y} + E\right| - \left|V_{C_y} - E\right|\right] + G\left(V_{C_x} - V_{C_y}\right) - k\frac{V_{C_x} V_{C_s} R_b}{2R_a R_4}) \tag{3b}$$

$$\dot{V_{C_x}} = \frac{1}{C_x}(I_L - G\left(V_{C_x} - V_{C_y}\right)) \tag{3c}$$

$$\dot{V_{C_s}} = -\frac{V_{C_x}}{C_s R_s} \tag{3d}$$

Attractor diagrams showing that the system, whose circuit diagram and set of equations are given above, generates chaos under certain parameters and initial values are provided. The values of the elements used are C_y=1 nF, C_x=100 nF, C_s=220 nF, L =1.48 mH, R_0=1.25 Ω, R_a =60 kΩ, R_b= 80kΩ, R_4==10 kΩ, G =0.000476 s (R =2100 Ω), G_A=−0.000757 s, G_B=−0.000309 s, E =1, k =0.1. The initial condition is set to $(0.001, 0.5, 0.5, 0.15)$. Under the selected parameter values of the used memcapacitor and other circuit elements, chaotic behavior was successfully obtained in the circuit. With the addition of the memcapacitor to the chaotic circuit, the time series and attractor diagrams of the four state variables are shown in Figures 4 and 5, respectively. The double-attractor chaotic circuit structure is evident from the figures, and the subsequent Lyapunov exponent analysis confirms that the circuit is hyperchaotic. Furthermore, the phase portraits reveal that the system exhibits highly complex, nonlinear, and non-periodic behavior, which is indicative of hyperchaos.

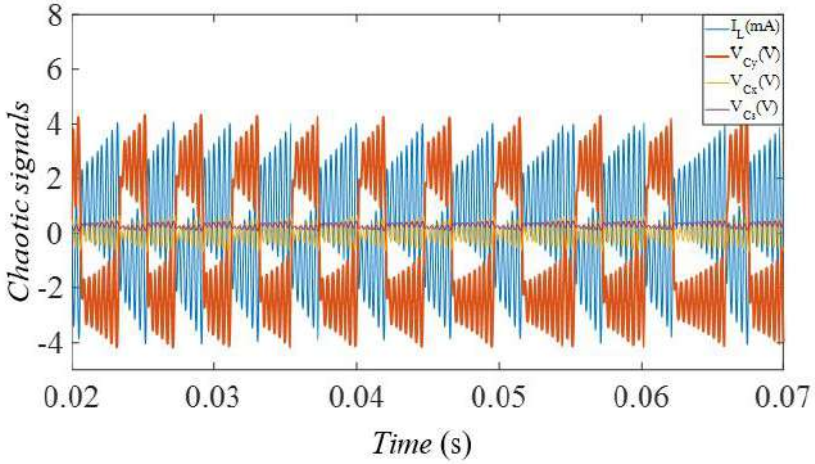


Fig. 4. Chaotic time series of the system.

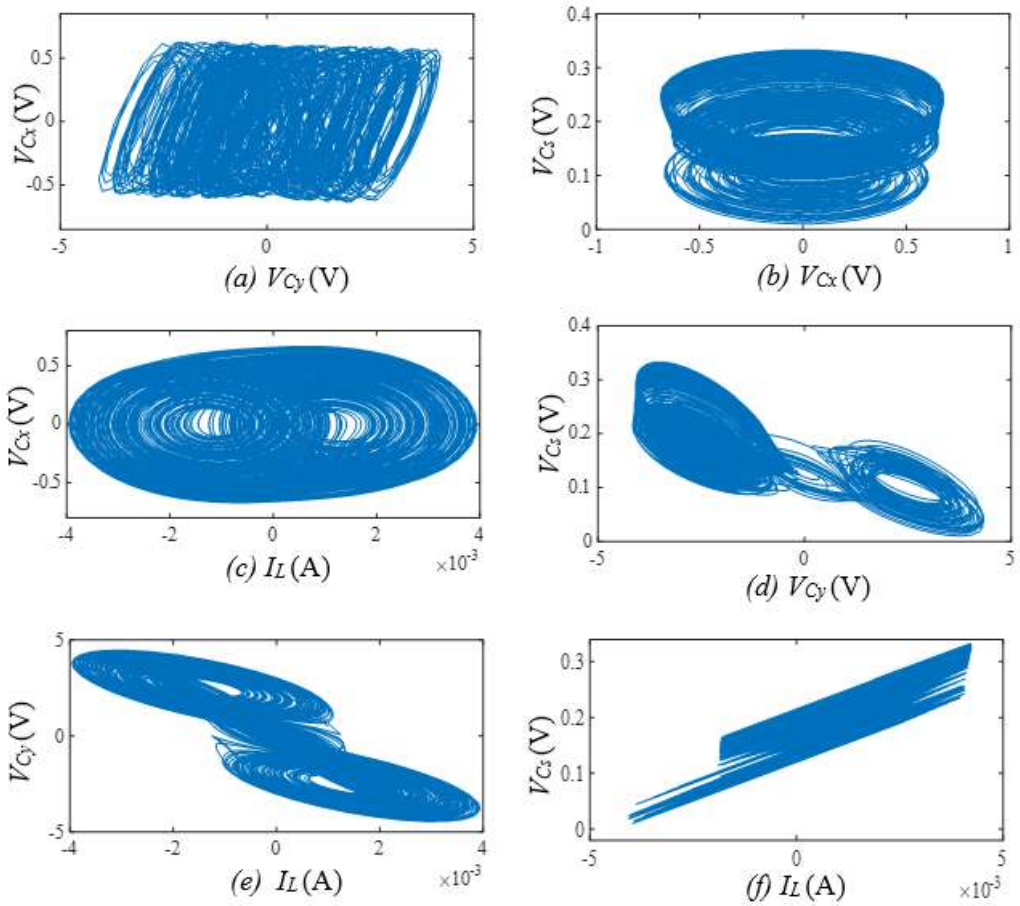


Fig. 5. Chaotic attractors of the system

3. NONLINEAR DYNAMIC ANALYSIS OF THE HYPERCHAOTIC CIRCUIT

3.1. Lyapunov exponent analysis

Lyapunov exponent analysis is a method that quantitatively defines the exponential divergence rates over time of orbits with initial conditions that are very close to each other in state space (Rosenstein et al. 1993). The largest Lyapunov exponent, in particular, is used as a fundamental criterion in determining the predictability time scale of the system and in quantitatively evaluating deterministic irregularity. For this reason, Lyapunov exponent analysis is performed to demonstrate the chaotic behavior of the memcapacitor-based circuit. The calculated Lyapunov exponents are $0.558175,\ 0.312882, -0.384542, -28.087720,$ as shown in Fig. 6.

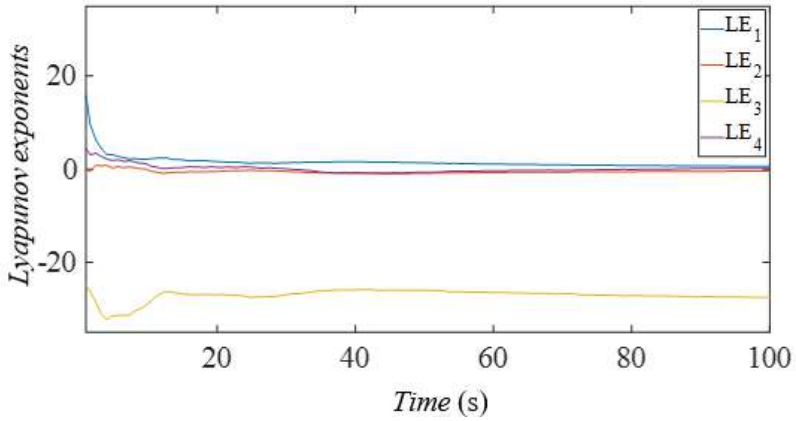


Fig. 6. Lyapunov exponents of the system.

The positivity of the largest Lyapunov exponent and the sum of the Lyapunov exponents being less than zero indicate that the circuit is chaotic. Additionally, the presence of two positive Lyapunov exponents proves that the system is hyperchaotic. Hyperchaotic circuits exhibit higher-dimensional and more complex dynamics in phase space. This feature increases the signal complexity and unpredictability, providing higher performance and robustness advantages compared to standard chaos, particularly in secure communication and randomness-based applications. The Lyapunov dimension approximates the fractal geometry of the chaotic attractor based on the Lyapunov exponent spectrum, allowing the effective dimension of the attractor in phase space and the level of dynamic complexity to be summarized in a single scalar measure (Kaplan & Yorke, 1979). According to the Kaplan-Yorke method, which is one of the methods used to calculate the Lyapunov dimension, it is calculated as follows:

$$D_{LE} = j + \frac{\sum_i^j L_i}{|L_i+1|} = 3.0173 \quad (4)$$

3.2 Frequency-domain analysis using FFT

FFT analysis in chaotic circuits helps distinguish between periodic, quasi-periodic, and chaotic regimes by revealing the power spectrum/spectral content of the obtained time series, and verifies chaotic behavior in the frequency domain. In other words, FFT analysis, one of the most commonly used numerical analysis methods for characterizing the chaotic systems,

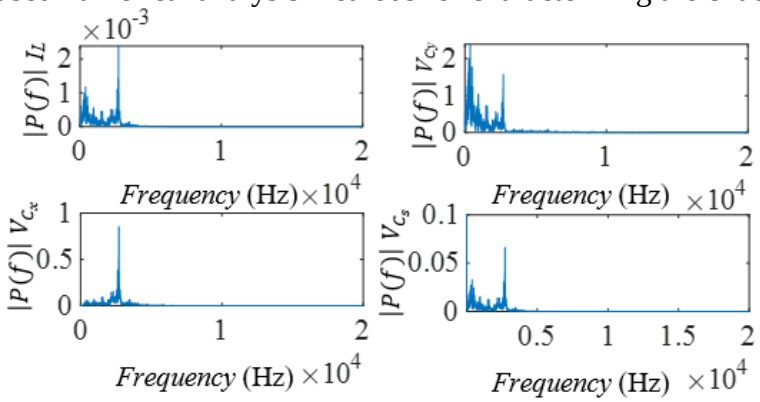


Fig. 7. FFT analysis of the system

is applied to examine the frequency components of signals (Strogatz, 2015). The frequency-dependent FFT amplitude spectra of the four state variables of a memcapacitor-based chaotic circuit are shown in Fig. 7. As seen in the figures, energy is distributed over a wide frequency range in all spectra, and a limited number of harmonic components concentrated around a specific fundamental frequency are not detected. This spectral distribution indicates that the system produces broadband oscillations that cannot be reduced to a periodic structure and thus supports the conclusion that it exhibits behavior consistent with chaotic dynamics. Thus, it is understood that the chaos observations obtained in the time domain are also confirmed by the frequency domain analysis.

CONCLUSIONS

The development of new sets of nonlinear equations is valuable for electronics applications such as image encryption and secure communications. The use of memristive elements with inherent nonlinearity is becoming increasingly common in the design of these circuits. In this study, a four-dimensional memcapacitive chaotic system is introduced. By modifying the Chua circuit, we derived the set of differential equations and obtained the corresponding chaotic attractor plots. Furthermore, dynamic analyses such as Lyapunov exponent and FFT analyses were also successfully performed. In conclusion, these new hyperchaotic systems, which are highly sensitive to initial conditions, have considerable potential for various practical applications.

REFERENCES

Biolek, D., Biolek, Z. & Biolkova, V. SPICE Modeling of Memristive, Memcapacitative and Meminductive Systems. (2009). *In Proceedings of the European Conference on Circuit Theory and Design (ECCTD),* (pp. 249–252).

Biolek, D., Biolkova, V., & Kolka, Z. (2010). Mutators simulating memcapacitors and meminductors. *In Proceedings of the 2010 IEEE Asia Pacific Conference on Circuit and System (APCCAS)*. (pp. 800–803).

Cam Taskiran Z. G., Sagbas M., Ayten U. E. & Minaei S. (2025) A novel 4D Lorenz-like chaotic system and oscillator circuit with a simple diode-based memristor emulator. *Phys. Scr. 100*, 075221.

Chua, L.O. (1971). Memristor—The missing circuit element. *IEEE Transactions on Circuit Theory*, *18*(5), 507–519.

Chua, L.O., Chai W.W., Huang A. & Zhong G-Q. (1993). A Universal Circuit For Studying and Generating Chaos -Part-I: Routes to Chaos. *IEEE Transactions Circuit and Systems-I: Fundamental theory and Applications,40*(10), 732-744.

Di Ventra, M. & Pershin, Y.V. (2013). The Parallel Approach. *Nat. Phys*, *9*, 200–202.

Di Ventra, M., Pershin, Y. V., & Chua, L. O. (2009). Circuit elements with memory: Memristors, memcapacitors, and meminductors. *Proceedings of the IEEE*, *97*(10), 1717–1724

Gursul Kalac S., Cam Taskiran Z.G. & Hamamci S. E. (2025) An electronically adjustable floating memcapacitor emulator circuit using CDBA. *Appl. Sci. 15*, 7506.

Isah, A. & Bilbauth J.M. (2022). Review on the Basic Circuit Elements and Memristor Interpretation: Analysis, Technology and Applications. *Journal of Low Power Electronics and Application, 12* (44).

Kaplan, J. L., & Yorke, J. A. (1979). *Chaotic behavior of multidimensional difference equations*. In H.–O. Peitgen & H.–O. Walther (Eds.), *Functional Differential Equations and Approximation of Fixed Points* (pp. 228–237). Springer-Verlag.

Korkmaz M. O., Babacan Y. & Yesil A. (2024b). Mutator circuit for memcapacitor emulator using operational transconductance amplifiers. *Elektron. Ir Elektrotechnika, 30*, 38402.

Korkmaz, M.O., Babacan, Y.& Yesil, Y. A. (2024a). New Floating Memcapacitor Emulator Circuit without Using Passive Elements. *Int. J. Circuit Theory Appl*., *52*, 3650–3663.

Liu, X., Mou, J., Wang, J., Banerjee, S.& Li, P. (2022). Dynamical Analysis of a Novel Fractional-Order Chaotic System Based on Memcapacitor and Meminductor. *Fractal Fract*., *6,* 671.

Pershin Y. V. & Di Ventra M., (2011). Emulation of floating memcapacitors and meminductors using current conveyors. *Electron. Lett., 47*,243–244.

Petrović P. B. (2022). Electronically adjustable grounded memcapacitor emulator based on single active component with variable switching mechanism. *Electronics, 11*, 161.

Raj N., Ranjan R. K. & James A. (2022). Chua's oscillator with OTA based memcapacitor emulator. *IEEE Trans. Nanotechnol. 21***,** 213–218.

Romero, F. J., Ohata, A., Toral-Lopez, A., Godoy, A., Morales, D. P., & Rodriguez, N. (2021). Memcapacitor and Meminductor Circuit Emulators: A Review. *Electronics*, *10*(11), 1225.

Rosenstein M.T., Collins J.J. & De Luca C.J. (1993) A practical method for calculating largest Lyapunov exponents from small data sets. *Physica D., 65*, 117-134.

Sharma, P.K., Ranjan, R.K., Khateb, F. & Kumngern, M. (2020). Charge Controlled MEM-Element Emulator and Its Application in a Chaotic System. *IEEE Access*, *8*, 171397–171407.

Strogatz S. H. (2015). Nonlinear Dynamics and Chaos: With Applications to Physics, Biology, Chemistry, and Engineering.

Vista J. & Ranjan A. (2019). Design of memcapacitor emulator using DVCCTA. *J. Phys. Conf. Ser,. 1172*, 012104.

Vista, J. & Ranjan, A. (2020). Simple Charge Controlled Floating Memcapacitor Emulator Using DXCCDITA. *Analog Integr. Circuits Signal Process*, *104*, 37–46.
Wang X. Y., Fitch, A. L., Iu, H. H. C. & Qi W. G. (2012). Design of a memcapacitor emulator based on a memristor. *Phys. Lett. A*, *376*, 394–399.
Wang, F. & Wang, F. (2022). Floating Memcapacitor Based on Knowm Memristor and Its Dynamic Behaviors. *IEEE Trans. Circuits Syst. II Express Briefs*, *69*, 5134–5138.
Yu, D. S., Lian Y., Chen H. & Iu H. H. C. (2013). Design of a practical memcapacitor emulator without grounded restriction. *IEEE Trans. Circuits Syst. II*, *60*, 207–211.
Yu, D., Zhao, X., Sun, T., Iu, H.H.C. & Fernando, T. A. (2020). Simple Floating Mutator for Emulating Memristor, Memcapacitor, and Meminductor. *IEEE Trans. Circuits Syst. II Express Briefs*, *67*, 1334–1338.

YAPISINDA 1,2,3-TRİAZOL ALKOL İÇEREN BİLEŞİKLERİN YAPISAL KARAKTERİZASYONU DNA BAĞLANMA VE MOLEKÜLER YERLEŞTİRME ÇALIŞMALARI

Doç. Dr. Seyit Ali GÜNGÖR
Kahramanmaras Sutcu Imam University Faculty of Science, Chemistry Department, Kahramanmaras, 46050, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-3233-4529

Dr. Ögr. Üyesi Özge GÜNGÖR
Kahramanmaras Sutcu Imam University Faculty of Science, Chemistry Department, Kahramanmaras, 46050, Türkiye
ORCID ID: 0000-0003-3529-2704

ÖZET
Bu çalışmada, bir dizi 1,2,3-triazol-alkol bileşiklerinin sentezi ve DNA bağlanma özellikleri rapor edilmektedir. 1,2,3-triazol-alkol bileşikleri (2a ve 2b), Cu(I) katalizli klik reaksiyonları ile hazırlanmıştır. Bileşiklerin yapıları FTIR ve $^{1}H/^{13}C$ NMR ile karakterize edilmiştir. Bileşiklerin DNA bağlanma özellikleri, in vitro spektrofotometrik ve moleküler yerleştirme çalışmaları yoluyla değerlendirilmiştir. 2a-2b bileşikleri ile dsDNA arasında bir kompleks oluşumunu doğrulamaktadır. Ölçülen bağlanma sabiti, bileşiklerin DNA'ya oluk bağlanması yoluyla bağlandığını göstermektedir. Bu sonuçları doğrulamak için, bir boya (etidyum bromür ve hoechstic) yer değiştirme testi kullanılmıştır. Kenetlenme çalışmaları, bileşiklerin dsDNA'nın küçük oluğuna bağlandığını göstererek sonuçları daha da doğrulamaktadır. Bileşiklerin DNA ile bağlanma etkileşimleri, moleküler kenetleme çalışmalarıyla da incelenmiştir.
Anahtar kelimeler: 1,2,3-Triazol, DNA, EB/Hoechst, Moleküler Yerleştirme

STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF COMPOUNDS CONTAINING 1,2,3-TRIAZOLE ALCOHOLS DNA BINDING AND MOLECULAR DOCKING STUDIES

ABSTRACT
This study reports the synthesis and DNA-binding properties of a series of 1,2,3-triazole-alcohol compounds. 1,2,3-triazole-alcohol compounds (2a and 2b) were prepared via Cu(I)-catalyzed click reactions. The structures of the compounds were characterized by FTIR and 1H/13C NMR. The DNA-binding properties of the compounds were evaluated through in vitro spectrophotometric and molecular docking studies. The formation of a complex between compounds 2a-2b and dsDNA is confirmed. The measured binding constant indicates that the compounds bind to DNA via groove binding. To confirm these results, a dye (ethidium bromide and Hoechstic) displacement test was used. Docking studies further confirm the results, showing that the compounds bind to the minor groove of dsDNA. The binding interactions of the compounds with DNA were also investigated through molecular docking studies.
Keywords: 1,2,3-triazole, DNA, EB/Hoechst, Molecular Docking

1. INTRODUCTION
1,2,3-Triazoles are an important class of biologically active structural motifs, consisting of five-membered heteroaromatic rings (Othman et al., 2025). Thanks to their aromatic stability, resistance to acid-base hydrolysis, high dipole moments, and strong hydrogen bonding capacity, they exhibit broad chemical stability and interaction profiles. These properties make triazoles valuable precursors in the synthesis of pharmaceutical compounds, as well as valuable

functional components in inorganic and synthetic chemistry (Guo et al., 2021). Furthermore, 1,2,3-triazoles exhibit various biological effects, including antibacterial, antitubercular, anti-inflammatory, antifungal, antiallergic, and anticancer activities (Martis et al., 2026). They can also enhance solubility and metabolic stability by binding effectively to biological targets such as DNA through hydrogen bonds and other weak interactions. The ability of compounds to bind to DNA enhances their biological activity and therapeutic potential (Pon Matheswari et al., 2024). Interacting with DNA offers advantages such as the ability to control cell proliferation, provide targeted effects, and increase the stability and bioavailability of compounds. Therefore, DNA binding is a critical property, particularly in the design of anticancer and antimicrobial drugs (Dasmahapatra et al., 2024). In this study, the structure of 1,2,3-triazole compounds containing methyl and methoxy groups in intermediate positions was characterised. DNA binding and docking studies were conducted, and displacement experiments with EB and Hoechst DNA dyes were performed to determine the compound's binding mode to DNA. Molecular docking studies were conducted to determine the exact binding mode.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1 Click Reaction Synthesis of Compounds 2a and 2b

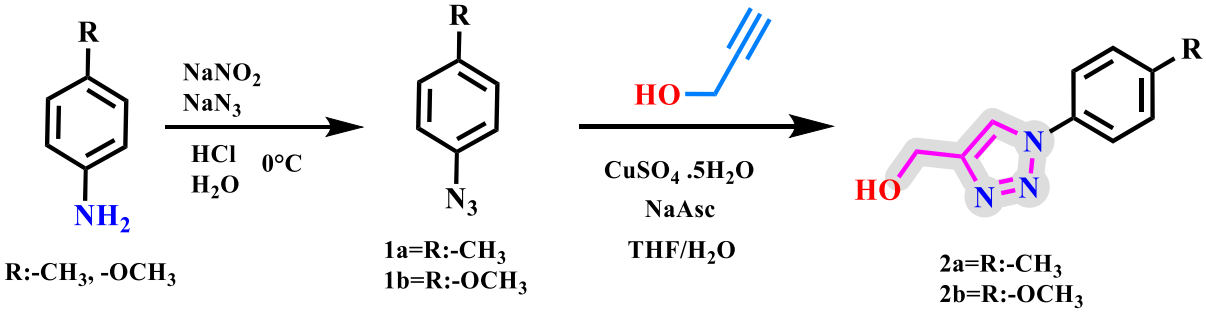


Figure 2.1 Synthesis pathway of 1,2,3-triazole alcohol compounds

We synthesized azide compounds and 1,2,3-triazole alcohol compounds in our previous study (Erdoğan et al., 2025). A mixture of propargyl alcohol (17 mmol) dissolved in 40 mL of THF/H_2O (3:1) was mixed with $CuSO_4.5H_2O$ (3.5 mmol) and sodium ascorbate (7 mmol), and the reaction mixture was stirred for 5 minutes. Then, the relevant azide compounds (2a-b) (1.5 mmol) were added to the mixture and left to stir at room temperature for 12 hours. The progress of the reaction was monitored by TLC. After the reaction was complete, the THF in the flask was removed using a rotary evaporator, and the aqueous mixture was extracted with ethyl acetate. The organic phase was dried via Na_2SO_4, filtered, and the solvent was removed to obtain the solid compounds.

(1-(p-tolyl)-1*H*-1,2,3-triazol-4-yl)methanol (2a): Yield: 77%. Colour: brown. FTIR: 3212, 3115, 2923, 1591, 1547, 1243, 1042, 1011, 821. ^{1}H-NMR ($CDCl_3$, δ) 7.98 (s, 1H), 7.60 (d, 2H), 7.32 (d, 2H), 4.90 (s, 2H), 2.98 (s, 1H), 2.43 (s, 3H). ^{13}C NMR ($CDCl_3$, δ) 148.45, 138.93, 134.64, 130.23, 120.44, 56.13, 21.10.

(1-(4-methoxyphenyl)-1*H*-1,2,3-triazol-4-yl)methanol (2b): Yield: 75%, Colour: Brown. FTIR: 3177, 3109, 3071, 2928, 1610, 1591, 1550, 1519, 1262, 1017, 837. ^{1}H-NMR ($CDCl_3$, δ) 7.93 (s, 1H), 7.62 (dd, J = 8.9, 1.9 Hz, 2H), 7.03 (dd, 2H), 4.89 (d, 2H), 3.88 (d, 3H), 2.51 (s, 1H). ^{13}C NMR ($CDCl_3$, δ) 159.86, 130.41, 122.24, 120.34, 114.79, 56.41, 55.64.

2.2 Biological Activities

2.2.1 UV-Vis absorbance titrations

Stock solutions of synthesized 1,2,3-triazole alcohol compounds were prepared. To determine their interactions with FSds-DNA by electronic absorption method, increasing concentrations of FSds-DNA solution were added to the solution of the compounds. The spectra of the compound + FSds-DNA solutions prepared by adding FSds-DNA solution to the solution of the compounds were taken in the wavelength range of 200-400 nm. The concentrations of the synthesized compounds in DMSO: Water (1:9) were determined by calculating the

molecular formulas of each ligand. The titration of the compounds was carried out using a fixed concentration of different DNA concentrations. λ_{max} was noted. DNA binding coefficients (Kb) were solved by the Benssi-Hilderbrand equation (Eq. 1) as by Wolfe et al. Equivalent. 1 is as follows:

$$[DNA]/(ea–ef) = [DNA]/(eb–ef) + 1/Kb(eb–ef)$$

2.2.2 Competitive binding studies

The concentrations of the 50 μM dsDNA solution and the 5 μM EtBr solution were kept at the same level for all the fluorescence experiments. Various concentrations of the respective dsDNA preparation ([compound] / [dsDNA] = 0-100) were combined with the compound solution at ambient temperature. Finally, the volume of the resulting mixtures was adjusted to 5 ml. This was done using Tris-HCl buffer solution. Researchers also performed the same studies using Hoechst 33258, a dye that stains DNA and produces bright blue fluorescence. We researched the Hoechst-33258 compound. The excitation is at 343 nm and the emission is at 475 nm, with emission wavelengths ranging from 375 to 650 nm. High fluorescence levels were observed when the dye ethidium bromide (EtBr) bound to the DNA. Excitation at 530 nm produced an emission spectrum ranging from 550 to 730 nm, with emission recorded at 605 nm. The specific characteristics were determined by exploiting the decreasing emission intensity of the dye-DNA solution with the addition of increasing amounts of the drug. The Stern–Volmer constant (Ksv) was calculated using the following equation to indicate the fluorescence quenching capacity of the drugs (Al Faysal et al., 2025).

2.3 Molecular docking study

The binding modes and interactions of 1,2,3-triazole alcohol compounds tested using the in vitro method were investigated through molecular docking studies with the open-source AutoDock Vina (version 1.1.2, MGL tools 1.5.6). The optimized structures were subsequently saved as PDB files (Chen et al., 2014). Crystal structures of DNA (PDB: 1BNA) enzymes were retrieved from the RCSB Protein Data Bank. Before docking calculations, all water molecules, ligands, and ions were removed from the protein structures. Kollman charges were added to the polar hydrogens of the proteins, and Gasteiger charges were applied to the ligands (Aispuro-Pérez et al., 2020). Docking calculations were performed using the Lamarckian Genetic Algorithm to explore the conformational space of the ligands (Morris et al., 1998). The selected DNA model was retained in a box with protein numbers of × (14.78), y (20.97) and z (9.42) and center grid boxes of 29.25, 29.25, and 47.25 (grid = 1.00°A), respectively. The docking results were then analyzed through clustering based on a root mean square (RMS) tolerance of 0.5 Å. Molecular docking results of the stable conformations of the most active compounds were visualized using Discovery Studio 2021 (Visualizer, 2021) and PyMOL (Lill & Danielson, 2011) software.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Evaluation of FTIR Spectra of 1,2,3-Triazole Alcohol Compounds

Examination of the FTIR spectra revealed the disappearance of the distinctive strong vibrational bands associated with the azide group at around 2100 cm^{-1}, indicating the formation of compounds 2a and 2b. The FTIR spectra are shown in Figures 3.1 and 3.2.

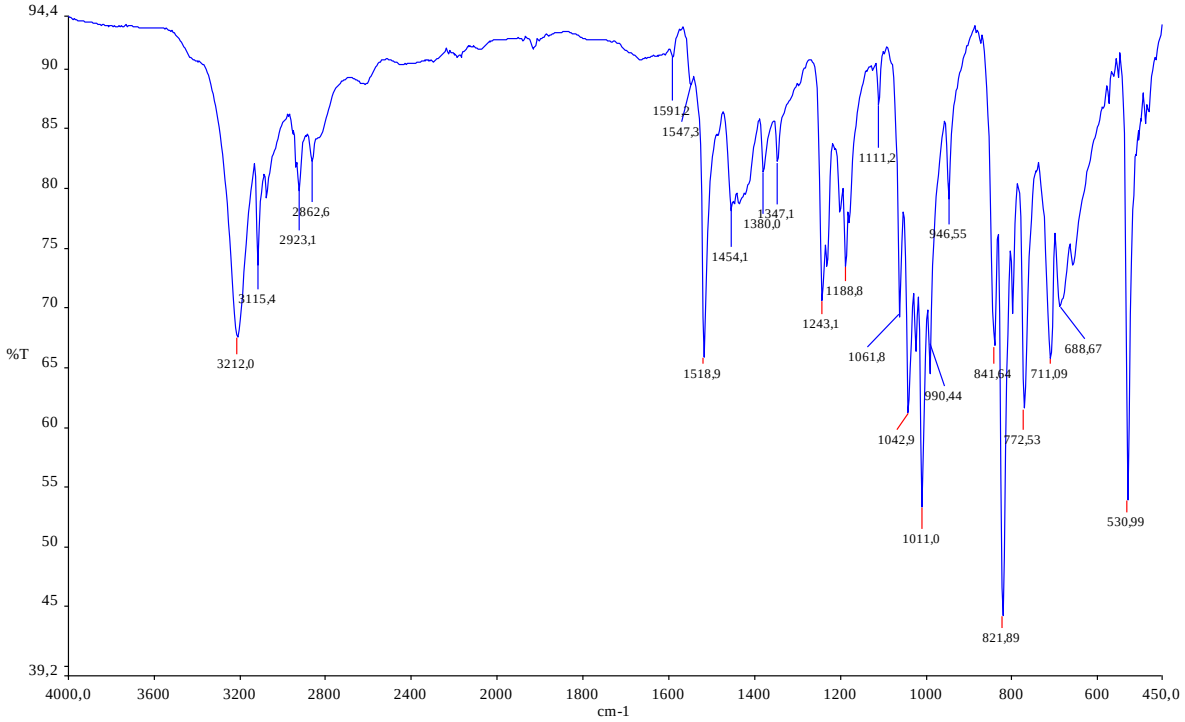


Figure 3.1 FTIR spectrum of compound 2a

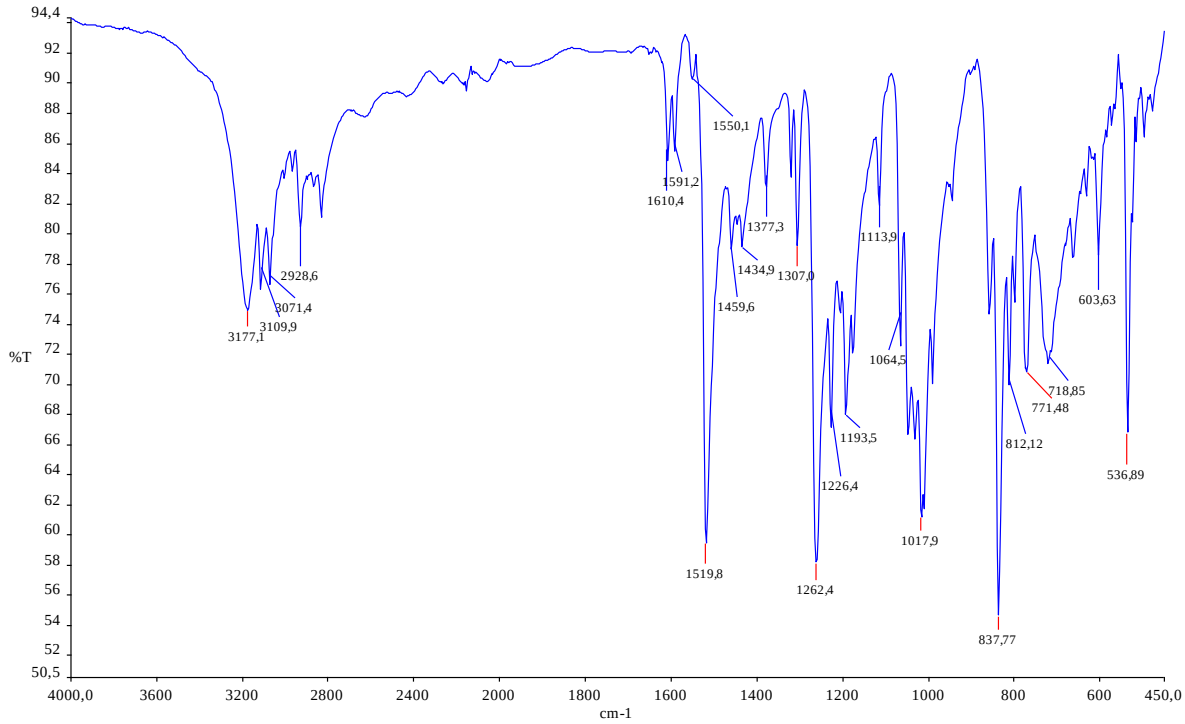
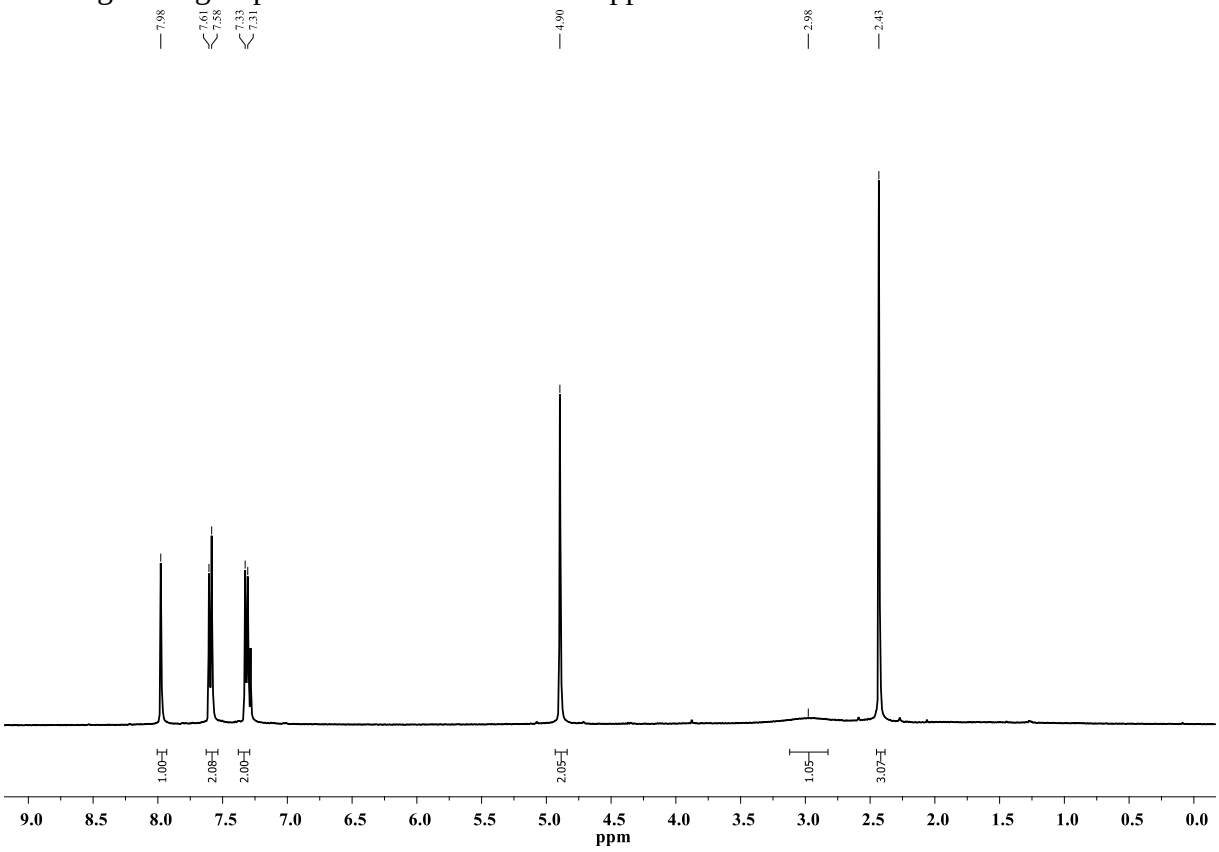


Figure 3.2 FTIR spectra of compound 2b

3.2 Evaluation of $^{1}H/^{13}C$ NMR Spectra of 1,2,3-Triazole Alcohol Compounds

To characterise the compounds structurally, $^{1}H/^{13}C$ NMR spectra were obtained in a $CDCl_3$ solution and are presented in Figures 3.3 and 3.4. Examining the $^{1}H/^{13}C$ NMR spectrum of the

1,2,3-triazole alcohol compounds reveals that the peaks in the range of 7.93–7.98 ppm can be attributed to the protons belonging to the 1,2,3-triazole ring. The peaks observed in the range of 7.91–7.64 ppm correspond to the protons of the aromatic ring. The protons belonging to the O-CH_2 group are attributed to the peaks in the range of 4.89–4.90 ppm. In compound 2a, the protons at 2.43 ppm are those of the methyl group (-CH_3). The methoxy group (-OCH_3) protons in compound 2b are the peaks observed at 3.88 ppm. The peaks at 2.51 and 2.98 ppm are attributed to protons belonging to the OH group. The signals observed in the range of 114.79–159.86 ppm are attributed to carbon atoms belonging to the aromatic ring. The carbon atom signals of the OCH_2 group were observed in the range of 56.13–56.41 ppm. The signal of the methyl group carbon atom of compound 2a was observed at 21.10 ppm. The methoxy carbon atom signal of group 2b was observed at 55.64 ppm.



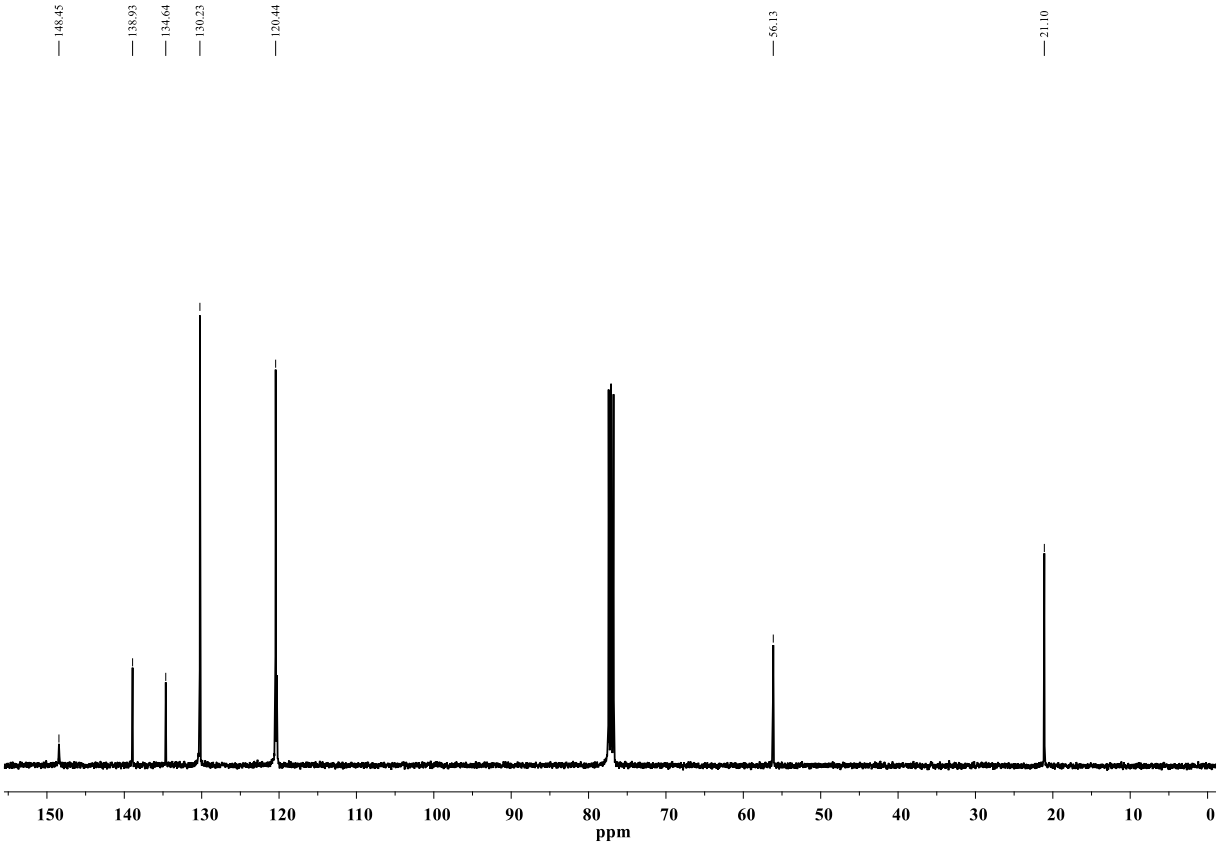
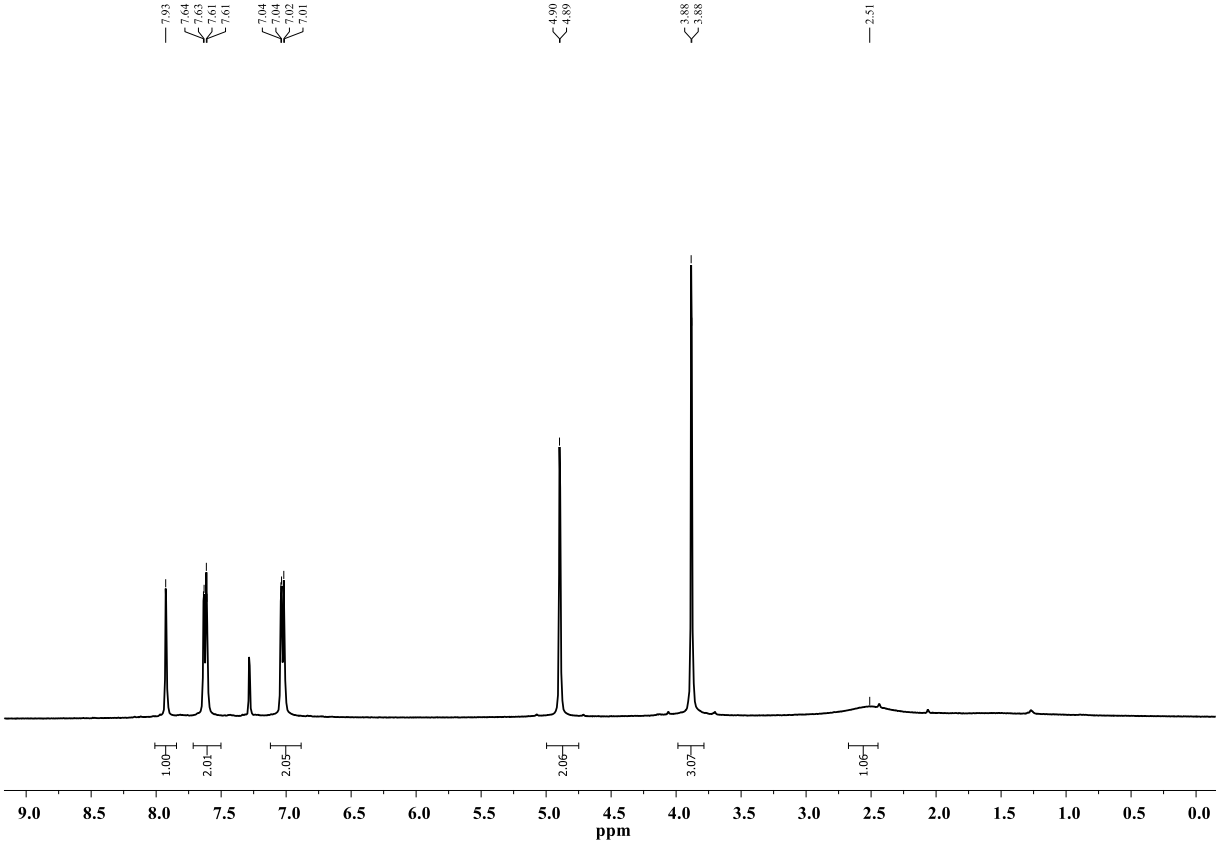


Figure 3.3 $^{1}H/^{13}C$ NMR spectra of compound 2a



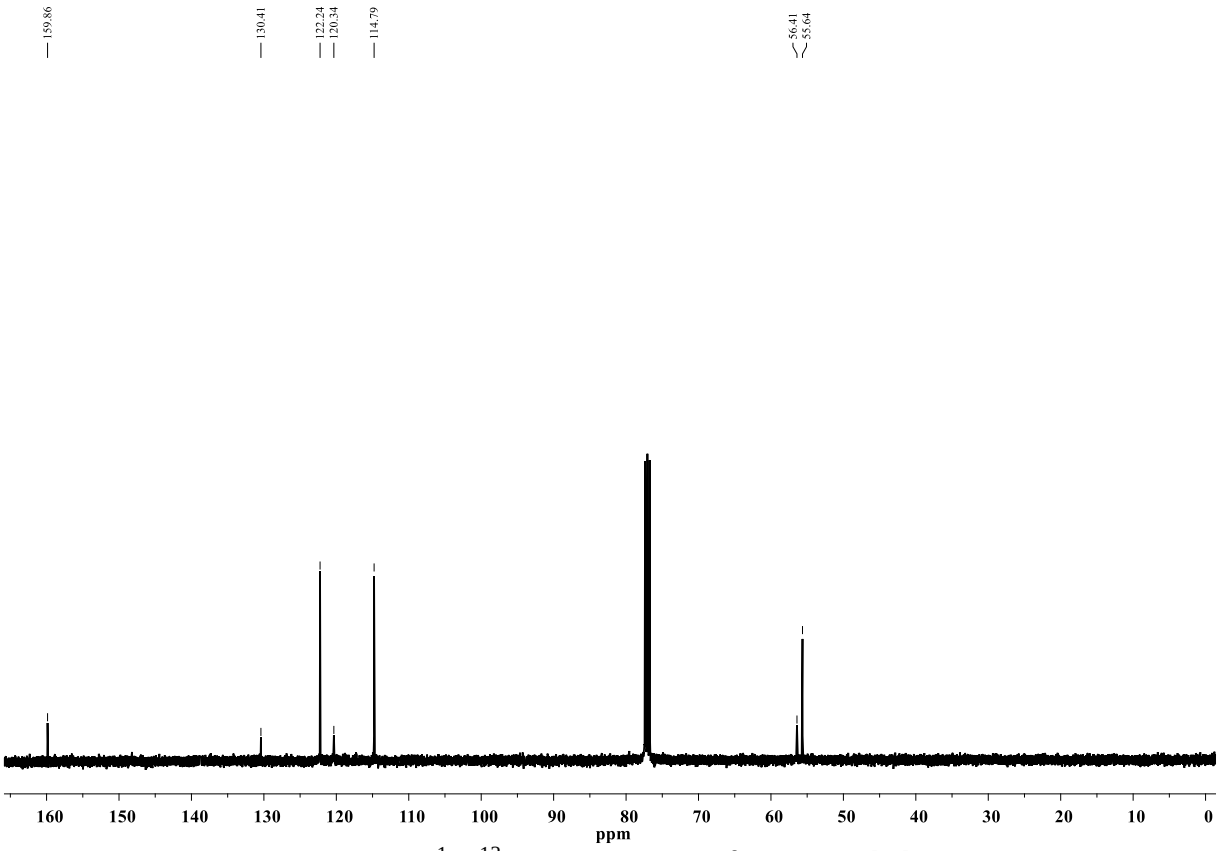


Figure 3.4 $^{1}H/^{13}C$ NMR spectra of compound 2b

3.3 Biological Activities

UV-Vis absorption spectroscopy is generally considered the primary and most reliable method for studying DNA interactions. It is a useful tool for demonstrating drug affinity and the binding method, as well as structural changes in DNA caused by the drug. Nucleic acids absorb UV light significantly, with double-stranded DNA showing the highest absorption level at a broad peak around 260 nm. The complex formed between the drug and DNA gives rise to hypochromic and hyperchromic effects, as well as various spectral shifts, such as bathochromic and hypsochromic shifts, which are observed in the absorption spectra of double-stranded DNA. These modifications determine the type of drug-double-stranded DNA interaction (Kumar et al., 2024). Even when small compounds are bound to DNA by the nitrogen groups of DNA grooves, the position of the absorption band remains essentially the same during binding, but significant hypochromic effects are typically observed in the absorption spectra. To understand how compounds 2a and 2b interact with dsDNA, a study was conducted to evaluate the possible modes of interaction and calculate the DNA binding constant (Kb) by analysing the absorption spectra of solutions of different concentrations. First, a large number of axitinib sample solutions were prepared (Figure 2). A Tris-HCl/NaCl buffer system (pH 7.4) was then added to these solutions to bring the final volume to 5 mL. When different axitinib preparations were added to the dsDNA solution, the height of the absorption peaks (λ(max) = 275 nm) gradually increased, demonstrating a hypochromic effect with a blue shift. Figure 2 shows the UV-vis absorption spectra of a mixture of Axitinib (10–100 μM) and dsDNA (100 μM) at 50 mM, with a linear fit obtained using a Tris-HCl buffer solution at pH 7.4. This linearity was used to calculate the binding constant (Kb). Compared to the K_b value of basic intercalators such as ethidium bromide (1.4×10^{7} M^(−1)), the K_b values of 2a and 2b are $3.73–1.15 \times 10^{4}$.

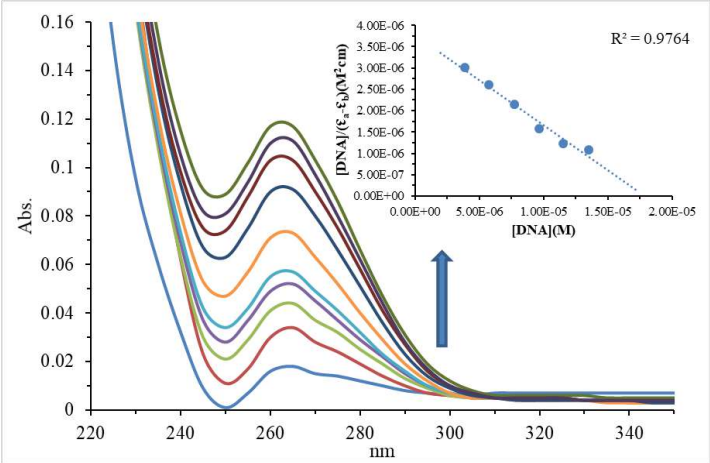


Figure 3.5 UV-vis absorption spectra of the 2a solution resulting from cumulative amounts of FSdsDNA (changes indicated by the arrow). Inset: Graph showing [DNA/$\varepsilon_a - \varepsilon_f$] vs. [DNA]

For compounds 2a and 2b, the Ksv values for the combined dsDNA complexes of EtBr and Hoechst-33258 were determined as (1.73–2.48) × 104 M^{-1} and (4.48–2.95) × 104 M^{-1}, respectively (Table 3.1 and Figure 3.5). A larger Ksv value compared to EtBr indicates that Hoechst-33258 is displaced by the compounds. This suggests that the compounds may bind to the minor groove of dsDNA via non-binding interactions. In addition, using the information obtained from the fluorescence titration, the number of binding sites (n) and the binding constant (Kb) for complex formation between Axitinib and dsDNA are found using Equation (6). By calculating the binding stoichiometry (n), we can easily understand the DNA binding capacity of 2a and 2b. The fact that 2A and 2B can form a stable complex with dsDNA, with the number of binding sites per dsDNA close to 1, indicates that they bind to DNA from a single region. Table 3.1 presents data on the Ksv, log Ksv values, and binding constant of the drug replacing the fluorescence of Hoechst-33258 in dsDNA complexes of the compounds.

Table 3.1 Parameters in the interaction of compounds with Hoechst-DNA and EB+FsDS-DNA

		EB-DNA			**Hoechst-DNA**		
Compound	**K_b (10^4 M^{-1})**	**Ksv (10^4 M^{-1})**	**LogK_b**	**n**	**Ksv (10^4 M^{-1})**	**LogK_b**	**n**
2a	3.73	1.73	2.31	0.93	4.48	3.25	1.25
2b	1.15	2.48	2.64	1.18	2.95	2.18	1.01

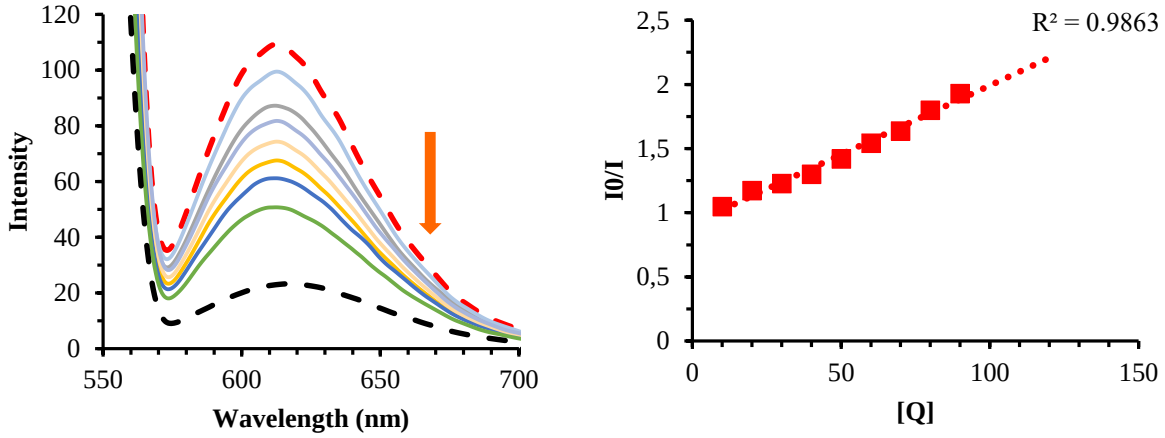


Figure 3.6 Effect of 2a additions at concentrations of 10–100 μM on the emission intensity of the FSdsDNA-bound ethidium bromide in 2 mM Tris–HCl buffer (pH 7.1); Stern-Volmer graph showing fluorescence titrations of the compounds with FSdsDNA

3.4 Molecular Docking

Molecular docking studies were conducted to determine the binding energies and binding sites of the compounds tested in vitro. Compounds 2a and 2b, after molecular docking with DNA, exhibited binding energies of -7.1 kcal/mol and -7.0 kcal/mol, respectively, for their most stable conformations. The bonding positions of compounds 2a and 2b are given in Figures 3.7 and 3.8. Compound 2a interacted with nucleotides DC9 (2.9 Å), DG10 (2.3 Å, 2.4 Å, 2.5 Å), DG16 (2.3 Å), and DA17 (2.1 Å) by forming hydrogen bonds at the binding site. Compound 2b formed hydrogen bonds with nucleotides DG10 (2.3 Å and 2.4 Å), DG12 (3.0 Å), DG14 (2.8 Å), and DG16 (2.4 Å, 2.5 Å, and 2.7 Å) in the binding region. Compound 2a interacted with nucleotide DG16 (5.38 Å), and compound 2b interacted with nucleotide DC11 (5.53 Å) via a π-π interaction. Compounds 2a and 2b formed numerous hydrophobic interactions. Compounds 2a and 2b preferred the minor groove. Therefore, it can be concluded that the compounds prefer to bind to DNA via the groove binding mode.

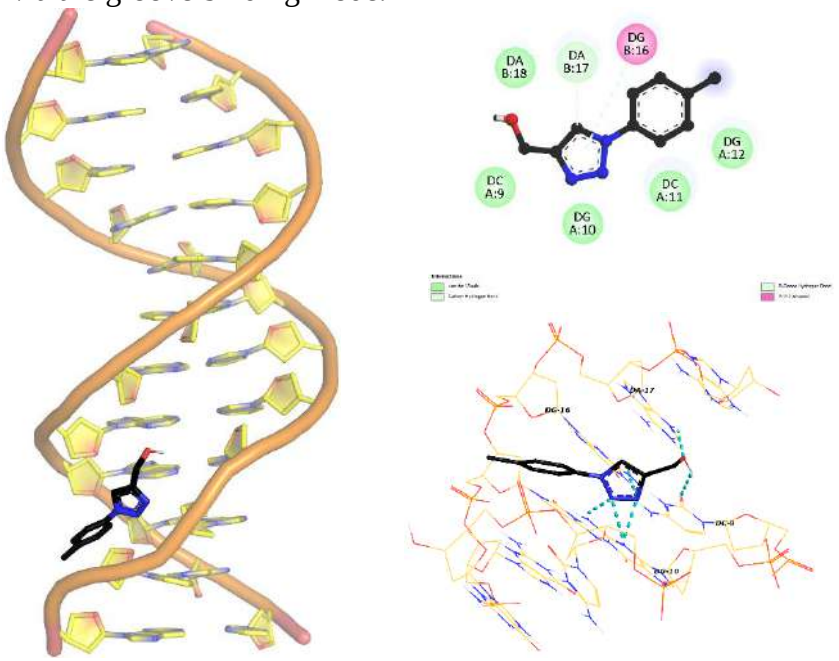


Figure 3.7 3D and 2D binding poses of the most decisive conformations of 2a with DNA

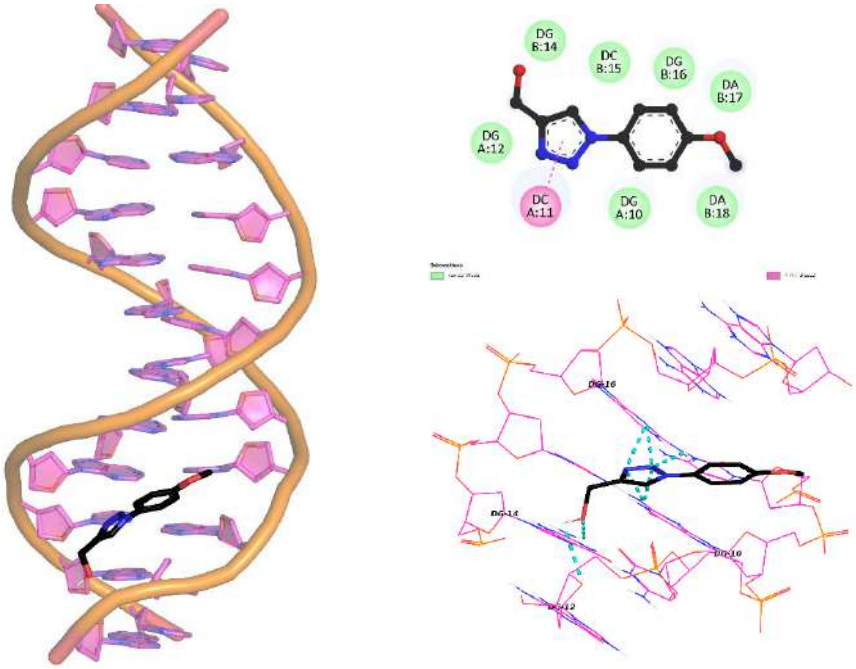


Figure 3.8 3D and 2D binding poses of the most decisive conformations of 2b with DNA

4. CONCLUSIONS

In this study, derivatives of 1,2,3-triazole alcohols were synthesized, and their structures were elucidated by FTIR and $^{1}H/^{13}C$ NMR spectroscopy. The DNA-binding properties of the compounds were investigated using spectrophotometric methods. The compounds exhibited significant DNA-binding affinities. All spectroscopic data indicated that the compounds interact with DNA through non-intercalative binding modes. Molecular docking studies revealed that the compounds are located in the minor groove of DNA.

Funding

This study was supported by Kahramanmaras Sutcu Imam University Scientific Research Project (Project No: 2022/4-18M)

REFERENCES

Aispuro-Pérez, A., López-Ávalos, J., García-Páez, F., Montes-Avila, J., Picos-Corrales, L. A., Ochoa-Terán, A., Bastidas, P., Montaño, S., Calderón-Zamora, L., Osuna-Martínez, U., & Sarmiento-Sánchez, J. I. (2020). Synthesis and molecular docking studies of imines as α-glucosidase and α-amylase inhibitors. *Bioorganic Chemistry*, *94*(December 2019), 2–8. https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2019.103491

Chen, L., Du, J., Dai, Q., Zhang, H., Pang, W., & Hu, J. (2014). Prediction of anti-tumor chemical probes of a traditional Chinese medicine formula by HPLC fingerprinting combined with molecular docking. *European Journal of Medicinal Chemistry*, *83*, 294–306. https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2014.06.037

Dasmahapatra, U., Maiti, B., Alam, M. M., & Chanda, K. (2024). Anti-cancer property and DNA binding interaction of first row transition metal complexes: A decade update. In *European Journal of Medicinal Chemistry* (Vol. 275). Elsevier Masson s.r.l. https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2024.116603

Erdoğan, E., Güngör, Ö., Güngör, S. A., Köse, M., & Tümer, M. (2025). New 1,2,3-triazole-quinazolinone skeleton as potential cholinesterase and α-amylase inhibitors: In vitro and in silico studies. *Journal of Molecular Liquids*, *424*. https://doi.org/10.1016/j.molliq.2025.126986

Guo, H. Y., Chen, Z. A., Shen, Q. K., & Quan, Z. S. (2021). Application of triazoles in the structural modification of natural products. In *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry* (Vol. 36, Issue 1, pp. 1115–1144). Taylor and Francis Ltd. https://doi.org/10.1080/14756366.2021.1890066

Lill, M. A., & Danielson, M. L. (2011). Computer-aided drug design platform using PyMOL. *Journal of Computer-Aided Molecular Design*, *25*(1), 13–19.

Martis, G. J., Maiya, S., & Gaonkar, S. L. (2026). Synthetic developments and biological insights of 1,2,3-triazoles: Unravelling scope for drug discovery. *European Journal of Medicinal Chemistry Reports*, *16*, 100315. https://doi.org/10.1016/j.ejmcr.2025.100315

Morris, G. M., Goodsell, D. S., Halliday, R. S., Huey, R., Hart, W. E., Belew, R. K., & Olson, A. J. (1998). Automated docking using a Lamarckian genetic algorithm and an empirical binding free energy function. *Journal of Computational Chemistry*, *19*(14), 1639–1662. https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-987X(19981115)19:14<1639::AID-JCC10>3.0.CO;2-B

Othman, E. M., A Othman, D. I., Bayoumi, W. A., Habib, E. S. E., & El-Messery, S. M. (2025). New azine tagged 1,4,5-trisubstituted 1,2,3-triazoles targeting microbial species using synthetic, mechanistic, and in silico approach. *Journal of Molecular Structure*, *1347*. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2025.143282

Pon Matheswari, P., Ilavarasi Jeyamalar, J., Iruthayaraj, A., & Ravindran Durai Nayagam, B. (2024). Synthesis, structural, multitargeted molecular docking analysis of anti-cancer, anti-tubercular, DNA interactions of benzotriazole based macrocyclic ligand. *Bioorganic Chemistry*, *147*. https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2024.107361

Visualizer, D. S. (2021). Dassault Syst emes, San Diego. BIOVIA. *Dassault Systèmes, BIOVIA Workbook, Release.*

YAPISINDA 1,2,3-TRİAZOL ALKOL İÇEREN BİLEŞİKLERİN YAPISAL KARAKTERİZASYONU a-GLUKOZIDAZ İNHİBİSYON VE MOLEKÜLER YERLEŞTİRME ÇALIŞMALARI

Doç. Dr. Seyit Ali GÜNGÖR
Kahramanmaras Sutcu Imam University Faculty of Science, Chemistry Department, Kahramanmaras, 46050, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-3233-4529

Dr. Ögr. Üyesi Özge GÜNGÖR
Kahramanmaras Sutcu Imam University Faculty of Science, Chemistry Department, Kahramanmaras, 46050, Türkiye
ORCID ID: 0000-0003-3529-2704

ÖZET
Bu çalışmada, bir dizi 1,2,3-triazol-alkol bileşiklerinin sentezi ve α-glikozidaz enzim inhibisyon özellikleri incelenmiştir. 1,2,3-triazol-alkol bileşikleri (2a ve 2b), Cu(I) katalizli klik reaksiyonları ile hazırlanmıştır. Bileşiklerin yapıları FTIR ve $^{1}H/^{13}C$ NMR ile karakterize edilmiştir. 2a ve 2b bileşiklerden F grubu grubu içeren 2a'nın IC_{50} değeri 11,17 ± 0,258 mM' iken ve CI grubu içeren bileşik 2b IC_{50} değeri 10.59 ± 0.126 mM ile önemli bir inhibitör aktivitesi göstermişlerdir. Her iki bileşiğin de standart ilaç akarboza (IC_{50} = 140,65 ± 2,15 mM) kıyasla neredeyse 10 kat daha fazla aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Bu yüksek aktivite, triazol grubunun hidrojen bağı yoluyla enzimi inhibe etmesinden veya triazol grubunun stabilitesinden kaynaklanıyor olabilir. Bileşiklerin α-glikozidaz enzim etkileşimleri moleküler yerleştirme çalışmalarıyla incelenmiştir.
Anahtar kelimeler: 1,2,3-triazol, a-glikozidaz, Moleküler yerleştirme,

STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF COMPOUNDS CONTAINING 1,2,3-TRIAZOLE ALCOHOL: α-GLUCOSIDASE INHIBITION AND MOLECULAR DELIVERY STUDIES

ABSTRACT
In this study, the synthesis of a series of 1,2,3-triazole-alcohol compounds and their α-glucosidase enzyme inhibition properties were investigated. 1,2,3-triazole-alcohol compounds (2a and 2b) were prepared by Cu(I)-catalyzed click reactions. The structures of the compounds were characterized by FTIR and 1H/13C NMR. Compounds 2a, containing the F group, showed significant inhibitory activity with an IC50 value of 11.17 ± 0.258 mM, while compound 2b, containing the CI group, showed an IC50 value of 10.59 ± 0.126 mM. It was determined that both compounds showed almost 10 times more activity compared to the standard drug acarbose (IC50 = 140.65 ± 2.15 mM). This high activity may be due to the inhibition of the enzyme by the triazole group via hydrogen bonding or to the stability of the triazole group. The interactions of the compounds with the α-glucosidase enzyme were investigated through molecular docking studies.
Keywords: 1,2,3-triazole, α-glucosidase, Molecular docking

5. INTRODUCTION
The global prevalence of diabetes mellitus is steadily increasing, with approximately 537 million individuals worldwide living with the disease as of 2021 (Sun et al., 2022). Type 2 diabetes, accounting for about 90% of cases, leads to serious complications such as cardiovascular disease, neuropathy, nephropathy, retinopathy, and various metabolic disorders

if left untreated (Gieroba et al., 2025). One of the current treatment strategies, α-glucosidase inhibition, controls postprandial glucose levels by delaying carbohydrate digestion and glucose absorption (Han et al., 2025). However, commonly used α-glucosidase inhibitors such as acarbose and voglibose, despite their effectiveness, have limitations in clinical use due to side effects such as gastrointestinal discomfort and diarrhea (Dirir et al., 2022). This situation highlights the need for new inhibitors that are more effective and exhibit fewer side effects. In this context, novel triazole alcohol derivatives containing a 1,2,3-triazole ring in their structure were synthesized, and their structural characterization was performed using spectroscopic methods. The alpha-glucosidase enzyme inhibition potentials of the synthesized compounds were evaluated in comparison with the standard drug acarbose. Furthermore, molecular docking studies were conducted to investigate the binding tendencies of the compounds to the enzyme and possible interaction modes, and binding energies were calculated. The results indicate that triazole derivatives may be promising candidates for novel α-glucosidase inhibitors.

6. MATERIAL AND METHODS

6.1 Click Reaction Synthesis of Compounds 2a and 2b

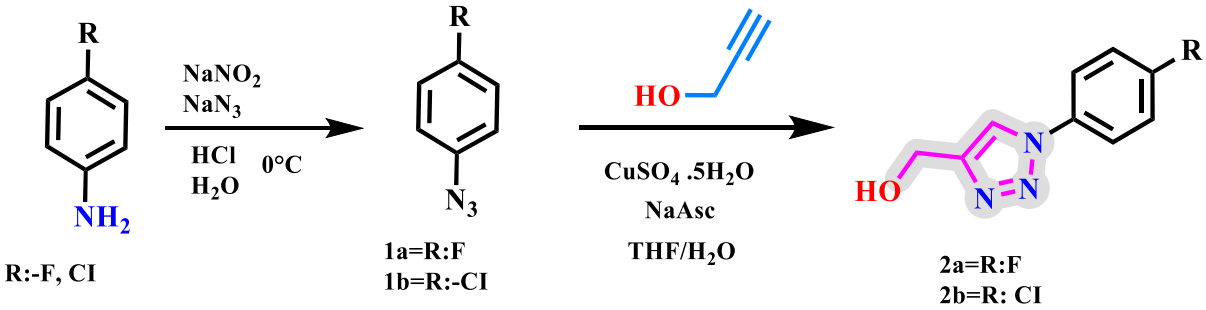


Figure 2.1 Synthesis pathway of 1,2,3-triazole alcohol compounds

We synthesized azide compounds and 1,2,3-triazole alcohol compounds in our previous study (Erdoğan et al., 2025). A mixture of propargyl alcohol (17 mmol) dissolved in 40 mL of THF/H_2O (3:1) was mixed with $CuSO_4.5H_2O$ (3.5 mmol) and sodium ascorbate (7 mmol), and the reaction mixture was stirred for 5 minutes. Then, the relevant azide compounds (2a-b) (1.5 mmol) were added to the mixture and left to stir at room temperature for 12 hours. The progress of the reaction was monitored by TLC. After the reaction was complete, the THF in the flask was removed using a rotary evaporator, and the aqueous mixture was extracted with ethyl acetate. The organic phase was dried via Na_2SO_4, filtered, and the solvent was removed to obtain the solid compounds.

(1-(4-fluorophenyl)-1H-1,2,3-triazol-4-yl)methanol (2a): Yield: 73%. Colour: Brown. FTIR: 3216, 3115, 1605, 1737, 1547, 1513, 1228, 1045, 1009, 840. ^{1}H NMR ($CDCl_3$, δ) 7.98 (s, 1H), 7.76 – 7.65 (m, 2H), 7.23 (t, 2H), 4.90 (s, 2H), 3.19 (s, 1H). ^{13}C NMR ($CDCl_3$, δ) 163.73, 161.25, 133.25, 122.64, 122.56, 120.27, 116.90, 116.67, 56.48**.**

(1-(4-chlorophenyl)-1H-1,2,3-triazol-4-yl)methanol (2b): Yield: 71%. Color: Brownish oily. FTIR: 3216, 3115, 2928, 1547, 1501, 1242, 1039, 1012, 845. ^{1}H-NMR ($CDCl_3$, δ) 8.00 (s, 1H), 7.75 – 7.62 (m, 2H), 7.59 – 7.43 (m, 2H), 4.90 (d, 2H), 2.92 (s, 1H). ^{13}C NMR ($CDCl_3$, δ) 148.62, 135.43, 134.69, 130.00, 121.73, 120.02, 56.40.

6.2 Biological Activities

6.2.1 α-Glucosidase Inhibitory Activity Assays

The inhibitory ability of the title compound on α-glucosidase was evaluated following the previously reported procedure, with minor adjustment (Abchir et al., 2024). For this, α-glucosidase from Saccharomyces cerevisiae was purchased from Sigma Aldrich, and p-nitrophenyl-α-D-glucopyranoside (p-NPG) acted as a substrate. Acarbose was used as the positive control. In summary, the compound (acarbose) and the enzyme (0.1 U/mL) were dissolved in 0.1 M potassium phosphate buffer (pH 6.8). Then, 10 µL of the compound and 150 µL of the enzyme were added to 96-well plates and left to incubate at 37 °C for 15 minutes.

Subsequently, 40 μL of 1.25 mM substrate (dispersed in 0.1 M potassium phosphate buffer, pH = 6.8) was added to each well to initiate the enzymatic reaction. The endpoint of the experiment was the determination of the absorbance values of each well at 405 nm. This was done by a Varioskan Lux multifunction microplate reader (Thermo Fisher Scientific) after another incubation at 37 °C for 0.5 h. The inhibition percentage of α-glucosidase activity was then calculated using the following equation:

$$\text{Inhibition (\%)} = (1 - \Delta A \text{ sample}/\Delta A \text{ control}) \times 100.$$

The IC_{50} values signify the concentration of tested derivatives or acarbose. These values inhibit fifty percent of the enzyme activity. GraphPad Prism calculated the IC_{50} values. All experiments were performed three times.

6.3 Molecular docking study

The binding modes and interactions of 1,2,3-triazole alcohol compounds tested using the in vitro method were investigated through molecular docking studies with the open-source AutoDock Vina (version 1.1.2, MGL tools 1.5.6). The optimized structures were subsequently saved as PDB files (Chen et al., 2014). Crystal structures of DNA (PDB: 1BNA) enzymes were retrieved from the RCSB Protein Data Bank. Before docking calculations, all water molecules, ligands, and ions were removed from the protein structures. Kollman charges were added to the polar hydrogens of the proteins, and Gasteiger charges were applied to the ligands (Aispuro-Pérez et al., 2020). Docking calculations were performed using the Lamarckian Genetic Algorithm to explore the conformational space of the ligands (Morris et al., 1998). The selected DNA model was retained in a box with protein numbers of × (14.78), y (20.97) and z (9.42) and center grid boxes of 29.25, 29.25, and 47.25 (grid = 1.00°A), respectively. The docking results were then analyzed through clustering based on a root mean square (RMS) tolerance of 0.5 Å. Molecular docking results of the stable conformations of the most active compounds were visualized using Discovery Studio 2021 (Visualizer, 2021) and PyMOL (Lill & Danielson, 2011) software.

7. RESULTS AND DISCUSSION

7.1 Evaluation of FTIR Spectra of 1,2,3-Triazole Alcohol Compounds

Examination of the FTIR spectra revealed the disappearance of the distinctive strong vibrational bands associated with the azide group at around 2100 cm^{-1}, indicating the formation of compounds 2a and 2b. The FTIR spectra are shown in Figures 3.1 and 3.2.

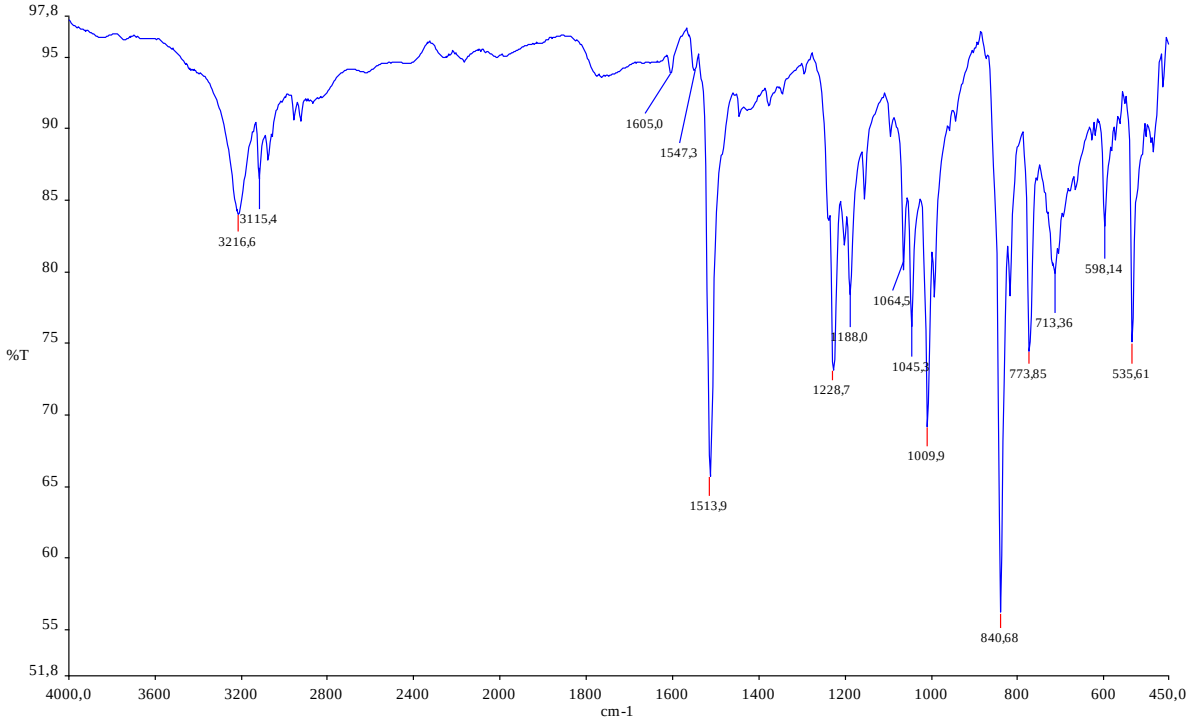


Figure 3.1 FTIR spectrum of compound 2a

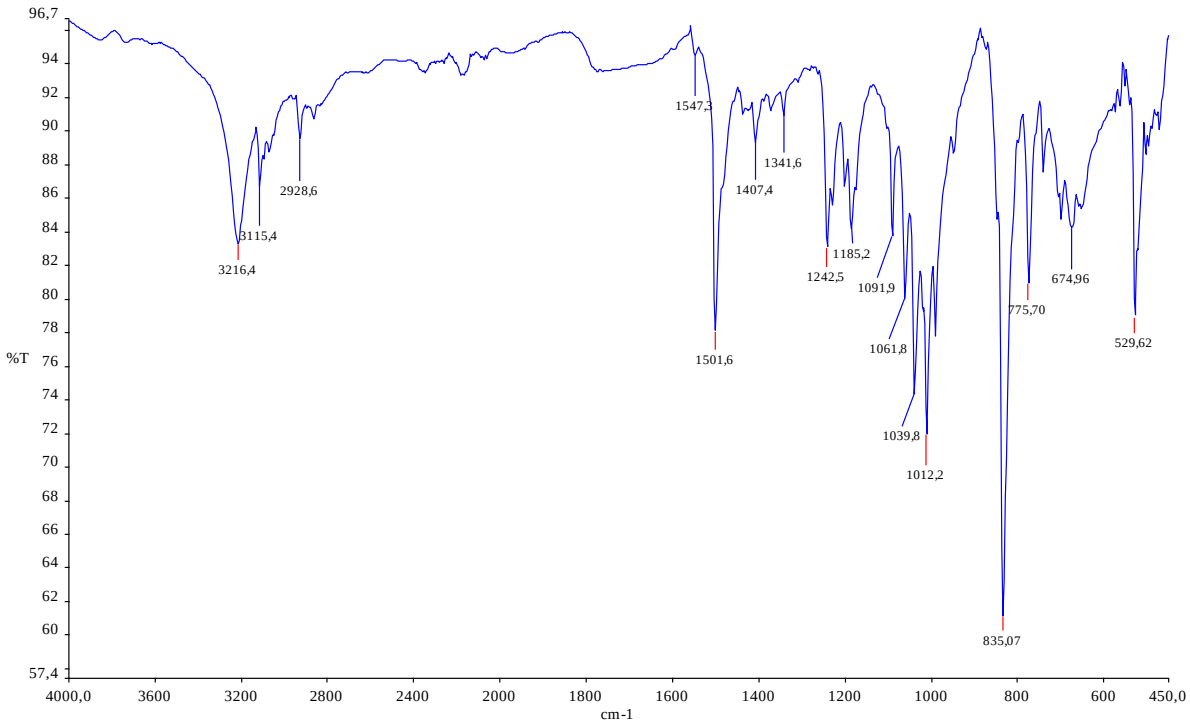
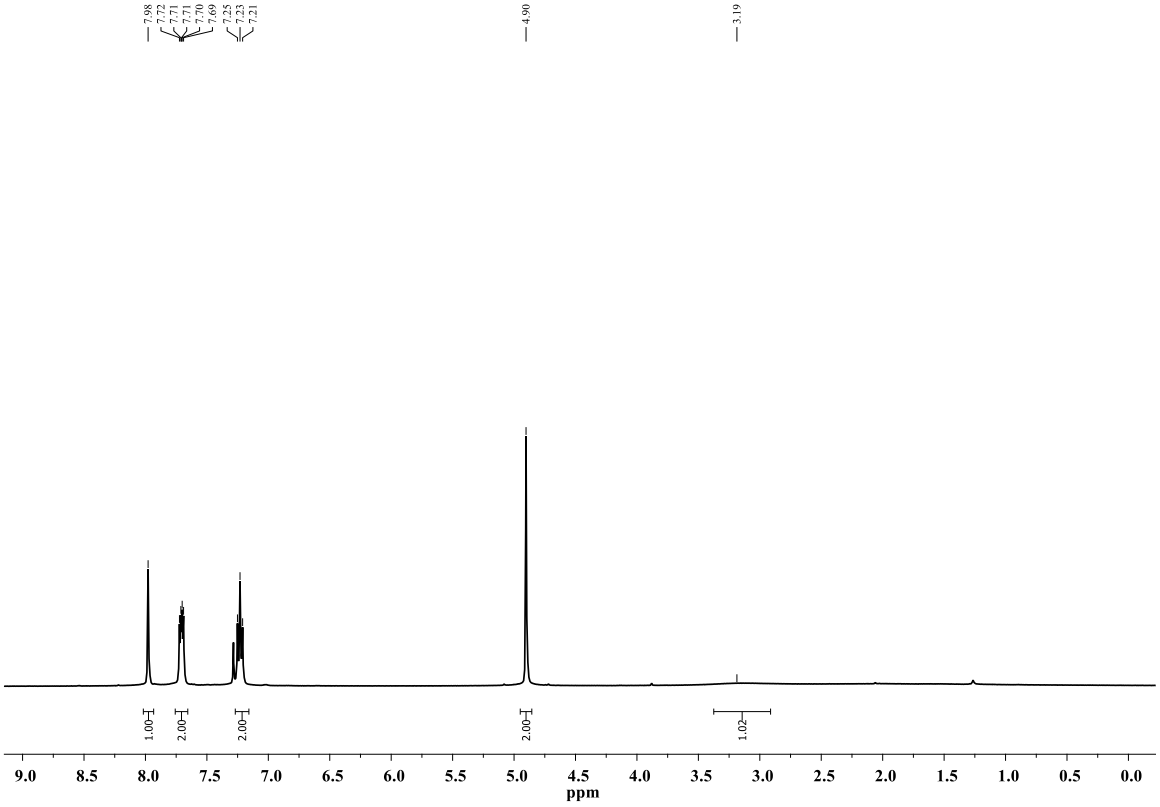


Figure 3.2 FTIR spectra of compound 2b

7.2 Evaluation of $^{1}H/^{13}C$ NMR Spectra of 1,2,3-Triazole Alcohol Compounds

To characterise the compounds structurally, $^{1}H/^{13}C$ NMR spectra were obtained in a $CDCl_3$ solution and are presented in Figures 3.3 and 3.4. Examining the $^{1}H/^{13}C$ NMR spectrum of the

1,2,3-triazole alcohol compounds reveals that the peaks in the range of 8.00–7.98 ppm can be attributed to the protons belonging to the 1,2,3-triazole ring. The peaks observed in the range of 7.72–7.21 ppm correspond to the protons of the aromatic ring. The protons belonging to the O-CH_2 group are attributed to the peaks in the range of 4.90 ppm. The peaks at 3.19 and 2.92 ppm are attributed to protons belonging to the OH group. The signals observed in the range of 116.67–163.73 ppm is attributed to carbon atoms belonging to the aromatic ring. The carbon atom signals of the OCH_2 group were observed in the range of 56.40–56.48 ppm.



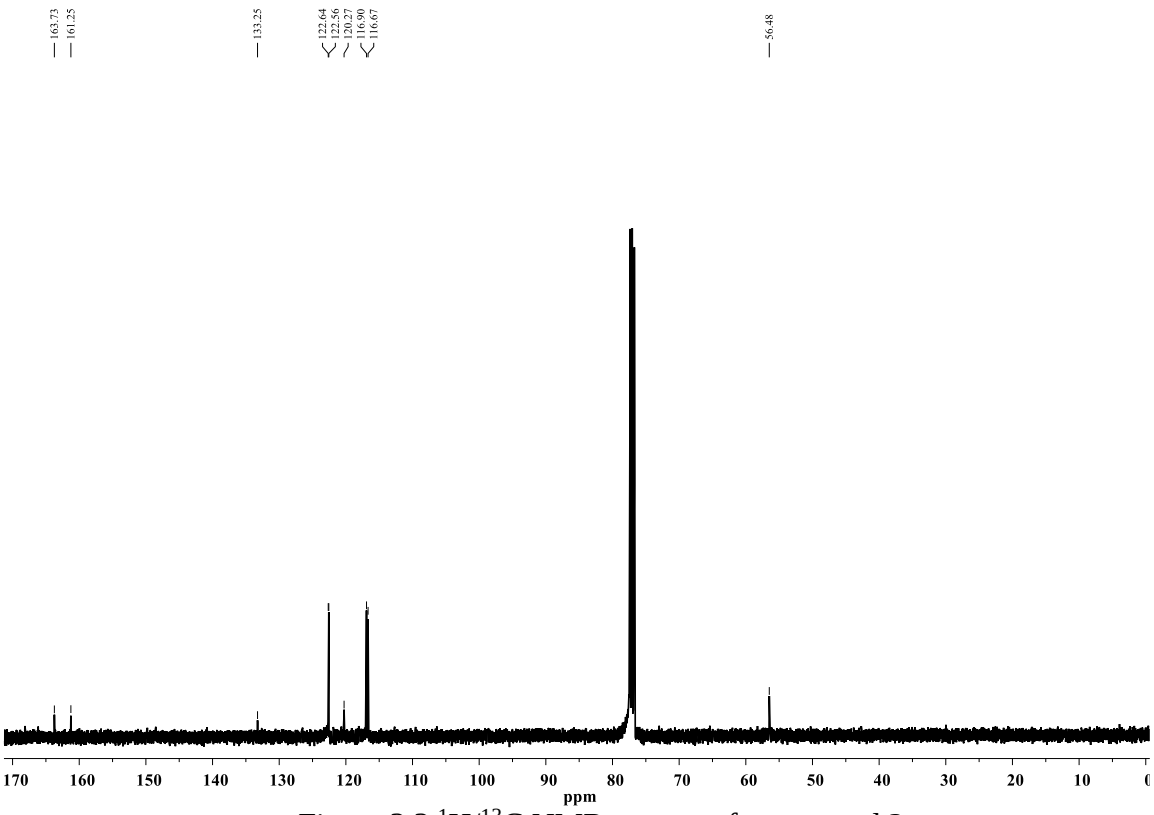
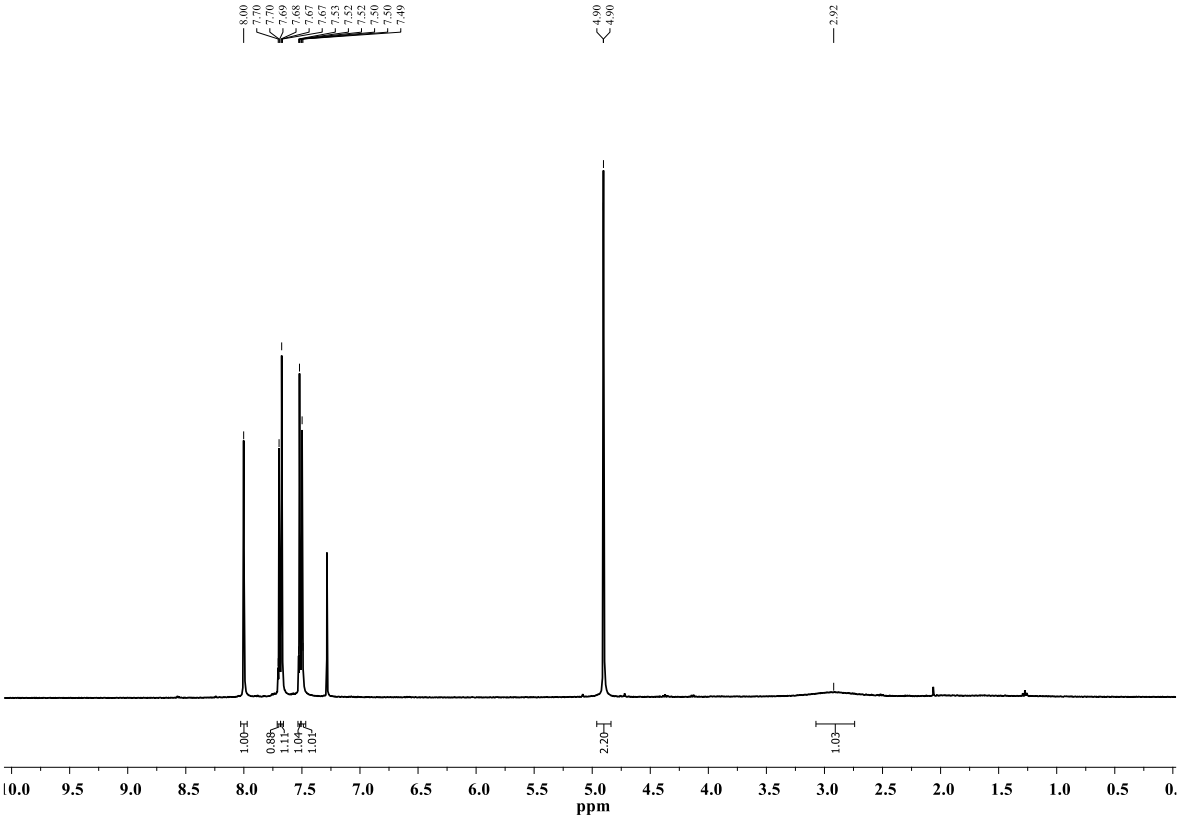


Figure 3.3 $^{1}H/^{13}C$ NMR spectra of compound 2a



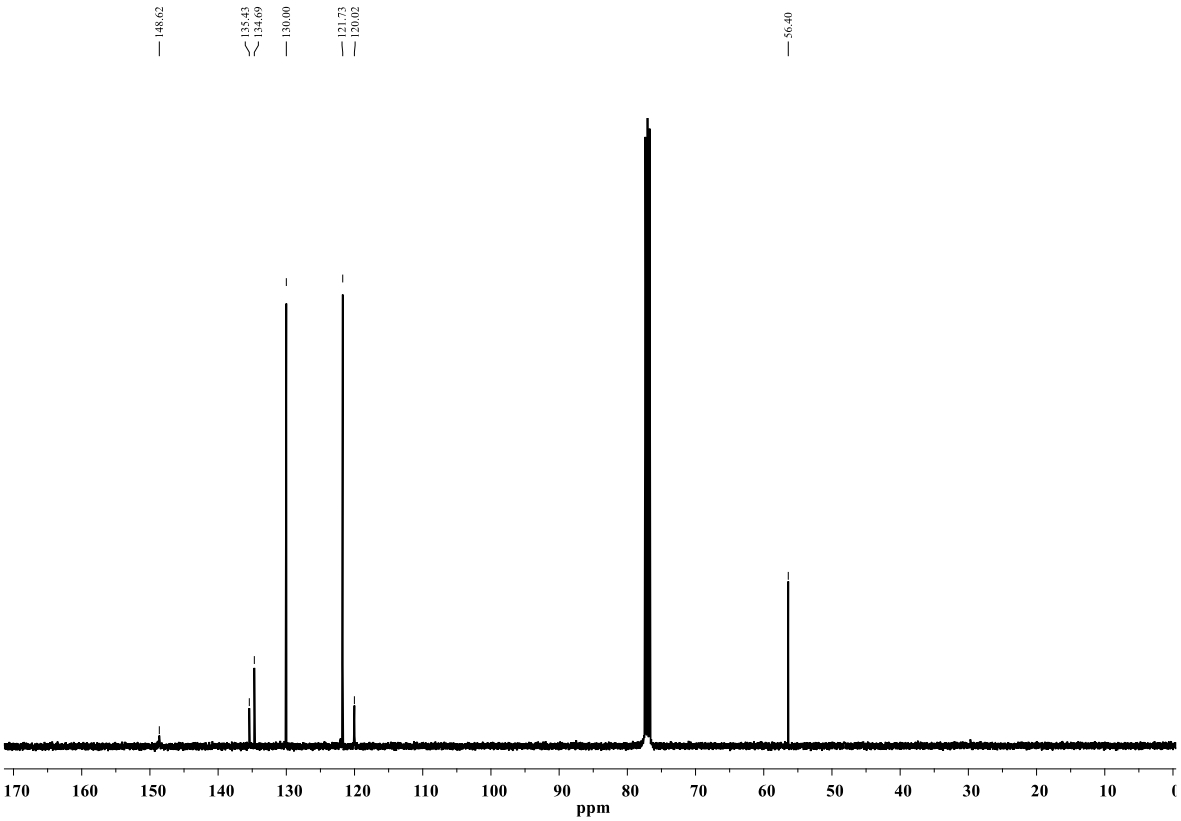


Figure 3.4 $^{1}H/^{13}C$ NMR spectra of compound 2b

7.3 Biological Activities

The α-glucosidase inhibitory activities of 1,2,3-triazole alcohol derivatives were evaluated according to the procedure detailed in the Experimental Section. The concentrations of the tested compounds that inhibited α-glucosidase enzyme activity by 50% were calculated as IC_{50} values and compared with those of the reference inhibitor, acarbose. In general, in vitro enzyme inhibition studies of the synthesised compounds revealed significant inhibitory activity against the α-glucosidase enzyme. Compound 2a stood out among the compounds examined with an IC_{50} value of 11.17 ± 0.258 mM. Compound 2a, which carries a fluorine group in the para position, showed the highest inhibitory activity when comparing compounds containing 4-substituted fluorine and chlorine (2a and 2b), with an IC_{50} value of 10.59 ± 0.126 mM. Both compounds exhibited approximately ten times stronger inhibitory activity than the standard drug acarbose (IC_{50} = 140.65 ± 2.15 mM). This high inhibitory activity is thought to be due to the triazole ring's potential to form hydrogen bonds with the enzyme's active site and/or the triazole group's structural stability. Furthermore, it was observed that the percentage of inhibition increased in parallel with increasing compound concentration. Concentration-dependent percentage inhibition values are presented in Figure 3.5.

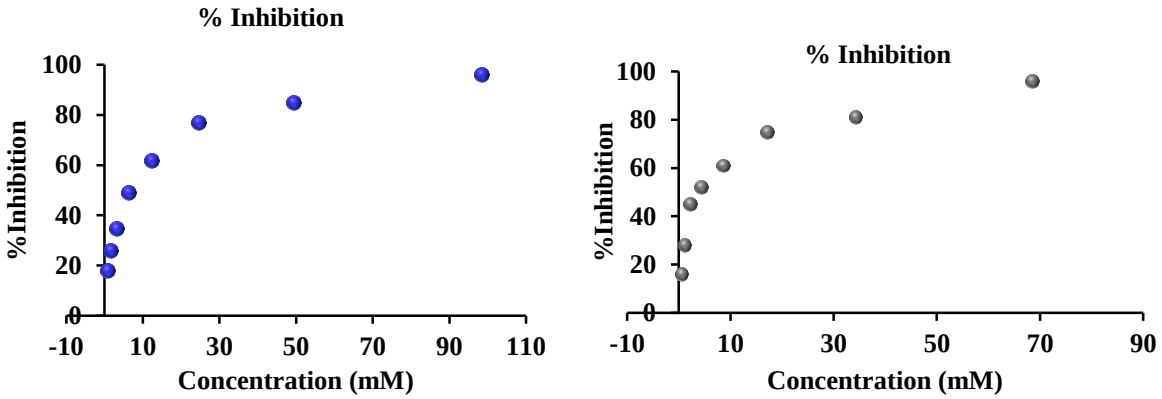


Figure 3.5 Concentration-dependent percentage inhibition values of compounds 2a and 2b

7.4 Molecular Docking

Molecular docking studies were performed to determine the binding energies and sites of the tested compounds in vitro. The binding energies of the most stable conformations of compounds 2a and 2b after docking with α-glucosidase were calculated to be -6.9 and -6.6 kcal/mol, respectively. The binding positions are shown in Figures 3.6 and 3.7. Compound 2a formed hydrogen bonds with His103 (2.7 Å) and Gln167 (3.0 Å), the triazole ring with Gln256 (2.1 Å and 2.7 Å), and the hydroxyl group with Gln328 (2.8 Å) at the α-glucosidase binding site, via its fluorine group. Compound 2b formed hydrogen bonds with Gln256 (2.2 Å) via the triazole ring and with Gln328 (2.6 Å) via the hydroxyl group. Both compounds formed π-π interactions with the phenyl ring of the amino acid Phe163 (4.07 Å and 4.24 Å, respectively). Both compounds also formed π-anion interactions and numerous hydrophobic interactions with the amino acid Asp327. Furthermore, the fluorine group of compounds 2a formed halogen bonds with the amino acids His103 (2.74 Å), Asp60 (3.41 Å), and Asp199 (3.41 Å).

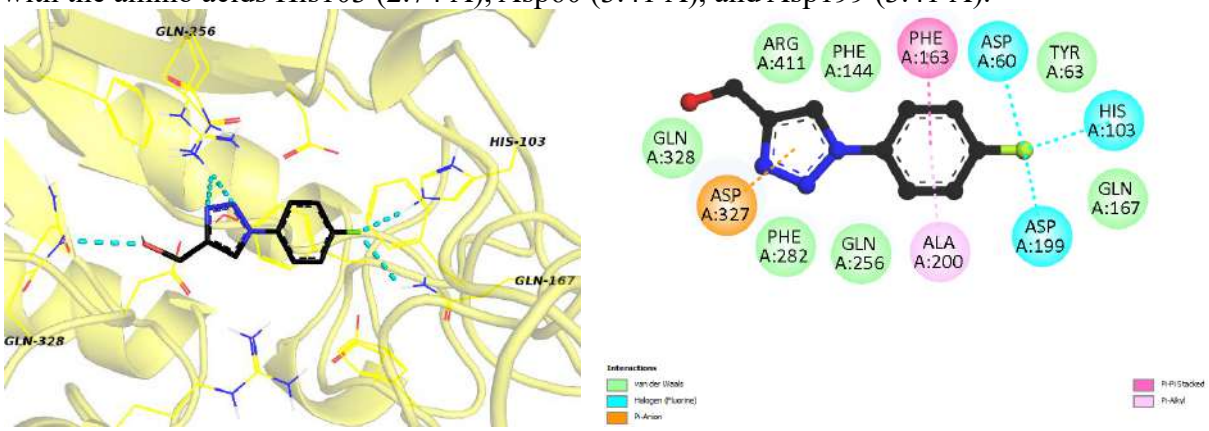


Figure 3.6 3D and 2D binding poses of the most decisive conformations of 2a with α-glucosidase

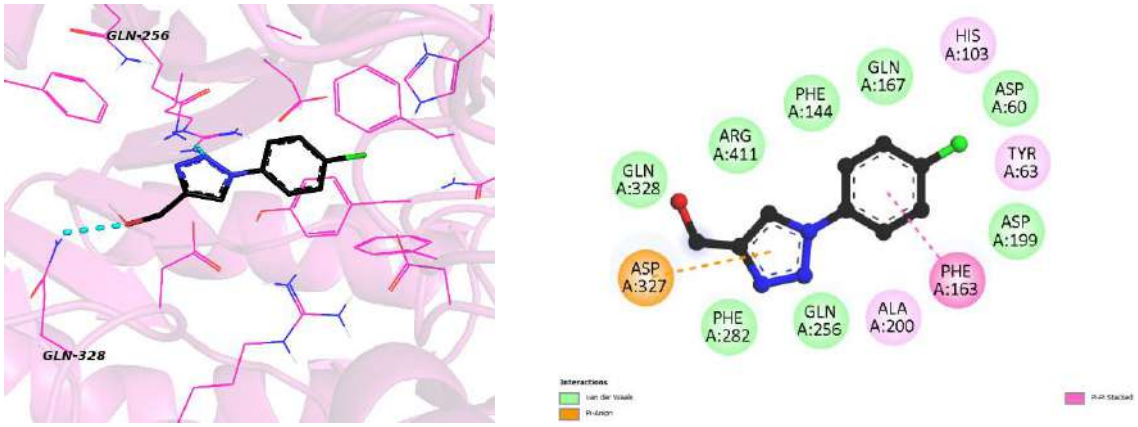


Figure 3.7 3D and 2D binding poses of the most decisive conformations of 2b with α-glucosidase

8. CONCLUSIONS

In this study, derivatives of 1,2,3-triazole alcohols were synthesized, and their structures were elucidated by FTIR and $^{1}H/^{13}C$ NMR spectroscopy. The IC_{50} value of compound 2a is 11.17 ± 0.258 mM. Among the compounds containing 4-substituted F, Cl (2a, 2b), the analog (2a) with the F group unsubstituted showed significant inhibitory activity with an IC_{50} value of 10.59 mM ± 0.126. It was determined that both compounds exhibited almost 10 times more activity when compared to the standard drug acarbose (IC_{50} = 140.65 ± 2.15 mM). This high activity may be due to the triazole group inhibiting the enzyme by hydrogen bonding or due to the stability of the triazole group. Molecular docking studies of compounds 2a and 2b showed that compound 2a has a higher binding energy of -6.9 kcal/mol than compound 2b, which has a higher binding energy of -6.6 kcal/mol. The fluorine group in compound 2a formed a more stable docking by creating halogen bonds and numerous hydrogen bonds with the residues in the docking region. The in vitro results and the docking results support each other.

Funding

This study was supported by Kahramanmaras Sutcu Imam University Scientific Research Project (Project No: 2022/4-18M)

REFERENCES

Abchir, O., Khedraoui, M., Nour, H., Yamari, I., Errougui, A., Samadi, A., & Chtita, S. (2024). Integrative Approach for Designing Novel Triazole Derivatives as α-Glucosidase Inhibitors: QSAR, Molecular Docking, ADMET, and Molecular Dynamics Investigations. *Pharmaceuticals*, *17*(2). https://doi.org/10.3390/ph17020261

Aispuro-Pérez, A., López-Ávalos, J., García-Páez, F., Montes-Avila, J., Picos-Corrales, L. A., Ochoa-Terán, A., Bastidas, P., Montaño, S., Calderón-Zamora, L., Osuna-Martínez, U., & Sarmiento-Sánchez, J. I. (2020). Synthesis and molecular docking studies of imines as α-glucosidase and α-amylase inhibitors. *Bioorganic Chemistry*, *94*(December 2019), 2–8. https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2019.103491

Chen, L., Du, J., Dai, Q., Zhang, H., Pang, W., & Hu, J. (2014). Prediction of anti-tumor chemical probes of a traditional Chinese medicine formula by HPLC fingerprinting combined with molecular docking. *European Journal of Medicinal Chemistry*, *83*, 294–306. https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2014.06.037

Dirir, A. M., Daou, M., Yousef, A. F., & Yousef, L. F. (2022). A review of alpha-glucosidase inhibitors from plants as potential candidates for the treatment of type-2 diabetes. In *Phytochemistry Reviews* (Vol. 21, Issue 4, pp. 1049–1079). Springer Science and Business Media B.V. https://doi.org/10.1007/s11101-021-09773-1

Erdoğan, E., Güngör, Ö., Güngör, S. A., Köse, M., & Tümer, M. (2025). New 1,2,3-triazole-quinazolinone skeleton as potential cholinesterase and α-amylase inhibitors: In vitro and in silico studies. *Journal of Molecular Liquids*, *424*. https://doi.org/10.1016/j.molliq.2025.126986
Gieroba, B., Kryska, A., & Sroka-Bartnicka, A. (2025). Type 2 diabetes mellitus – conventional therapies and future perspectives in innovative treatment. In *Biochemistry and Biophysics Reports* (Vol. 42). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.bbrep.2025.102037
Han, X., Wang, P., Zhang, J., Lv, Y., Zhao, Z., Zhang, F., Shang, M., Liu, G., Wang, X., Cai, S., & Xu, F. (2025). α-Glucosidase Inhibition Mechanism and Anti-Hyperglycemic Effects of Flavonoids from Astragali Radix and Their Mixture Effects. *Pharmaceuticals*, *18*(5). https://doi.org/10.3390/ph18050744
Lill, M. A., & Danielson, M. L. (2011). Computer-aided drug design platform using PyMOL. *Journal of Computer-Aided Molecular Design*, *25*(1), 13–19.
Morris, G. M., Goodsell, D. S., Halliday, R. S., Huey, R., Hart, W. E., Belew, R. K., & Olson, A. J. (1998). Automated docking using a Lamarckian genetic algorithm and an empirical binding free energy function. *Journal of Computational Chemistry*, *19*(14), 1639–1662. https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-987X(19981115)19:14<1639::AID-JCC10>3.0.CO;2-B
Sun, H., Saeedi, P., Karuranga, S., Pinkepank, M., Ogurtsova, K., Duncan, B. B., Stein, C., Basit, A., Chan, J. C. N., Mbanya, J. C., Pavkov, M. E., Ramachandaran, A., Wild, S. H., James, S., Herman, W. H., Zhang, P., Bommer, C., Kuo, S., Boyko, E. J., & Magliano, D. J. (2022). IDF Diabetes Atlas: Global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045. *Diabetes Research and Clinical Practice*, *183*. https://doi.org/10.1016/j.diabres.2021.109119
Visualizer, D. S. (2021). Dassault Syst emes, San Diego. BIOVIA. *Dassault Systèmes, BIOVIA Workbook, Release.*

DEVELOPMENT OF MARKET CLEARING PRICE FORECASTING SYSTEM BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND STATISTICAL METHODS

Doğa KÖKEN
Smartiks Software, Department of R&D, Istanbul, Turkey
ORCID: 0009-0006-1731-5502
Emirhan YAMAN
Smartiks Software, Department of R&D, Istanbul, Turkey
ORCID: 0009-0005-6320-2536
Ceren ULUS
EFA Innovation Consulting and Technology, Department of R&D, Adana, Turkey
ORCID: 0000-0003-2086-6381
M. Fatih AKAY
Çukurova University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Adana, Turkey
ORCID: 0000-0003-0780-0679

ABSTRACT
Electricity markets around the world are becoming increasingly complex due to rising energy demand, growing integration of renewable resources, and the inherent inability to store electricity at large scale. In countries such as Turkey—where market prices fluctuate sharply depending on real-time supply–demand imbalances—producers face significant uncertainty when preparing day-ahead bidding strategies. This volatility creates a critical need for accurate and data-driven forecasting systems capable of anticipating the Day-Ahead Market Clearing Price, which directly affects production planning, operational costs, and financial performance. Motivated by these challenges, this study aims to develop a high-accuracy forecasting framework based on artificial intelligence and statistical methods to support electricity producers in making more informed market decisions. The proposed system evaluates four structurally different deep learning architectures Multi-Layer Perceptron (MLP), Long Short Term Memory (LSTM), Temporal Convolutional Network (TCN), and transformer model—across lagged time series structures of 24 and 168 hours, allowing the models to capture both short-term and weekly temporal patterns. Using a dataset consisting of 76,679 hourly-format data points, each architecture was trained under identical experimental settings and evaluated using Mean Absolute Error and Mean Absolute Percentage Error metrics. The findings show that extending the lag window significantly improves performance in all models, with the TCN achieving the best results at MAE = 8.02 and MAPE = 9.30 for the 168-lag configuration. Overall, the system introduces a reliable, replicable, and high-performing forecasting pipeline that offers a strong foundation for future studies on electricity price forecasting.
Keywords: Market Clearing Price, Electricity Price Forecasting, Deep Learning, Time Series Prediction.

1. INTRODUCTION
Electricity markets operate within a dynamic and highly interconnected ecosystem in which supply, demand, and pricing mechanisms must be balanced continuously to maintain system stability. Unlike many other commodities, electricity cannot be stored economically at large scale, which necessitates real-time coordination between production and consumption. This structural constraint makes accurate short-term price forecasting a critical component of market operations. In Turkey's liberalized electricity market, the Day-Ahead Market Clearing Price (PTF) serves as the central reference value upon which producers, suppliers, and large consumers base their strategic and operational decisions. As fluctuations in PTF drive both

revenue expectations and cost structures, forecasting errors can lead to substantial financial loss, suboptimal production planning, and increased market risk exposure.

Over the past decade, price volatility in the Turkish electricity market has intensified due to increased renewable energy penetration, regional weather variability, economic fluctuations, and changing consumption patterns. These evolving dynamics have challenged the effectiveness of traditional forecasting models, which often rely on linear statistical assumptions and exhibit limited capability in capturing nonlinear, multiscale temporal relationships. At the same time, advancements in machine learning and deep learning have enabled the development of more sophisticated predictive models capable of learning complex structures from high-frequency market data. As a result, artificial intelligence has become an essential tool for improving forecasting accuracy in modern electricity markets.

In such volatile market conditions, forecasting systems must be capable of capturing both short-term fluctuations and recurring temporal patterns inherent in electricity prices. Daily and weekly operational cycles play a decisive role in price formation, making the design of appropriate temporal input structures a critical aspect of forecasting performance. Therefore, model architectures and lag configurations should be evaluated not only in terms of predictive accuracy but also in their ability to represent multi-scale temporal dependencies present in day-ahead electricity markets.

Motivated by these challenges and opportunities, this study aims to develop a comprehensive and high-accuracy PTF forecasting framework utilizing four structurally diverse deep learning models: MLP, LSTM, TCN, and transformer model. By evaluating each architecture under two different lag configurations—24 and 168—the study not only compares predictive performance but also investigates the influence of temporal window length on forecasting accuracy. The dataset used in this work consists of 76,679 observations in hourly format, representing a rich and volatile time series that reflects the complexity of the Turkish electricity market.

This paper is organized as follows: Section 2 presents a review of relevant literature. Section 3 describes methodologies. Section 4 describes data for the study. Section 5 explains development of the models. Section 6 reports experimental results and discussion. Finally, Section 7 concludes the study.

2. LITERATURE REVIEW

Ince, Kabul, and Aksoy (2025) investigated the prediction and optimisation of the PTF in the Turkish electricity market using a combination of machine learning models and optimisation techniques. Their study compared multiple algorithms—including Random Forest (RF), Extreme Gradient Boosting Machine, and Support Vector Regression (SVR) —and found that ensemble-based models yielded superior accuracy due to their ability to capture nonlinear interactions among market variables. In addition to prediction, the authors introduced an optimisation component to identify key drivers influencing PTF variability, highlighting the importance of feature prioritisation in market modelling. The findings demonstrate that integrated machine learning and optimisation approaches provide a robust framework for enhancing both forecasting performance and market interpretability.

Ergün, Bektaş, and Kaya (2025) developed a machine learning–based framework to forecast the PTF in the Turkish electricity market. Their study evaluates multiple regression and ensemble learning models, demonstrating tree-based algorithms such as RF and Gradient Boosting outperform traditional linear approaches in capturing nonlinear market behavior. The authors emphasize the importance of incorporating diverse market indicators—including demand levels, renewable generation shares, and exchange rate fluctuations—to improve predictive accuracy. Overall, the study confirms the effectiveness of modern machine learning techniques for short-term electricity price forecasting and provides empirical evidence relevant to emerging AI-driven energy analytics.

Darabi, Faridzad, and Ghasemi (2025) proposed two hybrid deep learning–based models to forecast the PTF in Iran's electricity market. Their framework integrates deep neural architectures with complementary preprocessing techniques, allowing the models to capture both short-term fluctuations and long-range temporal dependencies in highly volatile price signals. The results show that hybrid configurations outperform standalone deep learning models, particularly in markets characterized by structural uncertainty and high variability. This study highlights the effectiveness of combining advanced deep learning techniques with domain-specific feature engineering for accurate electricity price forecasting.

Şimşek (2024) conducted a comparative evaluation of machine learning and deep learning algorithms for estimating the Turkish PTF. The study examined a range of models—including RF, SVR, LSTM, and Gated Recurrent Unit—and found that deep learning architectures generally outperformed traditional machine learning techniques in capturing nonlinear and time-dependent market structures. The analysis highlights the importance of feature richness and temporal modeling capabilities, as models incorporating historical dependencies achieved significantly lower error rates. Overall, the study reinforces the growing consensus that deep learning provides a more robust foundation for electricity price forecasting in markets characterized by volatility and complex dynamics.

Saroha et al. (2021) proposed a hybrid forecasting framework that integrates wavelet packet decomposition with neural networks to model market clearing volumes. Their approach leverages time–frequency representations to capture short-term fluctuations and uses tracking signals to dynamically evaluate model performance. The findings demonstrate that combining wavelet-based preprocessing with neural architecture significantly improves accuracy. This work highlights the effectiveness of hybrid models in capturing complex patterns within electricity market signals.

Boru (2021) conducted a comparative analysis of neural network–based methods and boosting algorithms for predicting the market clearing price. The study shows that deep learning models can effectively capture nonlinear dependencies that traditional statistical techniques fail to represent. Boosting algorithms, particularly those optimizing high-dimensional variable interactions, also achieved strong performance. Overall, the research demonstrates that machine learning approaches can substantially enhance PTF forecasting accuracy.

Yang et al. (2021) introduced an adaptive learning framework for strategic bidding in uniform pricing electricity spot markets. Their model enables market participants to dynamically adjust bidding behavior in response to changing market conditions. By incorporating reinforcement and adaptive mechanisms, the study shows that AI-driven strategies can outperform conventional bidding heuristics. These findings underscore the value of intelligent decision systems in competitive electricity markets.

Andriopoulos et al. (2021) examined short-term electric load forecasting using data transformation techniques alongside statistical machine learning models. Their results reveal that preprocessing and feature engineering significantly influence model accuracy by reducing noise and clarifying underlying patterns. The transformed input data allowed machine learning models to perform more robustly. This study reinforces the importance of data preparation in energy forecasting applications.

Sözen et al. (2021) investigated the effects of the COVID-19 pandemic on electricity demand and market behavior in Turkey. Their findings indicate that pandemic-driven disruptions caused substantial deviations in consumption patterns and price dynamics. The authors emphasize that forecasting models must adapt to extreme conditions and incorporate exogenous shocks. This work demonstrates how macro-level events dramatically reshape energy market volatility.

Oviedo-Gómez et al. (2021) analyzed electricity price fundamentals in hydrothermal systems using machine learning and quantile regression. They highlight that capturing tail behavior in price distributions is essential, especially in volatile markets. Quantile regression methods

provided enhanced modeling of extreme events and price spikes. The study underscores the relevance of distribution-aware models for electricity price forecasting.

Viviani et al. (2021) compared inferential statistical approaches and machine learning models for forecasting in the German electricity market. The authors found that traditional models perform poorly when structural complexity increases, whereas machine learning architectures yield higher accuracy. Their results underscore the benefit of data-driven methods in large-scale markets. This transition reflects the growing need for advanced analytics in modern electricity systems.

Beltrán et al. (2022) proposed a collaborative intelligence framework that combines expert judgment with machine learning outputs for day-ahead price forecasting. Their hybrid approach outperformed standalone models by integrating human expertise into the predictive process. The findings illustrate the value of human–AI synergy in decision-making environments. This study positions collaborative systems as a promising direction for market forecasting.

Çetinkaya and Acarman (2021) developed a regression-based model for next-day electricity demand forecasting. Despite its simplicity, the model performed well in capturing short-term variations in demand. The authors highlight that with clean and well-structured data; traditional statistical techniques can still yield competitive results. Their work emphasizes the foundational role of data quality in forecasting tasks.

Lehr and Valdés (2021) applied artificial neural networks to forecast electricity prices in Europe's single day-ahead coupled market. Their model considers interregional price interactions, improving predictive accuracy across interconnected zones. The results show that cross-market dependencies are crucial for forecasting performance. This work reinforces the importance of regional coupling in electricity price modeling.

Gundu and Simon (2021) utilized Particle Swarm Optimization (PSO)-optimized LSTM networks to forecast heterogeneous electricity price time series. Particle swarm optimization effectively tuned hyperparameters and significantly enhanced LSTM performance. The model captured short-term volatility with strong accuracy. These results illustrate the usefulness of optimization algorithms in improving deep learning models.

Toğaçar et al. (2020) presented a hybrid learning framework that integrates Minimal Redundancy Maximal Relevance (mRMR) feature selection with deep feature extraction to improve model efficiency. By removing redundant variables, the approach reduces complexity while boosting predictive performance. The model achieved strong classification accuracy in their experiments. This research highlights the critical role of feature selection in machine learning pipelines.

3. METHODOLOGY

3.1 Multi-Layer Perceptron

According to Kruse et al. (2022), a MLP is a feedforward artificial neural network composed of an input layer, one or more hidden layers, and an output layer. Each neuron performs a weighted summation of its inputs followed by a nonlinear activation function, enabling the network to approximate complex and nonlinear relationships between variables. By adjusting connection weights through backpropagation, MLPs can generalize from training data and are widely used for regression and classification tasks. Their simple yet powerful structure makes them a fundamental building block in deep learning and predictive modeling.

3.2 Long Short-Term Memory

According to Graves (2012), the LSTM network is a specialized form of RNN designed to overcome the vanishing and exploding gradient problems that limit conventional RNNs. It introduces memory cells regulated by input, output, and forget gates, allowing the model to selectively retain or discard information over long temporal sequences. This gated architecture enables LSTM networks to capture both short- and long-term dependencies, making them

highly effective for time-series forecasting and sequential data modeling. As a result, LSTMs have become a foundational architecture for many applications involving temporal dynamics and sequence prediction.

3.3 Temporal Convolutional Network

According to Lea et al. (2017), TCN is a deep learning architecture that models sequential data through dilated causal convolutions, enabling the network to capture long-range temporal dependencies without relying on recurrent connections. Unlike RNN, TCNs process sequences in parallel, improving training efficiency and stability while preserving the temporal order of the input. By stacking convolutional layers with increasing dilation factors, TCNs can effectively learn hierarchical temporal features across varying time scales. This structure makes them highly suitable for time-series forecasting, speech recognition, and action segmentation tasks.

3.4 Transformers

According to Zhou et al. (2023), the Transformer is a deep learning architecture that relies entirely on self-attention mechanisms rather than recurrence or convolution to process sequential data. By computing pairwise dependencies between all elements in a sequence, it effectively captures both short- and long-range contextual relationships in parallel. This attention-based design allows Transformers to generalize across varying sequence lengths and provide superior scalability and performance in sequence modeling tasks. As a result, they have become the foundation of modern architecture used in natural language processing, vision, and time-series forecasting.

4.DATA GENERATION

The dataset used in this study consisted of 76679 hourly-format data records representing market dynamics in the Turkish electricity system between January 2018 and June 2023. Each record contained a comprehensive set of variables describing demand, supply, generation mix, and financial indicators relevant to price formation. These features allowed the development of accurate and generalizable forecasting models for PTF.

The hourly PTF values, ranged from 9.0 to 42791.0, with a mean of 4686.0 and a standard deviation of 2460.95. This wide distribution reflects the volatility and diversity of the electricity market across different seasons.

Statistical information about the data set is given in Table 1.

Table 1. Features

Title	**Value**
Data Samples	76679
Minimum Value	9
Maximum Value	42791
Mean	4686
Standard Deviation	2460.95

5. DEVELOPMENT OF THE MODELS

Forecasting experiments were conducted using time series–based deep learning architectures with structurally different network designs. The purpose of this setup was to evaluate how architectural diversity among deep learning models influences forecasting performance in the PTF prediction problem. Two distinct lag configurations, 24-hour and 168-hour—were employed to examine the effect of temporal dependency depth on prediction accuracy.

Four deep learning architectures were implemented: MLP, LSTM, TCN, and Transformer. Each model represents a different class of deep learning methodology, allowing for a comparative evaluation of how model structure impacts the handling of temporal and nonlinear relationships in time-series forecasting.
The parameters used for each algorithm were defined in Table 2.

Table 2. Hyperparameters of the models

Model	**Parameters**
MLP	hidden_size = 32 n_layers = 2
LSTM	encoder_hidden_size = 32 encoder_n_layers = 2 decoder_hidden_size = 32 decoder_n_layers = 2
TCN	encoder_hidden_size = 32 encoder_n_layers = 2 decoder_hidden_size = 32 decoder_n_layers = 2 kernel_size = 2
Transformer	encoder_n_layers = 2 decoder_n_layers = 1 n_head = 4

6. RESULT AND DISCUSSION

The forecasting performance of four different deep learning models—MLP, LSTM, TCN, and Transformer—was compared under two distinct lag configurations: 24-Lag and 168-Lag. The evaluation was conducted using MAE ve MAPE metrics to measure model accuracy across different temporal dependencies.

Table 3. MAE and MAPE values of the models before and after applying the ReliefF

Method	**MAE – 24 Lag**	**MAPE – 24 Lag**	**MAE –168 Lag**	**MAPE – 168 Lag**
MLP	13.71	16.15	8.70	9.75
LSTM	14.41	15.17	9.16	9.83
TCN	10.44	13.10	8.02	9.30
Transformers	12.05	13.65	11.05	11.91

When the results obtained from the developed models were examined:

- The MLP model achieved an MAE of 13.71 and a MAPE of 16.15 under the 24-Lag configuration, which improved to 8.70 and 9.75, respectively, in the 168-Lag configuration. This substantial improvement indicates that incorporating longer historical data significantly enhances the prediction capability of the MLP model.
- Similarly, the LSTM model exhibited a comparable improvement, with MAE and MAPE values decreasing from 14.41 and 15.17 at 24-Lag to 9.16 and 9.83 at 168-Lag, respectively. These results suggest that the LSTM model benefits from longer-term temporal dependencies, effectively reducing forecasting errors as the lag window expands.
- The TCN model demonstrated the strongest performance among all architectures. For the 24-Lag configuration, its MAE and MAPE were 10.44 and 13.10, which further decreased to 8.02 and 9.30 in the 168-Lag configuration. The TCN consistently

achieved the lowest MAE and MAPE values across all experiments, confirming its robustness and superior ability to capture temporal patterns in time-series data.

- The Transformer model achieved an MAE of 12.05 and a MAPE of 13.65 under the 24-Lag configuration, improving to 11.05 and 11.91 at 168-Lag. Although a slight improvement was observed, the Transformer remained the weakest performer among the four architectures, likely due to its higher sensitivity to data scale and parameter tuning requirements.

Overall, the results demonstrate that extending the lag window from 24 to 168 hours improves model accuracy for all architectures, verifying that longer historical context positively impacts predictive performance. Among all tested models, the TCN architecture exhibited a distinct and consistent superiority in both scenarios. Therefore, in model selection for time-series forecasting tasks such as PTF prediction, not only the network architecture but also the chosen lag configuration should be considered as a critical factor influencing model performance.

7. CONCLUSION

Volatile electricity prices and the increasing complexity of liberalized energy markets have made accurate short-term price forecasting a critical requirement for market participants. In day-ahead electricity markets, even small forecasting errors can lead to inefficient bidding strategies, increased operational costs, and heightened financial risk.

This study presented the development of an Artificial Intelligence–based forecasting framework for predicting the PTF in the Turkish electricity market. The proposed system integrated four deep learning architectures MLP, LSTM, TCN, and Transformer—to evaluate the effect of architectural diversity and temporal dependency on time-series forecasting performance.

Experimental results demonstrated that increasing the lag value from 24 to 168 hours significantly improved prediction accuracy for all models, confirming the importance of incorporating longer historical data in electricity price forecasting. Among the evaluated architectures, the TCN model consistently achieved the lowest error metrics, with MAE and MAPE values of 8.02 and 9.30, respectively, under the 168-Lag configuration. These findings highlight the model's strong ability to capture temporal patterns and adapt to nonlinearity in market behavior.

Overall, the study confirms that both model architecture and lag configuration play critical roles in determining forecasting accuracy. The comparative analysis establishes that convolutional temporal models such as TCN offer a reliable and computationally efficient approach for short-term electricity price prediction, providing valuable analytical support for data-driven decision-making in modern energy markets.

REFERENCES

Kruse, R., Mostaghim, S., Borgelt, C., Braune, C., & Steinbrecher, M. (2022). Multi-layer perceptrons. In Computational intelligence: a methodological introduction (pp. 53-124). Cham: Springer International Publishing.

Graves, A. (2012). Long short-term memory. In Supervised sequence labelling with recurrent neural networks (pp. 37–45). Berlin, Heidelberg: Springer.

Lea, C., Flynn, M. D., Vidal, R., Reiter, A., & Hager, G. D. (2017). Temporal convolutional networks for action segmentation and detection. In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (pp. 156–165).

Zhou, H., Bradley, A., Littwin, E., Razin, N., Saremi, O., Susskind, J., ... & Nakkiran, P. (2023). What algorithms can transformers learn? A study in length generalization. arXiv preprint arXiv:2310.16028.

Saroha, S., Zurek-Mortka, M., Szymanski, J. R., Shekher, V., & Singla, P. (2021). Forecasting of market clearing volume using wavelet packet-based neural networks with tracking signals. Energies, 14(19), 6065.

Boru, A. (2021). Prediction of market-clearing price using neural networks based methods and boosting algorithms. International Advanced Researches and Engineering Journal, 5(2), 240–246.
Yang, Y., Ji, T., & Jing, Z. (2021). Adaptive learning for strategic bidding in a uniform pricing electricity spot market. CSEE Journal of Power and Energy Systems.
Andriopoulos, N., Magklaras, A., Birbas, A., Papalexopoulos, A., Valouxis, C., Daskalaki, S., ... & Papaioannou, G. P. (2021). Short-term electric load forecasting based on data transformation and statistical machine learning. Applied Sciences, 11(1), 158.
Sözen, A., İzgeç, M. M., Kırbaş, İ., Kazancıoğlu, F. Ş., & Tuncer, A. D. (2021). Overview, modeling and forecasting the effects of COVID-19 pandemic on energy market and electricity demand: A case study on Turkey. Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, 1–16.
Oviedo-Gómez, A., Londoño-Hernández, S. M., & Manotas-Duque, D. F. (2021). Electricity price fundamentals in hydrothermal power generation markets using machine learning and quantile regression analysis. International Journal of Energy Economics and Policy, 11, 66–77.
Viviani, E., Di Persio, L., & Ehrhardt, M. (2021). Energy markets forecasting: From inferential statistics to machine learning—The German case. Energies, 14, 364.
Beltrán, S., Castro, A., Irizar, I., Naveran, G., & Yeregui, I. (2022). Framework for collaborative intelligence in forecasting day-ahead electricity price. Applied Energy, 306, 118049.
Çetinkaya, M., & Acarman, T. (2021, March). Next-day electricity demand forecasting using regression. In 2021 International Conference on Artificial Intelligence and Smart Systems (ICAIS) (pp. 1549–1554). IEEE.
Lehr, L., & Valdés, F. (2021, October). Forecasting electricity prices from European single day-ahead coupling using artificial neural networks. In 2021 IEEE Electrical Power and Energy Conference (EPEC) (pp. 202–207). IEEE.
Gundu, V., & Simon, S. P. (2021). PSO–LSTM for short-term forecast of heterogeneous time series electricity price signals. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 12(2), 2375–2385.
Ergün, M. U., Bektaş, Y., & Kaya, T. (2025, July). Market Clearing Price Prediction in the Electricity Market in Turkey Using Machine Learning Methods. In International Conference on Intelligent and Fuzzy Systems (pp. 286-293). Cham: Springer Nature Switzerland.
Ince, M., Kabul, A., & Aksoy, M. (2025). Prediction and optimisation of electricity market clearing price in Turkey by using machine learning methods. International Journal of Oil, Gas and Coal Technology, 37(4), 438-466.
Darabi, B., Faridzad, A., & Ghasemi, A. Forecasting the Market Clearing Price in Iran's Electricity Market Using Two Deep Learning-Based Hybrid Models.
Şimşek, A. İ. (2024). Comparative Analysis of Machine and Deep Learning Methods in Estimating the Turkish Electricity Market Clearing Price. Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 36(2), 859-867.

TARIMDA KARBON VE AZOT AYAK İZİ: SÜRDÜRÜLEBİLİR GELECEK İÇİN ÖNCELİKLİ BİR ÖLÇÜT

Rukiye DEMİR
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 60250 Taşlıçiftlik, Tokat
ORCID ID: 0009-0001-0748-869X

Dr. Öğr. Üyesi Öznur ÖZ ATASEVER
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 60250 Taşlıçiftlik, Tokat
ORCID ID: 0000-0002-8372-5327

ÖZET
Sanayi Devrimi'nden bu yana artan enerji tüketimi, fosil yakıt kullanımı ve kentleşme gibi insan faaliyetleri, sera gazı emisyonlarını artırarak küresel ısınma ve iklim değişikliğini tetiklemiştir. Tarım sektörü, bu emisyonların %20-25'inden sorumlu olup, özellikle CO_2, CH_4 ve N_2O gibi gazlar üretim süreçlerinde yaygın şekilde açığa çıkmaktadır.
Karbon ayak izi, bireylerin, organizasyonların, ürünlerin veya etkinliklerin sera gazı emisyonlarını, özellikle karbondioksit (CO_2) ve diğer sera gazlarının atmosfere salınmasıyla ilişkili toplam etkisini ölçen bir kavramdır. Bu ölçüm, genellikle birim zaman diliminde (genellikle bir yıl) belirli bir kişi, toplum veya faaliyetin ne kadar karbon salınımına neden olduğunu ifade eder. Tarımsal üretimde bu iz; sulama, gübreleme, enerji kullanımı ve lojistik gibi unsurlarla şekillenmektedir. Azot ayak izi, tarımsal faaliyetler sırasında azot bazlı gübrelerin kullanımı sonucunda ortaya çıkan çevresel etkileri ifade etmektedir. Tarımda, azotlu gübrelerin aşırı kullanımı, toprağa, su kaynaklarına ve doğal ekosistemlere zarar verme potansiyeline sahiptir. Azot ayak izi genellikle tarımsal üretim süreçlerinde salınan azot oksit (N_2O) gibi sera gazlarının emisyonları ile ilişkilidir.
Bu derleme, mevcut tarımsal uygulamaların karbon ve azot ayak izlerini nasıl etkilediğini ve bu ölçütlerin dikkate alınarak tarımsal sürdürülebilirliğe nasıl katkıda bulunabileceğini ortaya koymaktadır.
Anahtar kelimeler: Karbon Ayak İzi, Sürdürülebilirlik, Sera gazı emisyonları, İklim değişikliği

CARBON AND NITROGEN FOOTPRINT IN AGRICULTURE: A PRIORITY METRIC FOR A SUSTAINABLE FUTURE

ABSTRACT
Since the Industrial Revolution, human activities such as increasing energy consumption, fossil fuel usage, and urbanization have heightened greenhouse gas emissions, triggering global warming and climate change. The agricultural sector is responsible for approximately 20-25% of these emissions, notably releasing gases such as CO_2, CH_4, and N_2O during production processes.
The carbon footprint is a concept that measures the total impact of individuals, organizations, products, or activities related to greenhouse gas emissions, particularly the release of carbon dioxide (CO_2) and other greenhouse gases into the atmosphere. This measurement typically expresses how much carbon emissions are caused by a specific person, community, or activity within a defined time frame (usually one year). In agricultural production, this footprint is shaped by factors such as irrigation, fertilization, energy usage, and logistics.

The nitrogen footprint refers to the environmental impacts arising from the use of nitrogen-based fertilizers during agricultural activities. In agriculture, the excessive use of nitrogenous fertilizers has the potential to harm soil, water resources, and natural ecosystems. The nitrogen footprint is often associated with the emissions of greenhouse gases such as nitrous oxide (N_2O) during agricultural production processes.
This review aims to highlight how current agricultural practices influence carbon and nitrogen footprints and how accounting for these metrics can contribute to agricultural sustainability.
Keywords: Carbon Footprint, Sustainability, Greenhouse gas emissions, Climate change

GİRİŞ

Dünyanın iklim sistemi, dünyanın kendi iç dinamikleri ve dış faktörlerin etkisi sonucu oluşmaktadır. Volkanik faaliyetler, okyanus akıntıları, güneş ışınları gibi doğal faktörlerin yanı sıra insan faaliyetlerinin atmosferin bileşimi üzerindeki etkileri de dış faktörleri oluşturur (Atabey, 2013). Tarım sektörü, insan kaynaklı sera gazı emisyonlarına en büyük katkıda bulunan sektörlerden biridir (Xu ve ark, 2022). Ürün ve makine üretimi, malzeme taşımacılığı ve doğrudan ve dolaylı toprak sera gazı emisyonları gibi çeşitli kaynaklardan kaynaklanan küresel karbon emisyonlarına önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır (Hiller ve ark 2009). Tarımsal faaliyetler, atmosfere önemli miktarlarda CO_2, CH_4 ve N_2O salmaktadır. Karbondioksit büyük ölçüde bitki kalıntılarının ve toprak organik maddesinin mikrobiyal ayrışması veya yanmasıyla; metan, organik maddelerin oksijensiz koşullarda ayrışmasıyla, özellikle geviş getiren hayvanların fermantatif sindirimi ve depolanmış gübreler ile; Azot oksit ise, toprak ve gübrelerdeki azotun mikrobiyal dönüşümüyle üretilir ve özellikle nemli koşullar altında, mevcut azotun bitki gereksinimlerinden fazla olduğu durumlarda artar (Smith ve ark 2008).
İnsan faaliyetleri sebebiyle sera etkisi oluşturan karbon salınımını tespit etmek için kullanılan en güncel yöntem ‘’ayak izi’’ hesabıdır. Xu ve ark. 2022, Ayak izi kavramının, 1990'ların başlarında Rees (1992) tarafından "ekolojik ayak izi" teriminin ortaya atılmasıyla ortaya çıktığını bildirmiştir. Karbon ayak izi, farklı ürünlerin iklim değişikliği üzerindeki etkilerini karşılaştırmak ve sera gazı emisyonları için azaltma önlemlerini araştırmak için kullanılırken, Azot ayak izi, insan faaliyetleri nedeniyle çevreye kaybedilen toplam azot miktarını ifade eden bir gösterge olarak tanımlanmıştır. Tarım sistemlerinde C ve azot (N) ayak izlerinin azaltılması, küresel ısınma ve modern çağda sürdürülebilir ürün üretimiyle doğrudan bağlantılı oldukları için giderek daha önemli bir konu olarak kabul edilmekte ve ele alınmaktadır (Sarkar ve ark., 2022).

Karbon Ayak İzi

Belirli bir alan ve belirli bir zamanda atmosfere salınan sera gazları emisyon olarak tanımlanmaktadır (Erdoğan, 2020). Bir kişinin, etkinliğin, ürünün ya da organizasyonun doğrudan veya dolaylı olarak sebep olduğu sera gazı emisyonlarının toplamı karbon ayak izi olarak ifade edilir (Wiedman ve Minx, 2008). Peters (2010)’e göre de karbon ayak izinin kabul görmüş ve yaygın bir şekilde kullanılan bir tanımı mevcut olmayıp ancak ayak izinin ne olduğu kavramı mevcuttur ve şu şekilde olabilir: Bir işlevsel birimin 'karbon ayak izi', belirtilen mekansal ve zamansal sistem sınırları içerisinde hem tüketim hem de üretimde tüm ilgili emisyon kaynaklarını, emicileri ve depolama alanlarını dikkate alan belirli bir ölçüt altında iklim etkisidir.
Karbon emisyonları açısından tarımsal uygulamalar birincil, ikincil ve üçüncül kaynaklar olarak gruplandırılabilmektedir. Karbon emisyonlarının birincil kaynakları ya hareketli işlemlerden (örneğin, toprak işleme, ekim, hasat ve nakliye) ya da sabit işlemlerden (örneğin, su pompalama, tahıl kurutma) kaynaklanmaktadır.

Karbon emisyonlarının ikincil kaynakları gübre ve pestisitlerin üretimi, paketlenmesi ve depolanmasını içerir.
Karbon emisyonlarının üçüncül kaynakları ise hammadde temini, ekipman ve çiftlik binalarının imalatı vb. içerir. Bu nedenle, emisyonları azaltmak, kayıpları azaltarak ve diğer karbon verimli alternatifleri kullanarak tüm bu girdilerin kullanım verimliliğini artırmak anlamına gelir (Lal, 2004).
Gübreleme, fosil yakıt kullanımı ve pestisit uygulamaları sonucunda meydana çıkan karbon salımı, topraktaki mikrobiyal dengenin bozulmasına ve organik madde kayıplarına neden olmaktadır (Türe, 2018). Yüksek karbon ayak izi sürdürülebilir tarım uygulamalarını zorlaştırmaktadır. Bunun yanı sıra da karbon vergileri ve çevresel düzenlemeler sebebi ile üreticileri ekonomik baskı altına sokmaktadır (Eryılmaz ve Kılıç; 2018). Ayrıca yoğun bir şekilde kullanılan pestisit ve kimyasal gübreler, toprağın sağlığını ve biyoçeşitliliği olumsuz yönde etkileyerek toprak yapısının bozulmasına neden olmaktadır (Anonim a).

Azot Ayak İzi

İnsan faaliyetleri tarafından bolluğu en fazla arttırılan kimyasal element azottur (Erisman ve ark., 2008; Leach ve ark., 2012). Azot dünyada yaşamsal bir element olup fosil yakıt tüketimi ve tarımsal aktivite sonucu artmaktadır. Çevrede bulunan reaktif azotun kullanılmasının insanlar üzerinde hem yararlı hem zararlı etkileri bulunmaktadır. Endüstriyel uygulamalar ve gıda üretimi yararlı etkileri olurken, fosil yakıtların yanması esnasında meydana çıkan azotun tamamı hem ekosistemi hem de insanları olumsuz anlamda etkileyen zararlı etkiler arasında yer almaktadır (Leach ve ark., 2012; Mızık ve avdan., 2020). Üretim ve tüketim aşamalarında meydana çıkan reaktif azotun yönetiminin sağlanabilmesi amacıyla Nitrojen ayak izi ifadesi kullanılmaktadır. Nitrojen ayak izi insan faaliyetleri sonucu ortaya çıkan reaktif nitrojen (Nr-N2 dışındaki nitrojen türlerinin tümü) miktarının bir ölçümü olup toplam nitrojen (Nr) birimi cinsinden ifade edilmektedir (Čuček ve ark., 2012).
Tarımda azot ayak izi, azot girdileri (kimyasal gübreler, hayvan dışkısı, yem) ile azot çıktıları (suya karışan nitrat, gaz emisyonu, ürün) arasındaki farkı ifade eder. Azotlu gübrelerin aşırı kullanılması, bu gübrelerin yer altı suyuna karışarak nitrat kirliliği oluşturmasına sebep olur. Bu da içme suyu açısından çok ciddi tehlikelere yol açmaktadır (Leach ve ark., 2012). Tarımsal faaliyetler sonucunda açığa çıkan N2O, karbondioksite göre 300 kat daha güçlü bir sera gazı olduğundan iklim değişikliğini de arttırmaktadır (Leach ve ark., 2016). Fazla azot nehir ve göllerde ötrifikasyona sebebiyet vermektedir. Oksijen azalması ve alg patlamaları sonucu biyolojik çeşitlilikte azalma meydana gelmektedir (Shibata ve ark., 2017).

Karbon ve Azot Ayak İzinin Çevresel Etkileri

Sera gazı emisyonları, ekonomik kalkınma, nüfus artışı, artan enerji tüketimi ile birlikte tahıl verimini artırmak amacıyla kullanılan kimyasal gübreler, pestisitler ve tarım filmleri gibi faktörlerin etkisiyle artış göstermektedir. Özellikle her yıl uygulanan azotlu (N) gübrelerin önemli bir kısmı, reaktif azot (Nr, N2 hariç tüm azot türleri) olarak çevreye salınmakta ve bu durum hava kirliliği, ötrofikasyon ve stratosferik ozon tabakasının incelmesi gibi bir dizi çevresel soruna neden olmaktadır.
Yüksek miktardaki emisyonların atmosfere salınımı sonucunda hızlanan iklim değişikliği, meyve ağaçlarının da hassas olduğu dolu, kuraklık, don, aşırı sıcak hava dalgaları gibi doğa olaylarının şiddetini ve sıklığını arttırmaktadır. (Salama ve ark., 2021). Aynı zamanda sıcaklıkların artması ile bitkilerin fenolik gelişimi(çiçeklenme, meyve verme süresi) hızlanmakta ancak aşırı sıcaklıklar sebebiyle polen gelişimi olumsuz etkilenmektedir Bu durum verimde azalmaya sebep olur (Hatfield ve Prueger, 2015). İklim değişikliği ile meydana gelen kuraklık tarımsal sulama ihtiyacını arttırarak su kaynakları üzerinde baskıya sebep olmaktadır. Artan karbon emisyonları sebebiyle sıcaklıkların artması topraktaki buharlaşmayı arttırarak,

toprak neminde azalmalara sebep olmaktadır. Bu durum özellikle de yarı kurak alanlarda suya olan ihtiyacı arttırdığından su kaynaklarının yok olmasına sebep olmaktadır (Akalın, 2014). Ayrıca yoğun bir şekilde kullanılan pestisit ve kimyasal gübreler, toprağın sağlığını ve biyoçeşitliliği olumsuz yönde etkileyerek toprak yapısının bozulmasına neden olmaktadır
Karbondioksitin artmasıyla fotosentezin artması bazı ürünlerde verimi yükseltse bile bu ürünlerin besin değerini düşürmektedir. Özellikle de temel besinlerden olan pirinç ve buğdayda çinko ve demir oranında azalma meydana gelmektedir (Myers ve ark., 2014).

Tarımda Sürdürülebilirlik Stratejileri

Birçok tarımsal uygulama, potansiyel olarak sera gazı (GHG) emisyonlarını azaltma kapasitesine sahiptir; bu uygulamalar arasında en belirgin olanları, iyileştirilmiş ekili alan ve otlak yönetimi ile bozulmuş arazilerin ve işlenmiş organik toprakların restorasyonunu içermektedir. Ayrıca, daha düşük fakat yine de önemli olan emisyon azaltım potansiyelinin su yönetimi, nadasa bırakma, arazi kullanım değişikliği, tarımsal ormancılık, hayvancılık yönetimi ve gübre yönetimi tarafından sağlandığı görülmektedir. Bunun yanı sıra, tarımsal hammaddeler (örneğin, mahsul artıkları, gübre ve özel enerji bitkileri) kullanılarak fosil yakıtların enerji üretiminde ikame edilmesi de sera gazı emisyonlarının azaltılmasına katkıda bulunabilir. Bahçecilik alanlarının konumlandırılmasında, bahçelerin rüzgar yönü, nem konsantrasyonu ve güneş alma süresi gibi özelliklerin dikkate alınması, fotosentez verimliliğini artırmaktadır. Ayrıca, mikroklima uygunluğu, sulama ihtiyacını azaltarak su kaynaklarının korunmasına katkıda bulunmaktadır (Sharma ve ark., 2021). Bahçelerin nem tutma kapasitesine, hakim rüzgar yönüne ve güneşlenme süresine göre konumlandırılması, bakım ve sulama uygulamalarındaki enerji tüketimini de en aza indirmektedir. Özellikle güneş ışığının optimum seviyede alındığı, su buharlaşmasının minimize edildiği ve rüzgar koridorlarından uzak olan alanlar, enerji verimliliğini artırmakta ve dolayısıyla karbon salınımını azaltmaktadır (Allen ve ark., 1998). Tarımsal sulamalarda uygun sulama yöntemlerinin seçilmesi (yağmurlama, damla sulama) buharlaşmayı azaltarak su kaynaklarının yok olmasının önüne geçmektedir (Rockstrom ve ark., 2009).

Kimyasal gübreleme yerine yeşil gübre, kompost ve hayvansal gübre kullanımı azot ayak izini azaltmaktadır. Aynı zamanda düşük toprak işleme de toprağın organik karbonunu koruyarak karbondioksit salınımını düşürmektedir (Lal, 2004).

Tek çeşit yerine ürün rotasyonu ve çeşitlilik hem karbon hem de azot ayak izini azaltmaktadır. Bölge iklimine uyum sağlamış olan türler daha az gübre ve su ihtiyacı ile çevresel baskıyı azaltmaktadır (Werf ve ark., 2020).

Ekosistem hizmetlerini zenginleştiren ve meyve bahçelerinin karbon tutma kapasitesini artıran bir diğer yöntem ise Agroforestry (tarım ve ormancılığı birleştiren sürdürülebilir bir arazi kullanım sistemi) uygulamalarıdır. Bahçelerin doğal bitkilerle bağlantılı şekilde planlanması, bitki örtüsünde ve toprakta karbon depolayarak çift yönlü bir azaltım sağlamaktadır. Bununla birlikte biyolojik çeşitliliğin korunmasını sağlayarak iklim değişikliğine karşı dirençli üretim alanlarının oluşturulmasına olanak sağlamaktadır. Bu sistemler, özellikle biyolojik koridorlarda ve geçiş zonlarına uygulandığında hem kültürel hem de çevresel sürdürülebilirliği desteklemektedir (Nair, 2011).

Loannidou ve arkadaşları (2024) yürüttükleri bir çalışmada, monokültür bahçelere kıyasla karışık türlerden oluşan meyve bahçelerinin hektar başına %15-20 oranında daha fazla karbon sekestrasyonu sağladığını ve bunun da iklim değişikliği etkilerinin azaltılmasına fayda sağladığını ortaya koymuştur.

Yenilebilir enerji kullanımı tarımda karbon ayak izini düşürmektedir. Ayrıca dijital tarım teknikleri (Drone, uydu ve sensörler gibi) ile kaynak kullanımı optimize edilebilmektedir (Jagadesh ve ark., 2024).

ARTIŞMA ve SONUÇ

Tarım sektörü, küresel sera gazı emisyonlarının önemli bir bölümünü oluşturarak hem karbon hem de azot ayak izi açısından çevresel sürdürülebilirlik üzerinde kritik bir rol oynamaktadır. Fosil yakıt kullanımı, sulama, gübreleme ve lojistik süreçler tarımsal üretimin karbon ayak izini artırırken; azotlu gübrelerin aşırı ve kontrolsüz kullanımı nitrat kirliliği, ötrifikasyon ve güçlü bir sera gazı olan N_2O salınımı yoluyla ekosistemleri ve iklimi olumsuz etkilemektedir. Bu iki ayak izi birlikte değerlendirildiğinde, tarımın yalnızca üretim boyutunda değil, aynı zamanda çevresel ve ekonomik boyutlarda da sürdürülebilirlik açısından yeniden düşünülmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Karbon ayak izinin yüksekliği, iklim değişikliğini tetikleyerek kuraklık, aşırı yağış ve sıcaklık dalgalanmaları gibi tarımsal üretimi doğrudan etkileyen riskleri artırmaktadır. Azot ayak izi ise su ve toprak kalitesini bozarak biyoçeşitliliğin azalmasına, ekosistem dengesinin bozulmasına ve uzun vadede tarımsal verimliliğin düşmesine yol açmaktadır. Bu durum, çiftçilerin ekonomik sürdürülebilirliğini tehdit ederken aynı zamanda gıda güvenliği üzerinde de ciddi baskılar oluşturmaktadır.

Dolayısıyla, tarımda karbon ve azot ayak izlerinin azaltılması çevresel zararların önlenmesi için oldukça önem arz etmektedir. Hassas gübreleme teknikleri, yenilenebilir enerji kullanımı, agroforestry uygulamaları gibi bütüncül yaklaşımlar sayesinde bu ayak izleri azaltılabilir.

Sonuç olarak, karbon ve azot ayak izlerinin izlenmesi ve azaltılması, iklim değişikliği ile mücadelede ve tarımsal sürdürülebilirliğin sağlanmasında öncelikli bir ölçüt olarak görülmelidir.

KAYNAKLAR

Allen, RG, Pereira, LS, Raes, D., & Smith, M. (1998). Bitki buharlaşması - Bitki su gereksinimlerinin hesaplanmasına ilişkin kılavuzlar - FAO Sulama ve drenaj belgesi 56. FAO, Roma , 300 (9), D05109.

Atabey, T. (2013). Karbon ayak izinin hesaplanması: Diyarbakır örneği. Fırat Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Elazığ.

Čuček L., Klemeš J.J., Kravanja Z., (2012), A review of footprint analysis tools for monitoring impacts on sustainability, Journal Of Cleaner Production, 34, 9-20.

Erdoğan, S. (2020). Enerji, çevre ve sera gazları. Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 10(1), 277-303.

Erisman, J., Sutton, M., Galloway, J. ve diğerleri. Bir asırlık amonyak sentezi dünyayı nasıl değiştirdi? Nature Geosci 1 , 636–639 (2008).

Eryılmaz, G. A., & Kılıç, O. (2018). Türkiye'de sürdürülebilir tarım ve iyi tarım uygulamaları. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 21(4), 624-631.

Hatfield, JL ve Prueger, JH (2015). Sıcaklık aşırıları: Bitki büyümesi ve gelişimi üzerindeki etkisi. Hava ve iklim aşırıları , 10 (A Bölümü), 4-10.

Hillier, J., Hawes, C., Squire, G., Hilton, A., Wale, S., & Smith, P. (2009). Gıda mahsulü üretiminin karbon ayak izleri. Uluslararası Tarımsal Sürdürülebilirlik Dergisi , 7 (2), 107–118. https://doi.org/10.3763/ijas.2009.0419

Ioannidou, S., Litskas, VD, Stavrinides, M., & Vogiatzakis, IN (2025). Akdeniz adası ortamında karma meyve bahçelerinin karbon tutulumu ve iklim değişikliğinin hafifletilmesindeki rolü. Sürdürülebilir Gıda Sistemlerinde Sınırlar , 8 , 1457462.

Jagadesh, M., Dash, M., Singh, SK, Kumari, A., Verma, KK (2024). Tarımda Karbon Ayak İzleri: Zorluklar, Azaltma Stratejileri ve Gelecek Beklentileri. Muthu, SS (ed.) Karbon Ayak İzi Değerlendirmeleri. Çevresel Ayak İzleri ve Ürün ve Süreçlerin Eko-tasarımı. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-70262-4_2

Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. science, 304(5677), 1623-1627.
Leach, A. M., Emery, K. A., Gephart, J. A., Davis, K. F., Erisman, J. W., Leip, A., ... & Galloway, J. N. (2016). Environmental nitrogen footprint of agriculture in the United States. Environmental Research Letters, 11(4), 044016
Leach, A. M., Galloway, J. N., Bleeker, A., Erisman, J. W., Kohn, R., & Kitzes, J. (2012). A nitrogen footprint model to help consumers understand their role in nitrogen losses to the environment. Environmental Development, 1(1), 40–66.
Myers, SS, Zanobetti, A., Kloog, I., Huybers, P., Leakey, AD, Bloom, AJ, ... & Usui, Y. (2014). Artan CO2 insan beslenmesini tehdit ediyor. Nature , 510 (7503), 139-142.
Mızık, E. T., & Yiğit Avdan, Z. (2020). Sürdürülebilirliğin temel taşı: ekolojik ayak izi.
Nair, PR (2011). Tarımsal ormancılık sistemleri ve çevre kalitesi: giriş. Çevre kalitesi dergisi , 40 (3), 784-790.
Peters, GP (2010). Karbon ayak izleri ve çoklu ölçeklerde somut karbon. Çevresel sürdürülebilirlik konusunda güncel görüş , 2 (4), 245-250.
Rockstrom, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., Chapin III, FS, Lambin, E., ... & Foley, J. (2009). Gezegen sınırları: İnsanlık için güvenli çalışma alanını keşfetmek. Ekoloji ve toplum , 14 , 1-33.
Salama, A. M., Ezzat, A., El-Ramady, H., Alam-Eldein, S. M., Okba, S. K., Elmenofy, H. M., ... & Holb, I. J. (2021). Temperate fruit trees under climate change: Challenges for dormancy and chilling requirements in warm winter regions. Horticulturae, 7(4), 86.
Sarkar, S., Hossain, A., Saha, S., Samui, I., Sau, S., & Meena, R. S. (2020). Carbon and nitrogen footprints management for environmental and food security. In Agroecological Footprints Management for Sustainable Food System (pp. 115-153). Singapore: Springer Singapore.
Sharma, V., Singh, PK, Bhakar, SR, Yadav, KK, Lakhawat, SS ve Singh, M. (2021). Bamya bitkisinin su ihtiyacı, büyümesi ve verimi için sulama planlamasında tava buharlaşması ve sensör tabanlı yaklaşımlar. Tarımsal Meteoroloji Dergisi , 23 (4), 389-395.
Shibata, H., Galloway, J. N., Leach, A. M., & Erisman, J. W. (2017). Nitrogen footprints: Regional perspectives on global nitrogen challenges. Ambio, 46(2), 172–182.
Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., McCarl, B., Ogle, S., O'Mara, F., et all (2008). Greenhouse gas mitigation in agriculture. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 363(1492), 789–813. https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2184
Uddin, ME ve Kebreab, E. (2020). Gıda ve iklim değişikliğinin hayvancılık sektörleri üzerindeki etkisi. Sürdürülebilir Gıda Sistemlerinde Sınırlar , 4 , 543403.
van Der Werf, HM, Knudsen, MT ve Cederberg, C. (2020). Yaşam döngüsü değerlendirmesinde organik tarımın daha iyi temsiline doğru. Nature Sustainability , 3 (6), 419-425.
Wiedmann, T., & Minx, J. (2008). A Definition of 'Carbon Footprint'. In: C. C. Pertsova (Ed.), Ecological Economics Research Trends (pp. 1–11). Hauppauge, NY: Nova Science Publishers
Xu, C., Chen, Z., Ji, L., & Lu, J. (2022). Carbon and nitrogen footprints of major cereal crop production in China: A study based on farm management surveys. Rice Science, 29(3), 288-298.
9. URL-1, https://energyexporter.com/tr/blog-detay/karbon-ayak-i-zinin-cevreye-etkileri (Erişim tarihi: 05.11.2025)

SURİYELİ İNŞAAT İŞÇİLERİNİN EMEK REJİMLERİ: GÜNDELİK HAYAT, SESSİZLİK VE GÜVENCESİZLİĞİN YENİDEN ÜRETİMİ

Fatih YAMAN
İstanbul Medeniyet University, Faculty of Health Sciences, Department of Social Work, 34862 Kartal, İstanbul
ORCID:0000-0003-2001-7865

ÖZET
Bu çalışma, Türkiye'de inşaat sektöründe çalışan Suriyeli göçmen işçilerin emek deneyimlerini "emek rejimleri" kavramı çerçevesinde incelemektedir. 2011 sonrası zorunlu göç süreciyle birlikte Suriyeli işçiler, Türkiye emek piyasalarında büyük ölçüde düşük ücretli, güvencesiz ve kayıt dışı işlerde yoğunlaşmış; inşaat sektörü bu yoğunlaşmanın en görünür ve en kırılgan alanlarından biri hâline gelmiştir. Ancak mevcut literatür, Suriyeli göçmen emeğini çoğunlukla istihdam oranları, sektör dağılımları ve makro ekonomik göstergeler üzerinden ele almakta; işçilerin gündelik hayat deneyimlerini, öznel anlamlandırmalarını ve sessizlik pratiklerini sınırlı ölçüde tartışmaktadır.
Bu çalışma, söz konusu boşluğu doldurmayı amaçlayarak İstanbul'da gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış derinlemesine görüşmelere dayanan nitel bir araştırmaya dayanmaktadır. Veri seti, aynı tematik çerçeveye sahip ancak farklı saha bağlamlarında yürütülen görüşmelerden oluşmakta; veriler tematik analiz yöntemiyle çözümlenmiştir. Analiz sürecinde emek rejimleri, prekaryalaşma, sembolik şiddet ve gündelik hayat sosyolojisi gibi kuramsal yaklaşımlar birlikte kullanılmıştır.
Araştırma bulguları, Suriyeli inşaat işçilerinin emek deneyimlerinin yalnızca ekonomik zorunluluklarla açıklanamayacağını göstermektedir. Dil bariyeri, sigortasız çalışma, günlük yevmiye sistemi ve iş güvencesizliği; sessizlik stratejileri, kaderci ve dini söylemler ile geçicilik algısı üzerinden gündelik hayatta normalleştirilmektedir. Özellikle "şükür", "Allah'tan gelen" ve "idare etmek" gibi ifadelerin, güvencesiz çalışma koşullarını meşrulaştıran bir anlatı rejimi kurduğu; sessizliğin ise pasif bir kabullenişten ziyade emek piyasasında var olabilmenin rasyonel bir hayatta kalma stratejisi olarak işlediği ortaya konulmaktadır.
Sonuç olarak çalışma, emek rejimlerinin yalnızca hukuki ve yapısal düzenlemelerle değil; gündelik hayat pratikleri, içselleştirilmiş kabulleniş biçimleri ve anlam dünyaları aracılığıyla yeniden üretildiğini savunmaktadır. Bu yönüyle çalışma, göçmen emeğine ilişkin tartışmalara gündelik hayat perspektifinden özgün bir katkı sunmayı amaçlamaktadır.
Anahtar Kelimeler: Suriyeli göçmenler, inşaat sektörü, emek rejimleri, güvencesizlik, nitel araştırma

LABOUR REGIMES OF SYRIAN CONSTRUCTION WORKERS: EVERYDAY LIFE, SILENCE, AND THE REPRODUCTION OF PRECARIOUSNESS

9.1.1 ABSTRACT
This study examines the labour experiences of Syrian migrant workers employed in the construction sector in Turkey through the conceptual framework of *labour regimes*. Following the forced migration triggered by the Syrian civil war after 2011, Syrian workers have been increasingly incorporated into the Turkish labour market under conditions of low wages, informality, and insecurity. The construction sector has emerged as one of the most visible and vulnerable sites of this incorporation. However, existing literature largely approaches migrant labour through macro-level economic indicators such as employment rates, sectoral distribution, and labour market impacts, while the everyday experiences, subjective meanings, and silence practices of migrant workers remain relatively underexplored.

Addressing this gap, the present study is based on a qualitative research design drawing on semi-structured in-depth interviews conducted in Istanbul. The dataset consists of interviews carried out in different field contexts but within a shared thematic framework and is analysed using thematic analysis. The analytical perspective is informed by theories of labour regimes, precarity, symbolic violence, and the sociology of everyday life.
The findings reveal that the labour experiences of Syrian construction workers cannot be explained solely by economic necessity. Rather, precarious working conditions are shaped and normalised through a combination of structural and everyday mechanisms, including language barriers, informal and uninsured employment, daily wage systems, silence strategies, fatalistic and religious narratives, and perceptions of temporariness. In particular, expressions such as "gratitude," "what comes from God," and "getting by" function as narrative regimes that legitimise precarious labour conditions, while silence emerges not as passive acceptance but as a rational survival strategy enabling workers to remain in the labour market.
The study argues that labour regimes are reproduced not only through legal and structural arrangements but also through everyday practices, internalised dispositions, and meaning-making processes. By foregrounding the everyday lives of Syrian construction workers, this research contributes to the literature on migrant labour by offering a micro-level, interpretive perspective that complements structural analyses of precarity and informal employment.
Keywords: Syrian migrants, construction sector, labour regimes, precarity, qualitative research.

1. **Giriş**

2011 yılında Suriye'de başlayan iç savaş, Türkiye açısından yalnızca insani bir kriz değil; aynı zamanda emek piyasalarını, toplumsal ilişkileri ve gündelik hayat pratiklerini dönüştüren yapısal bir sürecin başlangıcı olmuştur. Türkiye, kısa süre içinde milyonlarca Suriyelinin sığındığı bir ülke hâline gelmiş; bu nüfusun büyük bölümü geçimlerini sağlayabilmek için emek piyasalarına eklemlenmiştir. Ancak bu eklemlenme, eşit koşullar altında değil; çoğunlukla düşük ücretli, güvencesiz ve kayıt dışı işlerde gerçekleşmiştir. Türkiye'de göçmen emeği, özellikle enformel istihdamın yüksek olduğu alanlarda "esneklik" adına güvencesizliğin derinleştiği bir emek gerçekliği üretmektedir (Toksöz, 2011).

İnşaat sektörü, Suriyeli göçmen emeğinin en yoğun biçimde istihdam edildiği alanlardan biri olarak öne çıkmaktadır. Fiziksel olarak ağır, iş kazası riski yüksek ve kayıt dışılığın yaygın olduğu bu sektör, göçmen işçilerin kırılgan konumlarını açık biçimde görünür kılmaktadır. Sidar Çınar'ın çalışması, Türkiye'de inşaat işgücü piyasasında Suriyelilerin taşeronlaşma, düşük ücret ve kayıt dışılık üzerinden nasıl konumlandığını ve bunun Türkiyeli işçiler tarafından nasıl algılandığını göstermesi bakımından bu alanın "emek rejimi" niteliğini açıkça ortaya koymaktadır (Çınar, 2018).

Bununla birlikte, mevcut literatür Suriyeli işçilerin inşaat sektöründeki varlığını çoğunlukla makro göstergeler üzerinden ele almakta; gündelik hayat deneyimlerinin, öznel anlamlandırmaların ve sessizlik pratiklerinin nasıl işlediğini sınırlı biçimde tartışmaktadır. Oysa emek rejimleri yalnızca ücret, çalışma saati ya da sigorta gibi teknik düzenlemelerden ibaret değildir; gündelik hayatın "mikro" ilişkileri içinde rıza üretimi, sessizliğin stratejik kullanımı, meşrulaştırma söylemleri ve "normalleşme" pratikleriyle birlikte işlemektedir (Burawoy, 1985; Scott, 1990). Bu nedenle göçmen emeğini anlamak, yalnızca "çalışma koşulları"nı değil, aynı zamanda bu koşulların işçiler tarafından nasıl müzakere edildiğini ve nasıl anlamlandırıldığını da analiz etmeyi gerektirir.

Bu çalışma, Suriyeli inşaat işçilerinin Türkiye'deki emek deneyimlerini emek rejimleri kavramı çerçevesinde ele alarak, güvencesizliğin ve eşitsizliğin gündelik hayatta nasıl normalleştirildiğini, hangi söylemler ve pratikler aracılığıyla yeniden üretildiğini ortaya koymayı amaçlamaktadır.

9.2 2. Araştırma Problemi, Amaç ve Sorular

Bu çalışmanın temel problemi, Suriyeli inşaat işçilerinin Türkiye'de maruz kaldıkları güvencesiz çalışma koşullarının yalnızca yapısal düzenlemelerle değil, aynı zamanda öznel kabullenişler, sessizlik stratejileri ve anlamlandırma biçimleri aracılığıyla sürdürülüp sürdürülmediğidir.

Bu bağlamda çalışma şu sorulara odaklanmaktadır:

- Suriyeli inşaat işçileri emek piyasasına hangi koşullarda eklemlenmektedir?
- Güvencesizlik, katılımcıların gündelik hayatlarında nasıl deneyimlenmekte ve anlamlandırılmaktadır?
- Dil bariyeri, sigortasızlık ve günlük yevmiye sistemi, hangi pratikler aracılığıyla olağanlaştırılmaktadır?
- Sessizlik ve kaderci söylemler, eşitsiz emek ilişkilerinin yeniden üretiminde nasıl bir rol oynamaktadır?
- Türk işçilerle kurulan ilişkiler uyum mu yoksa örtük bir gerilim mi üretmektedir?

Bu sorular aracılığıyla çalışma, göçmen emeğini yalnızca "nesnel koşullar" üzerinden değil; öznel deneyimler ve gündelik hayat pratikleri üzerinden analiz etmeyi hedeflemektedir. Bu yaklaşım, göçmen emeği literatüründe sıklıkla görülen "uyum/uyumsuzluk" ikiliğinin ötesinde, emek sürecinin içinden bir okuma sunmaktadır.

9.3 3. Teorik ve Kavramsal Çerçeve

9.3.1 3.1. Emek Rejimleri Yaklaşımı ve Göçmen Emeği

Emek rejimleri yaklaşımı, emek süreçlerini yalnızca hukuki düzenlemeler ve piyasa ilişkileri üzerinden değil; aynı zamanda toplumsal güç ilişkileri, siyasal bağlam ve kültürel pratikler çerçevesinde ele alan bütüncül bir perspektif sunar. Burawoy (1985), emek sürecinde denetim ve rıza mekanizmalarının birlikte işlediğini; üretimin yalnızca "zor"la değil, aynı zamanda işçinin gündelik pratikleri içinde kurulan rıza düzenekleriyle sürdürüldüğünü vurgular. Bu perspektif, göçmen emeği analizinde kritiktir; çünkü göçmen işçiler çoğu zaman hukuki statü belirsizliği, dilsel eşitsizlik, sosyal ağlara sınırlı erişim ve ayrımcılık nedeniyle emek piyasasında kırılgan ve "istisnai" konumlara yerleştirilir (Castles & Kosack, 1973; Castles, de Haas & Miller, 2014).

Türkiye bağlamında Suriyeli işçiler, geçici koruma rejimi içinde çalışmaya ilişkin sınırlılıklar ve fiili enformellik nedeniyle emek piyasasının alt segmentlerine yönelmektedir. İzmir örneğinde Suriyelilerin sosyo-ekonomik hayatta karşılaştığı sınırlılıkları tartışan Yıldız ve Uzgören (2016), geçici korumanın sınırları ile emek piyasasında kırılganlaşma arasındaki ilişkiyi göstrmektedir.

9.3.2 3.2. Prekaryalaşma, Düzensiz İstihdam ve Zamansal Boyut

Prekarya kavramı, güvencesizlik, süreksizlik ve öngörülemezlik üzerinden tanımlanan bir çalışma ve yaşam rejimini ifade eder (Standing, 2011). Göçmen işçilerin emek piyasasında yoğunlaştığı günlük yevmiye, taşeronlaşma ve kayıt dışı istihdam biçimleri, prekaryalaşmanın "zamansal" boyutunu keskinleştirir: Plan yapamama, geleceğin askıya alınması, sürekli bekleme hâli. Türkiye'de göçmen emeğinin farklı sektörlerde "ucuz" ve "esnek" işgücü olarak değerlendirilmesi, bu zamansal belirsizliği gündelik hayatın merkezine taşır (Toksöz, 2011).

İnşaat sektörü özelinde, hem taşeronlaşmanın hem de mevsimsellik ve günlük iş bulma pratiklerinin yaygınlığı, prekaryalaşmayı yapısal hale getirir. Bu durum, sahada katılımcıların "bugün var yarın yok" ifadesinde kristalize olmaktadır (bkz. Bulgular/ Tema 2).

9.3.3 3.3. Sembolik Şiddet, Rıza ve Olağanlaştırma Mekanizmaları

Bourdieu'nun sembolik şiddet yaklaşımı, eşitsizliğin yalnızca çıplak zorla değil; rıza, kabulleniş ve içselleştirme yoluyla sürdürüldüğünü ileri sürer (Bourdieu, 1998). Göçmen emeği bağlamında sigortasızlık, düşük ücret ve iş kazası riskinin "işin doğası" olarak kabul edilmesi; hak kayıplarının olağanlaştırılması; itirazın "iş kaybı" riskine bağlanması, sembolik şiddetin gündelik hayattaki tezahürleri olarak okunabilir.

Bu çalışmada sigortasızlık ve hak kaybı (Tema 3) ile "kader/şükür" söylemleri (Tema 4) tam da bu olağanlaştırma mekanizmalarını görünür kılmaktadır: İşçinin yaşadığı yapısal eşitsizlik, bireysel yazgı diline çevrilerek sorgulanamaz hale gelir.

9.3.4 3.4. Dilsel Sermaye, İletişim ve Güç İlişkileri

Bourdieu (1991), dili meşruiyet üreten bir sermaye biçimi olarak kavramsallaştırır. Dilsel sermayeden yoksun olmak, toplumsal alanlarda daha zayıf konumlanma ve hak talebinde bulunamama sonucunu doğurabilir. Göçmen emeği bağlamında Türkçe bilmemek, yalnızca iş bulma sürecini değil; işyerinde pazarlık gücünü, söz hakkını ve sınır koyma kapasitesini de sınırlar. Türkiye'de Suriyelilerin kamp dışı hayatta karşılaştığı sınırlılıkların önemli bir boyutu da dil ve buna bağlı sosyal ağlara erişimdir (Yıldız & Uzgören, 2016).

Bu çalışma, dil bariyerini (Tema 1) emek rejiminin kurucu bir unsuru olarak ele almakta; dilsel yoksunluğun sessizliğe ve kabullenişe nasıl dönüştüğünü saha alıntıları üzerinden göstermektedir.

9.3.5 3.5. Sessizlik, Gündelik Hayat ve Mikro İtaat Biçimleri

Scott (1990), iktidar ilişkilerinin yalnızca açık çatışmalarla değil; sessizlik, gündelik uyum ve örtük direniş biçimleriyle sürdürüldüğünü vurgular. Sessizlik her zaman "rıza" anlamına gelmez; çoğu zaman güç ilişkileri içinde risk yönetiminin bir aracıdır. Göçmen işçiler için "açık itiraz" iş kaybı, dışlanma, şiddet veya daha kötü koşullara sürüklenme ihtimali taşıyabildiğinden, sessizlik rasyonel bir hayatta kalma stratejisi olarak ortaya çıkabilir.

Bu çalışma, sessizliği yalnızca psikolojik bir çekingenlik değil; emek rejimini yeniden üreten bir "gündelik pratik" olarak tartışmaktadır (Tema 5).

9.3.6 3.6. Geçicilik, Liminalite ve Askıda Hayatlar

Turner (1969) liminality kavramıyla, bireylerin "eşik"te kaldığı, ne eski ne de yeni statüye tam olarak ait olmadığı geçiş hâllerini açıklar. Göçmenlik deneyimi sıkça böyle bir "askıda yaşam" üretir. Türkiye bağlamında, geçici koruma statüsü ve belirsiz gelecek tahayyülü, göçmenlerin emek piyasasındaki kırılganlığını artırabilir. Bu durum, uzun süreli kalışa rağmen "geçici" hissetme hâlini ve buna eşlik eden "hak talebini erteleme" eğilimini güçlendirebilir.

Bu çalışmada geçicilik algısı (Tema 7), güvencesizliği kabullenmeyi kolaylaştıran bir zemin olarak analiz edilmektedir.

9.3.7 3.7. Gündelik Hayat Sosyolojisi: Taktikler, Uyarlanmalar ve Hayatta Kalma

De Certeau (1984), gündelik hayatı, bireylerin güçlü yapılar içinde geliştirdiği "taktikler"in alanı olarak yorumlar: güç ilişkileri değişmezken insanlar küçük manevralarla hayatta kalmaya çalışır. Göçmen işçilerin sessizliği, kader söylemleri ve düşük görünürlük içinde "işte kalma" stratejileri bu taktiksel alanın parçaları olarak düşünülebilir. De Certeau'nun yaklaşımı, emek rejimlerinin yalnızca dışsal denetimle değil, gündelik uyarlanmalarla da sürdürüldüğünü kavramaya imkân verir.

9.4 4. Yöntem

9.4.1 4.1. Araştırma Tasarımı

Bu çalışma, nitel araştırma yaklaşımıyla tasarlanmış olup, Suriyeli inşaat işçilerinin Türkiye'deki emek deneyimlerini öznel anlatılar ve gündelik hayat pratikleri üzerinden anlamayı amaçlamaktadır. Nitel yöntem, göçmen emeğinin yalnızca yapısal koşullarını değil; bu koşulların katılımcılar tarafından nasıl anlamlandırıldığını, hangi söylemlerle meşrulaştırıldığını ve gündelik hayatta nasıl yeniden üretildiğini ortaya koymak açısından özellikle işlevseldir (Creswell, 2013). Yarı yapılandırılmış görüşmeler aracılığıyla hem karşılaştırılabilir temalar etrafında veri üretmek hem de katılımcıların deneyimlerini kendi kavramlarıyla ifade etmesine alan açmak hedeflenmiştir.

9.4.2 4.2. Örneklem-Veri Toplama ve Analizi

Araştırmanın örneklemi İstanbul'da inşaat sektöründe çalışan Suriyeli erkek işçilerden oluşmaktadır. Katılımcılar anonimleştirilmiş ve K1, K2, K3… şeklinde kodlanmıştır.

Görüşme kayıtları yazıya döküldükten sonra tematik analiz yöntemiyle çözümlenmiştir (Braun & Clarke, 2006). Analiz sürecinde önce açık kodlama yapılmış; ardından kodlar kavramsal yakınlıklarına göre temalar altında birleştirilmiştir. Temalar, çalışmanın teorik çerçevesiyle sürekli olarak karşılaştırılarak yorumlanmış; saha verileri ile literatür arasında çift yönlü bir ilişki kurulmuştur. Bu yaklaşım, verinin teoriye zorla uydurulması yerine, teorinin saha üzerinden sınanmasını ve gerektiğinde yeniden düşünülmesini hedefler.

9.5 5. Bulgular

9.5.1 Tema 1 — Dil Bariyeri: Emek Piyasasına Girişte Yapısal ve Simgesel Bir Eşik

Saha bulguları, dil bariyerinin Suriyeli inşaat işçilerinin emek piyasasına girişinde belirleyici bir rol oynadığını göstermektedir. Katılımcıların anlatılarında Türkçe bilmemek, yalnızca iş bulmayı zorlaştıran bir unsur değil; iş ilişkilerinde sınır koymayı, itiraz etmeyi ve pazarlık yapmayı imkânsızlaştıran bir eşik olarak ortaya çıkmaktadır:

- "İlk geldiğimde Türkçe yoktu. Ne derlerse kabul ediyordum." (K1, 25 yaş)
- "Türkçe bilmeyince hayır diyemiyorsun. Patron bağırır diye korkuyorsun." (K7, 27 yaş)
- "Ne konuşuluyor anlamazsan seni kolay kandırırlar." (K4, 29 yaş)

Bu anlatılar, dilin yalnızca iletişim aracı değil; emek piyasasında güç ilişkilerini düzenleyen bir sermaye biçimi olduğuna işaret eder (Bourdieu, 1991). Dilsel sermaye eksikliği, işçinin "söz hakkı"nı azaltır; iş ilişkisini müzakere edebileceği kanalları daraltır. Böylece dil bariyeri, emek rejiminin gündelik düzeyde kurulduğu bir eşitsizlik mekanizmasına dönüşür.

Literatürde kamp dışı Suriyelilerin ekonomik hayata katılımında karşılaştığı sınırlılıkların başında dil ve sosyal ağlara erişim geldiği vurgulanır (Yıldız & Uzgören, 2016). Bu çalışma, söz konusu tespiti desteklemekle birlikte, dil bariyerinin gündelik hayatta doğrudan "susma" ve "kabullenme" pratiği ürettiğini göstermesi bakımından literatürü mikro düzeyde derinleştirir: Dil yetersizliği, yalnızca iş bulmayı değil, işyerinde "hayır" diyebilmeyi de engellemektedir. Bu, sessizliğin pasif bir kişilik özelliğinden çok yapısal bir sonuç olduğunu düşündürür.

9.5.2 Tema 2 — Günlük Yevmiye ve Güvencesiz Zaman: Geleceğin Askıya Alınması

Suriyeli inşaat işçilerinin emek rejimlerinin temel unsurlarından biri günlük yevmiye sistemidir. Günlük çalışma biçimi, ilk bakışta esneklik ve hızlı gelir imkânı sunuyor gibi görünse de; katılımcı anlatılarında bu sistemin daha çok sürekli belirsizlik ve zamansal güvencesizlik ürettiği görülmektedir:

- "Ayda bazen on gün çalışıyorum, bazen hiç çalışmıyorum. Bugün var, yarın yok." (K3, 30 yaş)
- "Para geliyor ama tutmuyor. Bir ay yetiyor, bir ay yetmiyor." (K4, 29 yaş)
- "Plan yapamıyoruz. Her şey belirsiz, hayat hep beklemek." (K8, 29 yaş)

Bu anlatılar, prekaryalaşmanın yalnızca düşük ücret değil, geleceğin askıya alınması anlamına geldiğini gösterir (Standing, 2011). Günlük yevmiye sistemi, işçilerin geleceğe dair plan yapma kapasitesini zayıflatır; yaşam "bugün"e sıkışır. İnşaat sektöründe göçmen emeğinin güvencesizliğine işaret eden Türkiye literatürü, taşeronlaşma ve günlük çalışma pratiklerinin göçmen işçilerin kırılganlığını artırdığını vurgular (Çınar, 2018; Temel, 2023).

Bu bulgunun özgün yönü, zamansal güvencesizliğin yalnızca iş düzenini değil, gündelik hayatın organizasyonunu da dağıtmasıdır: "para geliyor ama tutmuyor" ifadesi, düzensiz gelirin hane içi yeniden üretim süreçlerini de kırılganlaştırdığına işaret eder. Böylece emek rejimi, yalnızca çalışma saatleri ve ücretle değil; hayatın ritmi ve sürekliliğiyle de ilgilidir.

9.5.3 Tema 3 — Sigortasızlık ve Hak Kaybının Normalleşmesi

Görüşmelerde öne çıkan temel bulgulardan biri, sigortasız çalışmanın Suriyeli inşaat işçileri açısından istisnai değil, olağan bir durum olarak deneyimlenmesidir. Katılımcılar, sigortasızlığı çoğu zaman bir hak ihlali olarak değil; "sektörün gerçeği" veya "mecburiyet" olarak ifade etmektedir:

- "Allah muhafaza bir şey olursa patron bakmaz sana. Ayağın kırılır, kolun kırılır, sen yolunu alırsın gidersin." (K3, 30 yaş)

- “Çalış sonra açarız dediler. Çalıştım ama açılmadı. Sonra iş değişti, yine açılmadı.” (K6, 23 yaş)
- “Sigorta yok ama inşaatta hep böyle.” (K6, 23 yaş)
- “Bir şey olursa kendi başınasın.” (K3, 30 yaş)
- “Sorarsan iş vermezler.” (K2, 27 yaş)

Burada iki katman dikkat çekicidir. Birincisi, sigortasızlığın somut sonuçları: iş kazası riski, sağlık güvencesizliği ve “kendi başına kalma” hali. İkincisi ise, bunun “normal” olarak kabul edilmesi. Bu normalleştirme, Bourdieu’nun (1998) sembolik şiddet kavramıyla açıklanabilir: Hak kaybı, açık zorla değil; “işin doğası” diliyle meşrulaştırılarak sürdürülür.

Türkiye’de göçmen emeğinin kayıt dışılık ve güvencesizlikle ilişkisinin yapısal bir boyut taşıdığı, farklı sektörlerdeki çalışmalarla da doğrulanmaktadır (Toksöz, 2011; Bayrakcı, 2023). Bu çalışma, bu yapısallığın işçilerin öznel dünyasında nasıl “sorgulanamaz” hale gelebildiğini, “sorarsan iş vermezler” gibi ifadeler üzerinden görünür kılar. Yani hak talebi, yalnızca hukuki bilgi eksikliğine değil; doğrudan işte kalma stratejisine bağlanır. Bu, sessizlikle hak kaybının iç içe geçtiği bir emek rejimi mantığına işaret eder.

9.5.4 Tema 4 — Kader, Şükür ve Dini Söylemlerle Meşrulaştırma: “Anlatı Rejimi” Olarak Sabır

Katılımcı anlatılarında dikkat çeken bir diğer unsur, zor ve güvencesiz çalışma koşullarının dini ve kaderci söylemler aracılığıyla meşrulaştırılmasıdır. “Şükür”, “Allah ne verdiyse”, “itiraz edemeyiz” gibi ifadeler, yapısal eşitsizlikleri bireysel yazgı anlatılarına çeviren bir “anlatı rejimi” kurmaktadır:

- “Allah ne verdiyse. Bugün 1.500 verir, yarın vermez. Allah’tan gelen bir şey.” (K2, 27 yaş)
- “İsyan edersen bereket kaçar.” (K5, 30 yaş)
- “Sıcak da olsa, soğuk da olsa Allah’tan. Biz itiraz edemeyiz.” (K4, 29 yaş)

Bu söylemler iki yönlü okunmalıdır. Bir yandan belirsizlik koşullarında psikososyal dayanma üretir; hayatı anlamlandırır ve moral çöküşü yönetir. Diğer yandan, hak talebinin ertelenmesi ve güvencesizliğin sorgulanmaması sonucunu doğurabilir. Bu ikili işlev, Bourdieu’nun sembolik şiddet çerçevesiyle uyumludur: Eşitsizlik, “kader” diline çevrildiğinde politik/ekonomik bir sorun olmaktan çıkıp bireysel yazgıya indirgenir.

Suriyelilerin gündelik hayatta kırılganlıklarını yönetme biçimlerine ilişkin geniş ölçekli çalışmalar, sabır ve şükür söylemlerinin toplumsal uyum ve dayanma pratikleriyle ilişkilendiğini ortaya koymaktadır (Erdoğan, 2017). Bu çalışma, söz konusu bulguyu emek süreçlerinin içine taşıyarak genişletir: Şükür söylemi yalnızca “hayatta kalma” değil, aynı zamanda “çalışma rejiminde kalma” stratejisidir. Böylece emek rejimi, yalnızca işverenin baskısıyla değil, işçinin kendi anlam dünyası üzerinden de yeniden üretilir.

9.5.5 Tema 5 — Sessizlik Stratejisi: Mikro İtaat Biçimleri ve Hayatta Kalma Rasyonalitesi

Görüşmeler, Suriyeli inşaat işçilerinin emek deneyimlerinde sessizliğin pasif bir kabulleniştен ziyade aktif bir hayatta kalma stratejisi olarak kurulduğunu göstermektedir. Katılımcılar, itiraz etmenin iş kaybı ya da daha kötü koşullarla sonuçlanabileceği algısıyla sessizliği “doğru davranış” olarak konumlandırmaktadır:

- “Ben burada yabancıyım. Kötü yapmam. Kötülük var ama göstermem. Bugün varım, yarın yokum. Haklı olsan da susarsın.” (K3, 30 yaş)
- “Ses çıkarırsan iş yok. O yüzden susmak daha iyi.” (K7, 27 yaş)
- “Çok konuşan burada kalmaz.” (K4, 29 yaş)

Bu bulgular, Scott’un (1990) gündelik hayat içinde iktidar ilişkilerinin nasıl sürdürüldüğüne ilişkin yaklaşımıyla uyumludur: Sessizlik, güç ilişkileri içinde risk yönetiminin bir aracıdır. Burawoy’un (1985) rıza üretimi yaklaşımı da burada işlevseldir: İşçiler “zor” altında olmaktan ziyade, çoğu zaman “kalmanın bedeli”ni bilerek uyum geliştirir.

Bu çalışmanın özgün katkısı, sessizliği yalnızca "korku" ile değil, aynı zamanda "rasyonalite" ile açıklamasıdır. "Haklı olsan da susarsın" ifadesi, adalet duygusunun yokluğunu değil; adalet talebinin maliyetini ima eder. Sessizlik böylece emek rejiminin sürekliliğini sağlayan bir mekanizmaya dönüşür.

9.5.6 Tema 6 — Türk İşçilerle İlişkiler: Uyum Söylemi ve Örtük Rekabet

Katılımcı anlatılarında Türk işçilerle kurulan ilişkiler genellikle "iyi", "kardeşçe" ya da "sorunsuz" olarak tanımlanmakta; fakat bu olumlu söylemin arka planında örtük rekabet ve hiyerarşik bir ayrım olduğu da görülmektedir:

- "İnşaatta çalışanların çoğu iyi. Hepimiz ekmek peşindeyiz." (K5, 30 yaş)
- "Kavga yok ama ucuz olduğumuzu herkes biliyor. Ucuz işçi diye bakıyorlar. Biz gelince bazı Türk işçiler iş alamadı." (K9, 61 yaş)
- "Biz varken Türk işçi gelmiyor bazen." (K6, 23 yaş)
- "Aynı işi yapıyoruz ama onlar daha çok alıyor." (K8, 29 yaş)

Burada iki düzlem vardır: Birincisi, açık çatışmadan kaçınma ve "ekmek" ortak paydasında buluşma. İkincisi, ücret eşitsizliği ve iş bulma rekabeti. Çınar (2018), Türkiyeli işçilerin gözünden Suriyeli emeğinin inşaat işgücü piyasasında nasıl "ucuz işçilik" olarak konumlandığını; bunun taşeronlar tarafından kimi zaman "yardım" söylemiyle meşrulaştırıldığını; işçiler arası rekabeti ve potansiyel etnik gerilimleri artırabildiğini tartışır.

Bu çalışma, aynı süreci Suriyeli işçilerin öznel dünyasından görmemizi sağlar: "kavga yok ama ucuz olduğumuzu herkes biliyor" ifadesi, çatışmasızlığın eşitlik anlamına gelmediğini gösterir. Uyum söylemi, çoğu zaman kırılgan konumda olanın stratejisidir; emek rejiminde kalmanın bedellerinden biridir.

9.5.7 Tema 7 — Geçicilik Algısı: Askıda Hayatlar ve Hak Talebinin Ertelenmesi

Görüşmelerde dikkat çeken ortaklıklardan biri, katılımcıların Türkiye'deki yaşamlarını geçici olarak tanımlamalarıdır. Bu geçicilik çoğu zaman net bir dönüş planına değil, belirsiz bir "bekleyiş"e dayanır:

- "Buradayız ama yarın ne olur belli değil. Gideceğiz ama şimdi değil. Ne zaman olur, Allah bilir." (K1, 25 yaş)
- "Ev yıkıldı. Orası da hazır değil. Bakıyoruz, bekliyoruz." (K8, 29 yaş)
- "Buraya alışıyoruz ama kalıcı değiliz." (K5, 30 yaş)

Bu anlatılar, göçmenliğin zamansal boyutunu görünür kılar: Uzun süreli kalışa rağmen "geçici" hissetme hâli. Turner'ın (1969) liminality kavramı bu eşik hâlini açıklamak için kullanışlıdır. "Kalıcı değiliz" ifadesi, yalnızca psikolojik bir duygu değil; aynı zamanda hak talebinin ertelenmesine yol açabilen bir konumlanma üretir: Geçici olduğunu düşünen, daha az talep eder; daha az itiraz eder; daha az görünür olur.

Bu tema, emek rejimlerinin sürdürülebilirliğini güçlendiren bir unsur olarak okunabilir: Geçicilik algısı, güvencesizliğin "katlanılabilir" görünmesine katkı sağlar.

9.5.8 Tema 8 — Görünmez Emek ve Değerin Sahiplenilmesi: "Bina Var, Biz Yokuz"

İnşaat sektörü fiziksel olarak görünür bir üretim alanı olmasına rağmen, bu alandaki Suriyeli emeği toplumsal olarak görünmez kalabilmektedir. Katılımcılar, ürettikleri emeğin değerinin tanınmadığını vurgular:

- "İş var, bina var ama biz yokuz. Kimse bizi görmüyor." (K7, 27 yaş)
- "Biz olmazsak iş durur ama değerimiz yok." (K9, 61 yaş)
- "İş bitince kimse bizi hatırlamaz. Usta görünür, eleman görünmez. Ama işi yapan yine biziz." (K3, 30 yaş)

Bu anlatılar, emek sürecinde değerin nasıl dağıtıldığına dair güçlü bir gündelik hayat okuması sunar. Burada yalnızca ücret değil, sembolik tanınma da önemlidir. "Usta görünür, eleman görünmez" ifadesi, inşaat işbölümünün hiyerarşik yapısını; göçmen emeğinin bu hiyerarşide alt konumda tutulmasını gösterir. Değerin sahiplenilmesi, sadece ekonomik değil aynı zamanda sembolik bir süreçtir: Emeğin ürünü görünür; emekçi görünmez.

Bu görünmezlik, hak talebini zorlaştırır ve sessizliği güçlendirir; böylece emek rejiminin yeniden üretimine hizmet eder.

9.6 6. Tartışma

Bu çalışma, Suriyeli inşaat işçilerinin Türkiye'deki emek deneyimlerinin yalnızca ekonomik zorunluluklar çerçevesinde değil; dil, sessizlik, meşrulaştırma söylemleri ve geçicilik algısı üzerinden kurulan çok katmanlı bir emek rejimi içinde şekillendiğini ortaya koymaktadır.

Birincisi, bulgular göçmen emeğine dair literatürde sıklıkla vurgulanan kayıt dışılık ve güvencesizlik olgularını doğrulamaktadır (Toksöz, 2011; Yıldız & Uzgören, 2016). Ancak çalışmanın asıl katkısı, bu koşulların nasıl "normalleştirildiğini" sahadaki mikro pratiklerle göstermesidir. Dil bariyeri yalnızca istihdama erişimi zorlaştırmamakta; emek sürecinin pazarlık boyutunu da kapatarak sessizliğe yol açmaktadır. Bu, Bourdieu'nun dilsel sermaye yaklaşımıyla uyumludur (Bourdieu, 1991).

İkincisi, günlük yevmiye sistemi üzerinden işleyen zamansal güvencesizlik, prekaryalaşmanın somut bir tezahürü olarak görünmektedir: "Bugün var, yarın yok." Bu ifade, Standing'in (2011) prekarya kavramsallaştırmasındaki süreksizlik ve öngörülemezlik boyutunu sahada doğrular. Ayrıca Temel'in inşaatta Suriyeli ve Afgan emeğinin güvencesizliği üzerine çalışması, sektörün göçmen işçiler için nasıl bir kırılganlık alanı ürettiğini göstermektedir (Temel, 2023).

Üçüncüsü, kader/şükür söylemleri, güvencesizliğin meşrulaştırılmasında merkezi bir rol oynamaktadır. Bu söylemler, bir yandan dayanma üretirken, diğer yandan hak talebini erteleyebilir. Bu ikili işlev, sembolik şiddetin gündelik hayatta nasıl işlediğine ilişkin güçlü bir örnek sunar (Bourdieu, 1998). Erdoğan'ın Suriyeliler Barometresi çalışması, Suriyelilerin gündelik hayatta dayanma repertuarları içinde sabır ve şükür söylemlerinin yaygınlığına işaret eder; bu çalışma ise bu repertuarın emek sürecindeki işlemesini görünür kılar (Erdoğan, 2017).

Dördüncüsü, sessizlik, emek rejiminin sürekliliğini sağlayan bir mekanizmaya dönüşmektedir. Scott'un (1990) sessizlik ve gündelik uyum yaklaşımı, burada doğrudan karşılık bulur. "Haklı olsan da susarsın" ifadesi, sessizliğin pasif değil stratejik olduğunu gösterir. Bu stratejiklik, işte kalma rasyonalitesiyle iç içedir.

Son olarak, Türk işçilerle ilişkilerdeki "uyum söylemi" örtük rekabeti görünmez kılmamaktadır. Çınar (2018), inşaat işgücü piyasasında Suriyeli emeğinin "ucuz işçilik" üzerinden konumlandığını; bunun işçiler arası rekabet ve potansiyel gerilimler üretebildiğini tartışır. Bu çalışmada Suriyeli işçiler "kavga yok" derken bile ücret eşitsizliğini ve "ucuz işçi" etiketini açıkça dile getirmektedir. Uyum, eşitlik değil; çoğu zaman kırılgan konumun stratejisidir.

9.7 7. Sonuç

Bu çalışma, Suriyeli inşaat işçilerinin Türkiye'deki emek deneyimlerini emek rejimleri kavramı çerçevesinde analiz ederek, güvencesizliğin yalnızca yapısal düzenlemelerle değil; gündelik hayat pratikleri, sessizlik stratejileri, kaderci söylemler ve geçicilik algısı üzerinden de yeniden üretildiğini göstermiştir.

Bulgular, göçmen emeğine ilişkin tartışmalara üç düzeyde katkı sunmaktadır:

1. **Mikro düzey katkı:** Dil bariyeri, günlük yevmiye ve sigortasızlık gibi yapısal faktörlerin, gündelik hayatta sessizlik ve kabulleniş pratikleriyle nasıl iç içe geçtiğini göstermektedir.
2. **Kavramsal katkı:** Sessizliği pasif bir kabullenme yerine, emek rejiminde kalmayı sağlayan stratejik bir pratik olarak tartışmaktadır.
3. **Politika/uygulama katkısı:** Müdahalelerin yalnızca hukuki düzenleme ve denetimle sınırlı kalmaması; göçmen işçilerin anlam dünyalarını, sessizlik stratejilerini ve geçicilik algısını dikkate alması gerektiğini vurgulamaktadır.

Sosyal politika ve sosyal hizmet açısından, göçmen işçilerin dil öğrenimine erişiminin artırılması; kayıt dışı istihdamın etkin denetlenmesi; iş kazalarına karşı koruyucu mekanizmaların güçlendirilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte, bu müdahalelerin sahadaki

sessizlik ve meşrulaştırma repertuarlarını dikkate alan, güven ilişkisi kuran ve hak bilincini güçlendiren bir yaklaşımla tasarlanması önem taşımaktadır.

Kaynakça

Bayrakcı, O. (2023). Kayıt dışı çalışma ve Suriyeli sığınmacı işçiler. *Motif Akademi Halkbilimi Dergisi*, 16(44), 1792–1806.

Bourdieu, P. (1991). *Language and Symbolic Power*. Cambridge: Polity Press.

Bourdieu, P. (1998). *Practical Reason: On the Theory of Action*. Stanford: Stanford University Press.

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101.

Burawoy, M. (1985). *The Politics of Production: Factory Regimes Under Capitalism and Socialism*. London: Verso.

Castles, S., & Kosack, G. (1973). *Immigrant Workers and Class Structure in Western Europe*. Oxford: Oxford University Press.

Castles, S., de Haas, H., & Miller, M. J. (2014). *The Age of Migration: International Population Movements in the Modern World* (5th ed.). London: Palgrave Macmillan.

Creswell, J. W. (2013). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

Çınar, S. (2018). İnşaat işgücü piyasasında yeni aktörler ve yeni çatışmalar: Türkiyeli işçilerin gözünden Suriyeli inşaat işçileri. *Çalışma ve Toplum*, 56, 121–137.

Danış, D., & Parla, A. (2009). Nafile soydaşlık: Irak ve Bulgaristan Türkleri örneğinde göçmen, dernek ve devlet. *Toplum ve Bilim*, 114, 131–158.

de Certeau, M. (1984). *The Practice of Everyday Life*. Berkeley: University of California Press.

Erdoğan, M. M. (2017). *Suriyeliler Barometresi 2017: Suriyelilerle Uyum İçinde Yaşamın Çerçevesi*. (HUGO/IGAM).

Lordoğlu, K., & Aslan, M. (2018). Görünmeyen göçmen çocukların işçiliği: Türkiye'deki Suriyeli çocuklar. *Çalışma ve Toplum*, 2(57), 715–732.

Piore, M. J. (1979). *Birds of Passage: Migrant Labor and Industrial Societies*. Cambridge: Cambridge University Press.

Scott, J. C. (1990). *Domination and the Arts of Resistance: Hidden Transcripts*. New Haven: Yale University Press.

Standing, G. (2011). *The Precariat: The New Dangerous Class*. London: Bloomsbury.

Temel, R. (2023). İnşaat sektöründe Suriyeli ve Afgan emeğinin güvencesizleşmesi (Dergipark tam metin). *Yönetim ve Ekonomi* (30/3), 575–596.

Toksöz, G. (2011). *Uluslararası Emek Göçü*. İstanbul: İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları.

Turner, V. (1969). *The Ritual Process: Structure and Anti-Structure*. Chicago: Aldine.

Wacquant, L. (2004). *Body & Soul: Notebooks of an Apprentice Boxer*. Oxford: Oxford University Press.

Yıldız, A., & Uzgören, E. (2016). Limits to temporary protection: Non-camp Syrian refugees in İzmir, Turkey. *Southeast European and Black Sea Studies*, 16(2), 195–211.

REFİK HALİD KARAY'IN *GİZLİ FİKİR* VE *MAYMUNUN MARİFETİ* ADLI TİYATRO METİNLERİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

Yusuf ÇOPUR
Ministry Of National Education, 34200, Bağcılar İstanbul
ORCID: 0000-0003-2196-5867

ÖZET
Refik Halid Karay, modern Türk roman ve hikâye geleneğine yaptığı katkılar kadar muhalif kimliğiyle de edebiyat tarihindeki önemini korumaktadır. Edebiyat yaşamına *Servet-i Fünun* gazetesinde yayımladığı yazılarla adım atan yazar, "Kirpi" müstearıyla kaleme aldığı hicivlerle geniş bir okuyucu kitlesine ulaşmıştır. Gazeteci ve siyasi kimliği, onun 20. yüzyıl Türk edebiyatında siyasi mizah ve toplumsal çözümlemeler üzerinden uzun süre etkili olmasını sağlamıştır. Yaşam deneyimleri ve özellikle sürgün dönemi, eserlerinde arka planda siyasi olaylara ve toplumsal yapılanmalara ilişkin göndermelerin yer almasına imkân tanımıştır. Bu çalışmada, *Peyam-Sabah* gazetesinde yayımlanan "Maymunun Marifeti" (6 Nisan 1921) ve "Gizli Fikir" (12 Ağustos 1921) adlı tiyatro oyunları içerik, karakter analizi, dil ve üslup açısından ele alınmıştır. Tek perdelik ve tek kişilik bir monolog oyunu olarak tanımlanan "Gizli Fikir"de, yazar azılı bir İttihatçının yalnız kaldığında benimsediği muhalif fikirler üzerinden İttihatçıların siyasal bakış açısını hicveder. "Maymunun Marifeti" ise üç sahnede Yunan komutanlarının Anadolu harekâtına ilişkin düşüncelerini aktarırken, dönemin askerî ve siyasi oyunlarını eleştirel bir bakışla gözler önüne serer. Her iki eser de yazarın kitaplarına dahil edilmemiş olup, Karay'ın toplumsal eleştiri ve siyasi hiciv anlayışını tiyatro dili aracılığıyla ortaya koyduğu önemli örnekler olarak değerlendirilmektedir.
Anahtar Kelimeler: Refik Halid Karay, tiyatro, hiciv, edebiyat.

A STUDY ON REFIK HALID KARAY'S PLAYS *GİZLİ FİKİR* AND *MAYMUNUN MARİFETİ*

ABSTRACT
Refik Halid Karay continues to exert his influence on literary history not only through his contributions to the modern Turkish novel and short story tradition, but also through his dissident character. Having entered the literary world with his articles published in the *Servet-i Fünun* newspaper, the author reached a wide readership with his satires written under the pen name "Kirpi." His journalistic and political character, political humor, and social analyses left a lasting impact on 20th-century Turkish literature. His personal experiences, and particularly his exile, prevented him from referencing the political events and social structures underlying them. This study examines the content, character analysis, language, and stylistic features of the plays "Maymunun Marifeti" (April 6, 1921) and "Gizli Fikir" (August 12, 1921), published in the Peyam-Sabah newspaper. In "Gizli Fikir" a one-act, one-person monologue, the author satirizes the Unionists' political perspective through the dissenting ideas embraced by a staunch Unionist while alone. "Maymunun Marifeti," on the other hand, provides information about the three-stage Anatolian campaign of Greek commanders and critically examines the military and political intrigues of the period. Two of these works, not included in the author's books, are considered important examples of Karay's theatrical social critique and political satire.
Keywords: Refik Halid Karay, theatre, satire, literature.

1. GİRİŞ

Refik Halid Karay (1888–1965), *Memleket Hikâyeleri*, *Gurbet Hikâyeleri*, *İstanbul'un İç Yüzü*, *Nilgün*, *Sürgün*, *Bugünün Saraylısı*, *Çete* gibi çoğu klasikleşmiş eserleriyle modern Türk anlatı geleneğinin şekillenmesinde belirleyici rol oynayan yazarların başında gelir. II. Meşrutiyet'in ilanının ardından Mekteb-i Hukuk'taki öğrenimini yarıda bırakan ve Maliye Nezareti'ndeki görevinden istifa eden Refik Halid, böylece *Servet-i Fünun* gazetesinde çalışmaya başlayarak basın dünyasına ilk adımını atmıştır. *Servet-i Fünun*'da Fransızcadan kısa çeviriler yayımlayan yazar, daha sonra Tercüman-ı Hakikat gazetesinde makaleler kaleme almaya yönelmiştir. *Kalem*, *Cem*, *Şehrah*, *Muhit*, *Resimli Kitap* ve *Âlem* gibi dönemin farklı süreli yayınlarında da yazılarıyla yer alan Refik Halid, basın çevrelerinde özellikle "Kirpi" müstearıyla yayımladığı keskin ve sivri dilli hiciv yazıları sayesinde geniş bir ün kazanmıştır (Tonga, 2023, s. 147). Refik Halid Karay roman, hikâye, deneme türünde çok sayıda eser yayımlamış, ancak tiyatro ile her zaman alakadar olduğunu söylemesine rağmen bu kapsamda değerlendirilebilecek çok az eser kaleme almıştır: (E. Sağlam Can & M. Can, 2025, s. 356). Bu eserler: "Tiryaki Hasan Paşa", "Bir Muhalifin İntiharı" (Karay, 2011), "Gizli Fikir" (Karay, 1921), "Bir Maymunun İntikamı" (Karay,1921) "Deli" (Karay, 1929).

Kurtuluş Savaşı'nın başladığı dönemde basının hem Anadolu hem de İstanbul açısından stratejik bir önem taşıdığı görülmektedir. Savaş, yalnızca cephe hatlarında yürütülen askerî mücadeleyle sınırlı kalmamış; aynı zamanda gazeteler üzerinden sürdürülen yoğun bir fikir mücadelesine de sahne olmuştur. Devam eden çatışmaların gölgesinde, Millî Mücadele yanlısı Anadolu basını ile bu mücadeleye karşıt bir çizgide konumlanan muhalif basın arasındaki polemikler, dönemin siyasal ve toplumsal atmosferinin anlaşılmasına önemli katkı sağlamaktadır. Bu bağlamda, "Mütareke basını" ya da "işbirlikçi basın" olarak adlandırılan ve Millî Mücadele'ye muhalif tutum sergileyen yayın organları dikkat çekmektedir. İstanbul'da yayımlanan ve Millî Mücadele karşıtı söylemleriyle bilinen Peyam-Sabah gazetesi, bu grubun önde gelen örneklerinden biri olarak öne çıkmaktadır (Ortakan, 2019, s. 30).

Refik Halid, 1920 yılında dönemin etkili muhalif yayın organlarından biri olan Peyam-Sabah'ta yazılar kaleme almaya başlamıştır. Gazetede "Nakş-ı Berab" başlıklı köşede "Aydede" müstearıyla yayımladığı yazılarında, diğer yayınlarda sergilediği üsluba kıyasla daha keskin ve sert bir dil kullanmıştır. Görüşlerini açık ve yüksek bir tonda ifade etmesi, hem Kuva-yı Milliye taraftarlarının hem de muhalif kamuoyunun dikkatini çekmiş; bu durum, yazarın gazetecilik kimliğinin dönemin toplumsal ve siyasal atmosferi içinde belirgin bir görünürlük kazanmasına katkı sağlamıştır (Ortakan, 2019, s. 37).

Refik Halit Karay, Peyam-Sabah gazetesinde çeşitli konu ve türlerde yazılar yazmıştır. Karay'ın bu gazetedeki ilk yazısı, 3 Kasım 1920 tarihinde" Oradakilere Dair" (Karay, 1920) başlığıyla, yayımlanmıştır. Karay'ın buraya kadar olan dönemde, yazılarını yayımladığı gazete ve dergiler içinde en uzun soluklu çalışma ortamını bu gazetede yakalamış olduğunu görülmektedir (Ünal, 2013, s. 89). Karay, Türk edebiyatında hiciv geleneğini siyasal ve toplumsal eleştiriyle başarıyla birleştiren önemli yazarlardan biri olarak dönemin nabzını bu gazetedeki yazılarıyla tutmuştur. "Maymunun Marifeti" ve "Gizli Fikir", yazarın bu geleneği tiyatro sahnesine taşıdığı örneklerdir. Her iki oyun, birey-toplum-iktidar ilişkisini farklı bağlamlarda ele alırken, insan psikolojisi ve ideolojik yapıların sorgulanmasını dramatik bir biçimde sunar. Bu makalede, her iki eserin sahne yapısı, dil ve üslup özellikleri, karakter çözümlemeleri ve toplumsal-politik eleştirileri karşılaştırmalı olarak incelenmektedir. Çalışmadaki alıntılar ve metin incelemesi bu iki tiyatro metnini ilk kez Osmanlıca Türkçesinden Latin harflerine aktarıp yayımlayan Ortakan'ın (2019) çalışması temel alınarak yapılmıştır.

2. BULGULAR

2.1. *Maymunun Marifeti*

Refik Halit Karay'ın "Maymunun Marifet"i adlı kısa oyun metni, Kurtuluş Savaşı döneminde Yunan ordusunun Anadolu'da uğradığı başarısızlıkları ve bu başarısızlıkların komuta kademesinde yarattığı panik, sorumluluktan kaçma ve komik durumları ele alan bir hiciv eseridir. Metin üç kısa sahneden oluşur ve her sahnede farklı bir Yunan komutanı kendi odasında, aynı kurgu ve dekor düzeni içerisinde maymun doldurmasıyla konuşarak hezimetlerini yorumlar. Bu yapı, oyuna hem tekrara dayalı bir mizah hem de politik bir ironi kazandırır. Gariper ve Coşkun'un (2006), Yılmaz'ın (2022) yaptığı ve Karay'ın eserlerini ironi ve mizah zemininde inceleyen çalışmalarda da belirtildiği üzere yazar gerek romanlarında gerekse öykülerinde ironi ve mizah unsurlarını başarıyla ve sıkça kullanan bir yapıya sahiptir. Bu durumun yansıması "Maymunun Marifeti"nde de görülmektedir.

Sahne Çözümlemesi: Birinci Sahne – Tino'nun Dairesi

Dekor ve Atmosfer: Geniş bir masada Anadolu haritaları serilmiştir. Şömine üzerinde "sapsarı dişli" doldurma bir maymun vardır. Ortam, savaş stratejisi gerektiren ciddi bir mekânı çağrıştırsa da doldurma maymun unsuru sahneye grotesk bir hava katmaktadır.

Sahne Olaylarının Özeti

Tino, sözde başarı haberi getiren "Kalkış" kod adlı telsiz subayına kızgındır. Eskişehir'in alındığı haberinin yalan çıkması üzerine büyük bir hayal kırıklığı yaşar. Askerî hezimetin ardından suçu maymunun uğursuzluğuna ve Kalkış'ın yanlış haberine yükler. Metin, Tino'nun önce maymuna kutsiyet atfettiğini, sonunda ise lanetlendiğini gösterir.

Dramatik İşlev

Savaş haberlerinin doğruluğu yerine "umut tacirliği" yapan komuta düzeni eleştirilir. Komutanın zafer beklentisi ile gerçeklik arasındaki uçurum komik ve trajik biçimde verilir. Tino'nun ruh hâli: beklenti → coşku → hayal kırıklığı → öfke → suç atma durumundadır.

İkinci Sahne – Papu'nun Dairesi

Dekor ve Atmosfer: İlk sahneyle aynı düzen vardır: haritalar, şöminedeki doldurma maymun. Bu paralellik, üç komutanın da aynı akıbeti paylaştığına işaret eder.

Sahne Olaylarının Özeti

Papu, önceki hezimeti "şan ve zaferle mağrurane avdet" (zafer görünümü altında geri çekilme) gibi absürt bir ifadeyle geçiştirdiğini hatırlatır. Bu sefer benzer bir kılıf bulmakta zorlanır. Eskişehir işgal edildiği yalanının saatine bile inandığını söyleyerek kendisiyle dalga geçer. Suçu önce hava şartlarına, sonra Kalkış'a, en sonunda da maymuna yükler.

Dramatik İşlev

Komutanların ortak özelliği olan kendi hatalarını rasyonelleştirme açığa çıkar. Dilsel manipülasyon (hezimeti zafer gibi sunma) komedinin temelini oluşturur. Maymuna yüklenen anlamsız kutsiyet, savaş kayıplarını açıklamada kullanılan irrasyonel yöntemleri hicveder.

Üçüncü Sahne – Zelu'nun Dairesi

Dekor ve Atmosfer: Yine haritalar ve şömine üzerindedir aynı tip maymun dikkat çeker. Ancak bu sahnede Zelu'nun maymuna bakış açısı diğer komutanlardan tamamen farklıdır.

Sahne Olaylarının Özeti

Zelu, maymuna "ulvi hisal", "timsal-i zekâ", "halaskâr" diyerek onu neredeyse kutsar. Çünkü hezimet haberinin Papu ve Tino'nun üzerine yıkılması sayesinde kendisi sorumluluktan kurtulmuştur. Maymunun "dişlerini" metaforik biçimde kaderin yardım eli olarak görür.

Dramatik İşlev

Üç sahne arasındaki karşıtlık en güçlü şekilde burada tamamlanır: İlk iki komutan başarısızlığın sorumluluğunu atarken, Zelu, aynı hezimet sayesinde kendi "kurtuluşunu" kutlar. Savaşın gerçek bedeli yerine kişisel çıkarların öne çıktığı bir komuta zihniyeti hicvedilir.

Dil ve Üslup İncelemesi

Hiciv (Satire) ve Mizah: Refik Halit'in güçlü olduğu alanlardan biri ironi ve hicivdir. Metinde:
Abartılı hitaplar: "Ey bed çehre, ey lika-yı şeytanat!", "Ey mahluk-ı ulvi hisal!" (Ortakan, 2019, s. 219). Kendini yüceltme ve başkalarını kötülüğe atma davranışları grotesk biçimde sunulur. Komutanların kendi iç konuşmalarında dramatik bir paradoks vardır. Sohbet ettikleri bir maymundur. Bu yapı hem siyasal hem toplumsal bir eleştiriyi komik bir zeminde sunar.

Dil Özellikleri

Osmanlı Türkçesi kelimeler yoğun biçimde kullanılmıştır: “galebe”, “mağrurane”, “te’vil”, “fitne”, “hezimet”, “halaskâr”, “meşum”. Bu kelimeler dönem ruhunu yansıtır ve metne teatral bir ağırlık katar. Üslup hem yüksek perdeli (yüksek edalı hitaplar) hem alaycıdır. Bu ikili yapı mizahı güçlendirir.

Tekrar Yapısı

Üç sahnede benzer dekor, benzer monologlar ve aynı nesne (doldurma maymun) kullanılır. Bu tekrar, maskaralık ve akılsızlıkta süreklilik duygusu yaratır. Böylece Yunan komuta kademesinin sistematik basiretsizliği vurgulanır.

Karakter Çözümlemeleri

Tino: Çabuk heyecanlanan, çabuk hayal kırıklığına uğrayan bir tiptir. Zafer haberi geldiğinde çocuk gibi ağlaması, duygusal kırılganlığını gösterir. Sorumluluk almak yerine suçu dış faktörlere (Kalkış, maymun, kader) yükler.

Temsili Rolü: Gerçeklikten kopuk, duygusal ve irrasyonel bir komutan tipidir. Hicvin hedefi, ciddiyetsiz ve hazırlıksız askerî idaredir.

Papu: Tino’ya göre daha kurnaz ve daha “dil oyunlarına” yatkındır. Hezimeti “şan ve zaferle mağrurane avdet” diye süsleyebilen bir bürokrat zekâsı vardır. Yine de kendini kandırdığı açıktır: “Bu te’vili ben buldum ama kendim de beğenmedim.”

Temsili Rolü: Politik dilin manipülatif doğusunu temsil eder. Başarısızlığı örtmek için dilsel hilelere başvuran yöneticilerin karikatürüdür.

Zelu: En pragmatist karakterdir. Diğerlerinin aksine hezimeti kişisel kurtuluş fırsatına çevirir. Olan biteni kader olarak görmez; aksine kendi lehine yorumlar.

Temsili Rolü: Bireysel çıkarını her şeyin üzerinde tutan yönetici tipidir. Hezimet bile ona hizmet ettiği sürece “kutsal” bir olay olabilir.

Anlam Katmanları

Kaderin anlamsızlığı, komutanların kontrol dışı olaylara anlam yükleme çabası dikkat çeker. Yönetim zaafı ve rasyonel olmayan karar alma kültürü belirgindir. Her sahnede aynı varlık olmasına rağmen üç komutanın ona farklı anlamlar vermesi, otorite boşluğunu ve irrasyonaliteyi temsil eder.

2.2. *Gizli Fikir*

Refik Halit Karay’ın “Gizli Fikir” adlı oyunu, İttihat ve Terakki yönetimini hedef alan keskin bir politik hiciv niteliğindedir. Tek kişilik bir monolog şeklinde yapılandırılan eser, “Azılı İttihatçı” olarak nitelendirilen bir karakterin yalnızlık anında gerçek düşüncelerini ortaya dökmesi üzerine kuruludur. Metin, İttihatçı söylemin toplumsal maskesinin nasıl çöktüğünü, bireyin iç dünyasındaki ikiliği ve psikolojik savrulmayı dramatik bir yapıda sergiler.

Oyun, tek mekânda, kısa bir zaman diliminde geçmesine rağmen, karakterin iç çözümlemesi, tarihî göndermeler, ironi ve dil oyunlarıyla oldukça yoğun bir dramaturjik yapı sunar.

Sahne Çözümlemesi

Sahne Düzeni ve Dekor: Perde açıldığında izleyici son derece sembolik bir dekorla karşılaşır: Enver, Cemal, Talat gibi İttihatçı liderlerin duvarlarda altın yaldızlı portreleri vardır.

Masada; Anadolu haritası, “Kahraman” fotoğrafları, Halide Edip’in gazeteden kesilmiş resmi, Obüs parçasından yapılmış cigara tablalaları, Mermi kırıklarından lambalar, Mavzer kovanlarından kibritlik, Hilal-i Ahmer damgalı kâğıtlar, Cihada atıf yapan sembolik yüzükler vardır.

Bu dekor, İttihatçı ideolojinin kutsallaştırdığı savaş, kahramanlık ve fedakârlık söylemini karikatürize eden bir vitrindir.

Eşyaların abartılı sembolik niteliği, bir tür “ritüel odası” etkisi verir ve karakterin zihinsel fanatizmine mekânsal bir yansıma oluşturur.

Olayın Dramaturjik Yapısı

Oyun, tek karakterin monoloğundan oluşur. Dram, içsel çatışmanın giderek görünür hâle gelmesi üzerinden ilerler.

Aşama 1: Övünme ve Meşrulaştırma: Karakter, İttihatçılığı sorgusuz savunmasını, bağlılığını ve bu bağlılık sayesinde elde ettiği kişisel çıkarları büyük bir özgüvenle anlatır: “Dört başım mamur oldu… Hiç ümit yokken adam olup meydana çıktım” (Ortakan, 2019, s. 223). Bu bölüm, ideolojik sadakatin aslında kişisel menfaatle iç içe olduğunu ortaya koyar.

Aşama 2: İçsel Çözülme ve Yüzleşme: Odadaki yalnızlığının güveniyle karakter gerçek düşüncelerini ifade etmeye başlar: “Biz yaman adamlarız ki… hala cemiyeti müdafaa için söz bulabiliyoruz…”. “Ne

yaptıksa fena yaptık; hangi işe girdikse yüzümüze bulaştırdık" (Ortakan, 2019, s. 221). Bu, karakterin hem vicdan hem de akıl üzerinden kendi örgütünü eleştirdiği en çıplak bölümdür.
Aşama 3: Gerçeklik Krizi ve Umutsuzluk: Art arda gelen itiraflar, İttihatçı yönetiminin başarısızlık bilançosunu net bir şekilde ortaya koyar: Üsküdar'a köprü yapılamamıştır, Girit alınamamıştır, Kanal geçilememiştir. "Taş üstüne taş koymamışız."
Aşama 4: Muhaliflerle Aynı Düşünceye Kayış: En kritik kırılma: "Ben de Ali Kemal gibi düşünüyorum… hatta… Ali Kemal gibi söyleniyorum!" (Ortakan, 2019, s. 223). Bu cümle, karakterin iç dünyasındaki en büyük dramatik yıkımdır.
Aşama 5: Maskenin Yeniden Takılışı: Telefon çalınca karakter "gerçek yüzüne" geri döner: Muhalifleri hain ilan eder, Savaştan, kararlılıktan, Misak-ı Millî'den, "bir karış yer kalıncaya kadar cenge devam"dan bahseder. Bu kapanış, oyunun temel tezini sahneye çiviler: İnanç değil, çıkar ilişkisiyle sürdürülen bir siyasi sadakat. Kamuoyu önünde başka, kendi kendine başka konuşan bir İttihatçı tipolojisi. İttihatçı söylemin tamamen bir "performans" olması.

Dil ve Üslup İncelemesi

Osmanlıca Terimlerin Yoğunluğu: Metinde eski dil unsurları oldukça fazladır: "medh ü sena", "ilca-yı musalahat", "rüesa", "maşallah", "seyyiat", "muhalifler", "hamiyet" Bu sözcükler, İttihatçı bürokratik lisanın yapay ve tumturaklı doğasını hicvetmek için kullanılır.
İroni ve Hiciv: Metnin tamamı ironinin üzerine kuruludur: "Biz yaman adamlarız ki…". "Ne varsa İttihatçılıkta bulurum.". "Siz hiç kimseyle altı ay güzel güzel geçinemez misiniz?" İttihatçı övünme dili, karakterin kendi ağzından çökertilir (Ortakan, 2019, s. 223).
Söylem Çift Başlılığı: Karakterin iç sesi ile dışarıya konuşma biçimi arasında büyük uçurum vardır. İç sesi: Eleştirel, karamsar, gerçekçidir. Dış sesi: Kibirli, hamaset dolu, fanatiktir. Bu ikili yapı, oyunun dramatik temelini oluşturur.

Monoloğun Retorik Yapısı

Retorik sorular, tekrarlayan yakınmalar, yükselen ve alçalan duygusal tonlar karakterin psikolojik kırılmasını dramatize eder.
Örnek: "Ne yaptıksa fena yaptık?" "Bir eser? Bir bina? Bir kanun?" "Beş paralık bir iş olsun!" Bu retorik üslup hem dramatik etkisi hem de ideoloji eleştirisinin keskinliği açısından önemlidir.

Karakter Çözümlemesi

"Azılı İttihatçı" Tipi: İttihatçılığı sadakat değil, kişisel çıkar gereği benimsemiş bir karakterdir. Yalnız kaldığında samimi, eleştirel ve gerçekçi; dışarıya karşı ise sahte ve hamasîdir. Psikolojik olarak bölünmüş bir kişilik sergiler: İç yüz; eleştirel, pişman, umutsuz, rasyoneldir. Dış yüz; agresif, dogmatik ve ideolojiktir.
İdeolojik konumu: İttihatçılığı bir "hamiyet" maskesi olarak kullanır. Siyaseti bir "nimet kapısı" gibi görür: "Adam oldum, yemediğimi yedim" (Ortakan, 2019, s. 221). Bu cümleler karakterin ahlaki çöküşünü gösterir.
Zayıflık ve iç çatışma: Sorgulama başladığında karakterin kendisi bile kendi düşüncelerinden ürker. Ali Kemal'e benzemekten korkar ama içten içe ona hak verir.
Yalancılık ve kendini kandırma: Telefon geldiği anda tüm iç muhasebe sona erer ve yüzeydeki hamaset dili bir anda geri döner. Bu dramatik dönüş, karakterin: Samimiyetsizliğini, Menfaatçilikle yoğrulmuş kimliğini, Gerçekten değil, görünmekten yana bir insan olduğunu keskin bir biçimde ortaya koyar.

3. SONUÇ

Refik Halit Karay'ın "Maymunun Marifeti", üç kısa sahne üzerinden Yunan ordusunun Anadolu'daki başarısızlıklarını büyük bir hiciv gücüyle eleştirirken, aynı zamanda bürokratik ve askerî hiyerarşideki sorumluluktan kaçma refleksini gözler önüne serer. Tekrarlı sahne yapısı, grotesk simgeler ve yüksek perdeli ironi, metni hem dramatik hem politik değeri yüksek bir hiciv metni kılar. Her bir karakter farklı bir yönetici tipini temsil ederken, maymun sembolü aklın ve gerçekliğin yerini hurafe, korku ve çıkar ilişkilerinin aldığı bir düzeni imler.
"Gizli Fikir", tek kişilik bir oyun olmasına rağmen politik hicvin en güçlü örneklerinden biridir. Karakterin kendi kendine konuşması hem iç hesaplaşmayı hem de ikiyüzlülüğü katman katman açar. Refik Halit Karay'ın hedef aldığı noktalar nettir: İttihatçı bürokrasinin başarısızlıkla örülmüş tarihsel sicili. Bu başarısızlıkları örtmek için kullanılan hamaset dili, içeriden çöküşe rağmen dışarıya gösterilen yalancı ideolojik güç, siyasetin çıkar ilişkisi üzerinden yürütülmesi, gerçek düşünce ile resmi söylem arasındaki uçurum. Oyunun sonundaki telefon sahnesi, gerçek yüzleşmenin asla dışarı yansımayacağını, iktidarın sürmesi için gösterinin devam edeceğini simgeler.

Refik Halit Karay'ın "Maymunun Cehennemi" ve "Gizli Fikir" adlı tiyatro metinleri, yazarın toplumsal eleştirel bakışını mizahî üslubuyla birleştiren iki önemli örnektir. Her iki eserde de bireyin düşünsel özgürlüğü, toplumun baskıcı normları karşısında sıkışmış durumdadır. Karay'ın: Alegoriyi ustalıkla kullanması, Mizahı bir eleştiri aracına dönüştürmesi, Akıcı ve sade bir dil ile toplumsal yapıyı irdelemesi, Karikatürize tipleri sahneye taşıması, Türk tiyatrosunda onu özgün bir yere yerleştirir. Sonuç olarak bu iki eser hem bireysel psikolojiyi hem de toplumsal yapıyı eleştirel bir gözle değerlendiren güçlü örneklerdir.

KAYNAKÇA

Gariper, C. & Coşkun, y. K. (2006) "Refik Halid Karay'ın Tanrıya Şikâyet Adlı Eserinde İronik Dil: İnsan, Savaş ve Tanrı İronisi", Arayışlar. *İnsan Bilimleri Araştırmaları*, 15, 1-20.

Karay, R. H. (2011). "Bir Muhalifin İntiharı." N. Ahmet Özalp, Refik Halid: Okları Kırılmış Kirpi içinde, 147-150. İstanbul: Kapı Yayınları.

Karay, R. H. (1929). Deli. Halep: Arara Matbaası.

Karay. R. H. (1921). "Gizli Fikir", Peyam-Sabah, 12 Ağustos.

Karay. R. Halid. (1921). "Maymunun Marifeti", Peyam-Sabah, 06 Nisan.

Ortakan, A. Z. (2019). Refik Halid'in Peyam-Sabah Gazetesindeki Yazılarının İncelenmesi (1920-1921). Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul 29 Mayıs Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Sağlam Can & E.; Can, M. "Değişen Zaman Dönüşen Kimlik: Refik Halid Karay'ın *Deli* Piyesi Üzerine Mukayeseli Bir İnceleme", Osmanlı Medeniyeti Araştırmaları Dergisi, 25 (2025): 355-391.

Tonga, N. (2023). Bir Muhalifin Gözünden Cumhuriyet'e Uyanmak: Refik Halid Karay'ın *Deli* Piyesi Üzerine Bir İnceleme. *Mavi Atlas*, 11(Cumhuriyet'in 100. Yılı Özel Sayısı), 146-158.

Ünal, Y. (2013). Yakın Dönem Türk Tarihinde Refik Halid Karay. Yeditepe Yay.

Yılmaz, O. Y. (2022). Refik Halid Karay'ın Romanlarında İroni. Yayımlanmamış Yüksek Lisans tezi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

HEMŞİRELİK EĞİTİMİNİN GELECEĞİ: META-ÖĞRENME VE DİJİTAL KLİNİKLER

Fatma AZİZOĞLU
Haliç University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, Alibeyköy Campus
ORCID: 0000-0002-7102-9797
Banu TERZİ
Akdeniz University, Faculty of Nursing, Konyaaltı Campus
ORCID: 0000-0002-9500-6872

ÖZET
Dijital sağlık ekosisteminin hızlı dönüşümü, hemşirelik eğitiminin geleceğini derinden etkilemekte ve öğretim süreçlerini geleneksel modellerin ötesine taşımaktadır. Meta-öğrenme, bireyin kendi öğrenme süreçlerini analiz ederek öğrenmeyi öğrenmesini sağlayan üst düzey bilişsel bir yaklaşım olarak, hemşirelikte klinik akıl yürütme, eleştirel düşünme ve öz düzenleme becerilerinin geliştirilmesinde önemli bir potansiyele sahiptir. Dijital klinikler ise sanal hasta senaryoları, dijital ikiz modelleri ve yapay zekâ destekli karar simülasyonları ile öğrencilerin gerçek klinik ortamları risksiz biçimde deneyimlemesine olanak tanımaktadır. Bu çalışma, meta-öğrenme yaklaşımı ve dijital klinik altyapılarının hemşirelik eğitiminin geleceğinde nasıl konumlandığını ve öğrenci yetkinliklerine katkılarını incelemeyi amaçlamaktadır. Meta-öğrenme temelli eğitim modelleri, öğrencilerin kendi bilişsel süreçlerini izlemelerini, öğrenme stratejilerini uyarlamalarını ve karmaşık klinik durumlarda daha yüksek düzeyde karar verme performansı göstermelerini desteklemektedir. Dijital klinikler ise yapay zekâ, artırılmış gerçeklik (AR), sanal gerçeklik (VR) ve sensör tabanlı sistemler sayesinde öğrencilerin tekrar edilebilir, kişiselleştirilebilir ve gerçek zamanlı geribildirim içeren uygulamalar yapmasına imkân tanımaktadır. Bu teknolojiler, klinik hata riskini azaltmakta, öğrenme motivasyonunu artırmakta ve öğrenci performansını objektif verilerle izlenebilir hâle getirmektedir. Sonuç olarak, meta-öğrenme ve dijital klinik uygulamaları hemşirelik eğitiminde pedagojik etkililiği artıran, öğrencilerin dijital yetkinliklerini güçlendiren ve geleceğin sağlık profesyonellerinin gerektirdiği bilişsel esnekliği kazandıran yenilikçi yaklaşımlar olarak öne çıkmaktadır. Hemşirelik eğitiminin sürdürülebilir dijital dönüşümü için bu teknolojilerin müfredata bütüncül ve etik bir çerçeveyle entegre edilmesi kritik önemdedir.
Anahtar Kelimeler: Meta-öğrenme, Dijital klinikler, Hemşirelik eğitimi

THE FUTURE OF NURSING EDUCATION: META-LEARNING AND DIGITAL CLINICS

ABSTRACT
The rapid transformation of the digital health ecosystem is profoundly shaping the future of nursing education and extending instructional processes beyond traditional models. Meta-learning, defined as a higher-order cognitive approach that enables individuals to analyze their own learning processes and learn how to learn, holds significant potential for enhancing clinical reasoning, critical thinking, and self-regulation skills in nursing education. Digital clinics, on the other hand, provide opportunities for students to experience real clinical environments without risk through virtual patient scenarios, digital twin models, and artificial intelligence–supported decision simulations. This study aims to examine how meta-learning approaches and digital clinic infrastructures are positioned in the future of nursing education and to evaluate their contributions to student competencies. Meta-learning–based educational models support

students in monitoring their cognitive processes, adapting learning strategies, and demonstrating higher-level decision-making performance in complex clinical situations. Digital clinics, supported by artificial intelligence (AI), augmented reality (AR), virtual reality (VR), and sensor-based systems, enable students to engage in repeatable, personalized, and real-time feedback–driven learning experiences. These technologies help reduce clinical error risk, enhance learning motivation, and allow for the tracking of student performance through objective data. In conclusion, meta-learning and digital clinic applications emerge as innovative approaches that increase pedagogical effectiveness, strengthen students' digital competencies, and equip future healthcare professionals with the cognitive flexibility required in modern clinical environments. Ensuring the sustainable digital transformation of nursing education requires the integration of these technologies into curricula within a holistic and ethical framework.
Keywords: Meta-learning, Digital clinics, Nursing education

1.GİRİŞ

Sağlık hizmetlerinde dijitalleşmenin hızlanması, hemşirelik eğitiminde "bilgi aktarımı" merkezli yaklaşımın yerine, öğrenenin öğrenmeyi yönetebildiği, kanıta dayalı ve teknolojiyle bütünleşik bir pedagojiyi zorunlu kılmaktadır. Bu dönüşümün temel itici güçleri; klinik alanların kapasite kısıtları, hasta güvenliği beklentileri, eğitimde standardizasyon ihtiyacı ve klinik muhakemenin geliştirilmesine yönelik yeni öğretim yaklaşımlarıdır (Kindi et al., 2025). Simülasyon, sanal gerçeklik (VR) ve dijital senaryo tabanlı uygulamalar, öğrencilerin gerçek hasta riski olmadan tekrarlı uygulama yapmasına ve klinik karar verme süreçlerini güvenli ortamda çalışmasına olanak sağlar. Bu yönüyle dijital klinikler, klinik eğitimde erişim ve fırsat eşitsizliklerini azaltmaya aday stratejik bir eğitim altyapısı olarak değerlendirilmektedir (Gündoğdu ve Dikmen, 2017). Bu makalede hemşirelik eğitiminin geleceği, iki tamamlayıcı eksen üzerinden ele alınmaktadır: Meta-öğrenme (öğrenmeyi öğrenme / üstbiliş ve öz-düzenleme) ve dijital klinikler (VR, sanal hasta, tele-sağlık simülasyonları ve dijital simülasyon ekosistemi). Bu iki eksenin birlikte ele alınması, yalnızca teknoloji kullanımını değil, teknoloji aracılığıyla öğrenmenin nasıl yönetileceğini de odağa taşımaktadır (Kim, 2024).

2.KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Meta Öğrenme Nedir?

Meta-öğrenme, bireyin öğrenme süreçlerinin farkında olması, hedef belirlemesi, strateji seçmesi, öğrenmeyi izlemesi ve gerektiğinde yeniden düzenleyebilmesiyle ilişkili üst düzey bir yeterlik alanıdır. Eğitim bilimleri literatüründe bu alan sıklıkla üstbiliş (metacognition) ve öz-düzenlemeli öğrenme (self-regulated learning, SRL) ile kavramsallaştırılmaktadır (Kim, 2024). Hemşirelik eğitiminde meta-öğrenme, klinik karar verme gibi belirsizlik içeren ortamlarda, öğrencinin yalnızca "doğru yanıtı" değil, "doğruya hangi akıl yürütmeyle gittiğini" görünür kılmaktadır. Özellikle klinik muhakeme, risk değerlendirmesi ve hasta güvenliği boyutlarında meta-öğrenme; refleksiyon, geri bildirim ve yapılandırılmış debriefing ile güçlenen bir öğrenme mimarisi sunmaktadır (Açıl ve Keçeci, 2024). Hemşirelik öğrencilerinin öz-düzenlemeli öğrenme düzeylerinin farklı değişkenlerle ilişkisini inceleyen çalışmalar, SRL'nin akademik ve uygulama süreçlerinde önemli bir belirleyici olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, hemşirelik müfredatında meta-öğrenme stratejilerinin sistematik biçimde yer alması gerektiğini desteklemektedir (Elmalı Şimşek ve Aksoy, 2023).

2.2.Dijital Klinikler: Tanım, Bileşenler ve Pedagojik Mantık

Dijital klinikler, öğrencinin klinik ortamı dijital araçlarla deneyimlediği; senaryo tabanlı simülasyon, sanal hasta (virtual patient), VR/AR destekli uygulama ve tele-sağlık simülasyonlarını kapsayan bütünleşik bir öğrenme ekosistemidir. Dijital kliniklerin temel

iddiası, klinik öğrenmeyi standardize etmek, tehlikesiz ortamda tekrarlı pratik sağlamak ve ölçme-değerlendirmeyi daha izlenebilir hale getirmektir (Georg & Zary, 2014).
Sanal hasta uygulamaları, öğrenenin klinik akıl yürütmesini geliştirmeye yönelik dijital vakalar sunar ve özellikle karar verme basamaklarının görünür duruma gelmesinde yararlı olabilir. Hemşirelik eğitiminde sanal hasta modelinin geliştirilmesi ve değerlendirilmesine ilişkin erken dönem açık erişimli kanıtlar, bu yaklaşımın öğrenme ve değerlendirme amaçlarıyla uyumlu biçimde tasarlanabileceğini göstermiştir (Georg & Zary, 2014). VR tabanlı simülasyonlar ise etkileşim ve immersiyon sayesinde psikometrik sonuçlarda (öz-yeterlik, memnuniyet, beceri güveni) artışla ilişkilendirilebilmektedir. VR'nin hemşirelik eğitimindeki etkilerini değerlendiren açık erişimli sistematik derleme/meta-analiz bulguları, VR'nin bazı öğrenme çıktılarında avantaj sağlayabildiğini; ancak çıktı türüne göre etkinliğin değişebildiğini vurgulamaktadır (Liu et al., 2023). Hemşirelik eğitiminde VR simülasyonun farklı varyantlarının karşılaştırıldığı açık erişimli deneysel çalışma bulguları, VR'nin özellikle karmaşık psikomotor becerilerde ve süreç adımlarının yapılandırılmasında öğretimsel değer üretebileceğine işaret etmektedir (Plotzky et al., 2023). Araştırmalar, sanal gerçeklik ve haptik sistemlerin hemşirelik eğitiminde "yaparak-yaşayarak öğrenme", "tekrar olanağı" ve "hatalı girişimleri azaltma" gibi avantajlar üzerinden tartışıldığını göstermektedir. Bu çerçeve, dijital klinik yaklaşımının yerel bağlamda kabul edilebilirlik ve uygulanabilirlik açısından temellendirilebileceğini düşündürmektedir (Gündoğdu ve Dikmen, 2017).

2.3. Simülasyon Kalitesi ve Standartlar: Dijital Kliniklerin Güvenilirliği Nasıl Sağlanır?

Dijital kliniklerin etkili olabilmesi, yalnızca teknolojiye değil; simülasyon tasarımı, kolaylaştırıcılık (facilitation), debriefing ve ölçme-değerlendirme bileşenlerinin kanıta dayalı standartlarla yürütülmesine bağlıdır. Bu noktada uluslararası simülasyon standartları, dijital kliniklerin kalite güvencesi için kritik bir referans sunar (INACSL et al., 2021). INACSL standartları; amaç-hedef uyumu, senaryo tasarımı, ön bilgilendirme (prebriefing) ve debriefing süreçleri gibi bileşenlerle simülasyonun pedagojik tutarlılığını güçlendirmeyi hedefler. Dijital klinik uygulamaları da bu standartlara göre kurgulandığında, teknoloji destekli öğrenme "gösteri" olmaktan çıkıp ölçülebilir öğrenme çıktıları olarak değerlendirilebilir (INACSL et al., 2021).

2.4. Meta-Öğrenme ile Dijital Kliniklerin Entegrasyonu: "Deneyim"den "Öğrenme"ye Geçiş

Dijital klinikler öğrenciye deneyim sunar; meta-öğrenme ise bu deneyimi öğrenmeye dönüştüren mekanizmadır. Bu dönüşüm; öz değerlendirme, hedef izleme, yansıtıcı düşünme ve yapılandırılmış geri bildirim süreçleriyle güçlenir (Açıl ve Keçeci, 2024). Simülasyon oyunu temelli bir girişimin hemşirelik öğrencilerinde yansıtıcı düşünme becerisine etkisini inceleyen açık erişimli çalışma, simülasyon-sonrası yansıtmanın eğitimsel değerini desteklemektedir. Bu bulgu, dijital kliniklerin "debriefing + refleksiyon" eşliğinde meta-öğrenme çıktıları üretme potansiyeline işaret eder (Açıl ve Keçeci, 2024). Üstbiliş, öz-yönetimli öğrenme ve öğrenme performansı arasındaki ilişkiyi ele alan açık erişimli bulgular, meta-öğrenmenin öznel öğrenme performansını ve öğrenme düzenleme kapasitesini güçlendirebildiğini göstermektedir. Bu nedenle dijital kliniklerin tasarımında, öğrencinin düşünme süreçlerini görünür kılan "düşün-aloud", karar günlüğü ve yansıtıcı rapor gibi araçların entegrasyonu önerilebilir (Kim, 2024).

2.5. Dijital Klinik Türleri ve Hemşirelik Eğitiminde Kullanım Senaryoları

2.5. 1. VR/AR Tabanlı Klinik Senaryolar

VR, öğrencinin klinik senaryo içinde etkileşimli kararlar aldığı ve sonuçlarını gözlemleyebildiği bir ortam sağlar. VR'nin hemşirelik eğitimindeki etkisini inceleyen açık erişimli meta-analiz, VR'nin bazı çıktılarda olumlu etkiler gösterebildiğini; ancak kritik düşünme gibi üst düzey bilişsel çıktılarda heterojen sonuçlar bulunduğunu bildirmektedir (Liu et al., 2023).

2.5. 2. Sanal Hasta (Virtual Patient) ve Web Tabanlı Klinik Karar Verme

Web tabanlı sanal hasta modelinin hemşirelik eğitiminde geliştirilmesi ve değerlendirilmesine ilişkin açık erişimli çalışma, sanal hastanın öğrenme/ölçme gereksinimlerine uyarlanabileceğini göstermiştir. Bu yaklaşım, özellikle vaka çeşitliliği ve standart değerlendirme gerektiren programlarda maliyet-etkin bir seçenek olabilir (Georg & Zary, 2014).

2.5. 3. Toplum Sağlığı ve Klinik Dışı Alanlarda Simülasyon

Toplum sağlığı hemşireliği eğitiminde simülasyon kullanımına ilişkin güncel açık erişimli sistematik derleme, yüksek gerçeklikli simülasyonun sık kullanıldığını ve kritik düşünme, problem çözme, iletişim gibi "yumuşak beceriler" için güvenli bir ortam sunduğunu vurgulamaktadır. Bu bulgu, dijital kliniklerin yalnızca hastane ortamı değil, toplum temelli bakım bağlamında da genişletilebileceğini düşündürür (Kindi et al., 2025).

2.5. 4. Tele-sağlık / Telenursing Simülasyonları

Telenursing simülasyon programlarının mezunların uzaktan bakım becerilerine etkisini inceleyen açık erişimli çalışma, tele-sağlık temelli simülasyonların eğitim çıktıları üretebildiğini göstermektedir. Bu yaklaşım, özellikle dijital kliniklerin "gerçek sistem" entegrasyonuna (uzaktan izlem, uzaktan danışmanlık) uyarlanmasında önemlidir (Ali-Saleh et al., 2025).

2.6.Türkiye Bağlamı: Dijital Kliniklerin Uygulanabilirliği ve Öğrenci Hazırlığı

Türkiye'de hemşirelik eğitiminde simülasyon ve VR kullanımını ele alan çalışmalar, teknoloji destekli öğrenmenin hasta güvenliği ve tekrarlı uygulama avantajları üzerinden güçlü biçimde gerekçelendirildiğini göstermektedir. Bu gerekçeler, dijital kliniklerin program çıktılarıyla ilişkilendirilerek kurumsal düzeyde yaygınlaştırılabileceğini düşündürmektedir (Gündoğdu ve Dikmen, 2017; Demiryürek ve Çelik Demiryürek, 2022). Ayrıca uzaktan eğitim bağlamında hemşirelik öğrencilerinin öz-yönetimli öğrenme gereksinimlerini ile ilgili çalışmalar, dijital öğrenme ortamlarında SRL becerilerinin belirleyici rol oynadığını vurgulamaktadır. Bu bulgu, dijital kliniklerin başarı koşullarından birinin "öğrenciyi meta-öğrenme açısından güçlendirmek" olduğunu açıkça desteklemektedir. Meta-öğrenme ve dijital klinikler, klinik öğrenmeyi standardize etme, geri bildirim döngülerini hızlandırma ve hasta güvenliği riskini azaltma açısından güçlü fırsatlar sunar. Bununla birlikte teknoloji yatırımı, altyapı gereksinimi ve eğitici yeterliliği gibi bileşenler yönetilmediğinde, dijital klinikler pedagojik amaçtan koparak yüzeysel bir deneyim alanına dönüşebilir (INACSL et al., 2021). Ayrıca VR ve benzeri araçların bazı öğrenme çıktılarında heterojen sonuçlar üretebildiği; özellikle üst düzey bilişsel çıktılar için tasarımın kritik olduğu bildirilmektedir. Bu nedenle dijital klinik uygulamalarının, hedeflenen çıktı türüne (psikomotor, bilişsel, duyuşsal) göre farklılaştırılması gerekmektedir (Liu et al., 2023).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Hemşirelik eğitiminin geleceği, teknoloji kullanımının ötesinde, öğrenenin öğrenmeyi yönetebildiği meta-öğrenme altyapısının güçlendirilmesine bağlıdır. Dijital klinikler, simülasyon standartlarıyla uyumlu biçimde tasarlandığında güvenli, ölçülebilir ve tekrar edilebilir klinik öğrenme deneyimleri sunabilir. Bu nedenle; müfredatta meta-öğrenme/SRL kazanımlarının açıkça tanımlanması, dijital klinik senaryolarının debriefing ve refleksiyonla tamamlanması, eğiticiler için dijital pedagojik yeterlik geliştirme programlarının yaygınlaştırılması ve çıktı-temelli değerlendirme çerçevelerinin kullanılması önerilebilir. Toplum sağlığı ve tele-sağlık gibi alanlarda simülasyonun etkisini gösteren güncel açık erişimli kanıtlar, dijital kliniklerin kapsamının yalnızca hastane içi bakım ile sınırlı kalmaması gerektiğini desteklemektedir.

KAYNAKÇA

Açıl, A., & Keçeci, A. (2024). Effect of a simulation game on nursing students' reflective thinking skills: a mixed methods study. *BMC Nurs* 23, 704. https://doi.org/10.1186/s12912-024-02228-w

Ali-Saleh, O., Massalha, L., & Halperin, O. (2025). Evaluation of a simulation program for providing telenursing training to nursing students: A cohort study. *JMIR Medical Education, 11*, e67804. https://doi.org/10.2196/67804

Demiryürek, S. O., & Çelik Demiryürek, S. (2022). Hemşirelerin Uygulama Eğitiminde Sanal Gerçekliğin Avantajları: Literatür Taraması. *Kastamonu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 1(1), 25-31.

Elmalı Şimşek, H., & Aksoy, M. (2023). Hemşirelik öğrencilerinin problem çözme becerileri ve öz düzenlemeli öğrenme durumları. *Sağlık Akademisyenleri Dergisi,* 10(3), 380-386. https://doi.org/10.52880/sagakaderg.1246173

Georg, C., & Zary, N. (2014). Web-based virtual patients in nursing education: Development and validation of theory-anchored design and activity models. *Journal of Medical Internet Research, 16*(4), e105. https://doi.org/10.2196/jmir.3548

Gündoğdu, H., & Dikmen, Y. (2017). Hemşirelik eğitiminde simülasyon: Sanal gerçeklik ve haptik sistemler. *Journal of Human Rhythm, 3*(4), 173–176.

INACSL Standards Committee, Watts, P. I., McDermott, D. S., Alinier, G., Charnetski, M., & Nawathe, P. A. (2021). Healthcare Simulation Standards of Best Practice®: Simulation design. *Clinical Simulation in Nursing, 58*, 14–21. https://doi.org/10.1016/j.ecns.2021.08.009

Kim, S. (2024). The effect of metacognition and self-directed learning readiness on learning performance of nursing students in online practice classes. *Nursing Open, 11*(1), e2093. https://doi.org/10.1002/nop2.2093

Kindi, Z. A., Jabri, W. A., Zadjali, M. A., & Muliira, J. (2025). Utilizing simulation in community health nursing education: a scoping review of current trends and applications. *BMC nursing, 24*(1), 1055. https://doi.org/10.1186/s12912-025-03718-1

Liu, K., Zhang, W., Li, W., Wang, T., & Zheng, Y. (2023). Effectiveness of virtual reality in nursing education: a systematic review and meta-analysis. *BMC Med Educ* 23, 710. https://doi.org/10.1186/s12909-023-04662-x

Plotzky, C., Loessl, B., Kuhnert, B., Friedrich,N., Kugler,C., König, P., Kunze, C. (2023). My hands are running away – learning a complex nursing skill via virtual reality simulation: a randomised mixed methods study. *BMC Nurs* 22, 222. https://doi.org/10.1186/s12912-023-01384-9

HEMŞİRELİKTE ETİK LİDERLİK: DEĞER TEMELLİ YÖNETİM YAKLAŞIMLARI

Fatma AZİZOĞLU
Haliç University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, Alibeyköy Campus
ORCID: 0000-0002-7102-9797
Banu TERZİ
Akdeniz University, Faculty of Nursing, Konyaaltı Campus
ORCID: 0000-0002-9500-6872

ÖZET
Sağlık hizmetlerinin karmaşık, çok disiplinli ve yüksek risk içeren yapısı, hemşirelikte liderlik rollerinin etik temelde ele alınmasını zorunlu kılmaktadır. Etik liderlik, hemşire yöneticilerin karar alma süreçlerinde doğruluk, adalet, saygı, sorumluluk ve şeffaflık gibi temel değerleri merkeze alarak ekiplerini yönlendirmesini ifade etmektedir. Bu çalışmanın amacı, hemşirelikte etik liderlik anlayışını değer temelli yönetim perspektifi ile ele almak ve etik liderliğin örgütsel kültür, çalışan ilişkileri ve hasta bakım kalitesi üzerindeki etkilerini değerlendirmektir. Etik liderlik, hemşirelik uygulamalarında rol belirsizliğini azaltmakta, ekip içi iletişimi güçlendirmekte ve çalışanların karar süreçlerine aktif katılımını teşvik etmektedir. Çalışmalarda etik liderlerin; adil davranan, etik ikilemleri yönetmede rol model olan, güven temelli ilişkiler geliştiren ve profesyonel standartlara bağlılığı artıran bireyler olduğu vurgulanmaktadır. Değer temelli yönetim yaklaşımları ise liderlerin yalnızca kurallara uyumu sağlamaktan öte, kurumun etik değerlerini davranışa dönüştürerek ekip kültürünü şekillendirme sorumluluğunu ön plana çıkarmaktadır. Bu yaklaşım doğrultusunda yürütülen çalışmalar, etik liderliğin çalışan memnuniyetini artırdığını, tükenmişliği azalttığını, örgütsel bağlılığı güçlendirdiğini ve hasta güvenliği kültürünü olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Sonuç olarak etik liderlik, hemşirelik yönetiminde yalnızca profesyonel bir zorunluluk değil, aynı zamanda kaliteli ve güvenli bakımın sürdürülebilirliği için kritik bir yönetsel beceridir. Değer temelli yönetim anlayışıyla birleştiğinde etik liderlik hem çalışan refahını hem de hasta bakım sonuçlarını iyileştiren güçlü bir stratejik model sunmaktadır. Bu nedenle sağlık kurumlarının etik liderlik kültürünü destekleyen politikalar geliştirmesi ve liderlik eğitimlerini kurumsal yapıya entegre etmesi önemli bir gerekliliktir.
Anahtar Kelimeler: Etik liderlik, Değer temelli yönetim, Hemşirelik yönetimi

ETHICAL LEADERSHIP IN NURSING: VALUE-BASED MANAGEMENT APPROACHES

ABSTRACT
The complex, multidisciplinary, and high-risk nature of healthcare services necessitates that leadership roles in nursing be approached from an ethical foundation. Ethical leadership refers to the ability of nurse leaders to guide their teams by centering core values such as honesty, justice, respect, responsibility, and transparency in decision-making processes. The aim of this study is to examine ethical leadership in nursing within the framework of value-based management and to evaluate its effects on organizational culture, employee relationships, and the quality of patient care. Ethical leadership reduces role ambiguity in nursing practice, strengthens team communication, and encourages active participation of staff in decision-making processes. The literature highlights that ethical leaders exhibit fairness, serve as role models in managing ethical dilemmas, foster trust-based relationships, and enhance adherence

to professional standards. Value-based management approaches emphasize the leader's responsibility not only to ensure compliance with rules but also to translate the organization's ethical values into daily practices, thereby shaping the team culture. Studies conducted within this framework indicate that ethical leadership increases job satisfaction, reduces burnout, strengthens organizational commitment, and positively influences the culture of patient safety. In conclusion, ethical leadership is not only a professional necessity in nursing management but also a critical managerial competence for ensuring the sustainability of high-quality and safe patient care. When integrated with value-based management, ethical leadership provides a powerful strategic model that enhances both employee well-being and patient outcomes. Therefore, it is essential for healthcare institutions to develop policies that support ethical leadership culture and integrate leadership training into their organizational structures.
Keywords: Ethical leadership, Value-based management, Nursing management

1. GİRİŞ

Küresel ölçekte sağlık sistemleri; hemşire işgücü yetersizliği, artan iş yükü, tükenmişlik ve bakım kalitesinin sürdürülebilirliği gibi önemli sorunlarla karşı karşıyadır. Bu sorunlar, hemşirelikte liderliğin etik boyutunun güçlendirilmesini stratejik bir gereklilik hâline getirmiştir (WHO, 2020). Etik liderlik, hemşire yöneticilerin yalnızca kurumsal hedeflere ulaşmasını değil, aynı zamanda çalışanların mesleki değerlerini koruyarak güvenli ve nitelikli bakım sunmasını da desteklemektedir (Brown & Treviño, 2006). Hemşirelik mesleği, doğası gereği etik karar verme süreçlerinin yoğun yaşandığı bir alandır. Bu nedenle hemşire liderlerin, etik ikilemler karşısında rehberlik edici, adil ve şeffaf bir tutum sergilemeleri beklenmektedir (ICN, 2021). Etik liderlik yaklaşımı, hemşirelerin örgüte olan güvenini artırarak profesyonel bağlılığı güçlendirmekte ve olumlu bir etik iklimin oluşmasına katkı sağlamaktadır (Kourkouni et al., 2025).

2. KAVRAMSAL VE KURAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Etik Liderlik Kavramı

Etik liderlik, liderin kişisel davranışları ve kişilerarası ilişkilerinde ahlaki açıdan doğru olanı sergilemesi ve bu davranışları çalışanlara model olarak aktarması süreci olarak tanımlanmaktadır (Brown et al., 2005). Etik liderler; adaletli, dürüst, sorumluluk sahibi ve hesap verebilir özellikleriyle ön plana çıkmakta ve etik dışı davranışlara karşı net bir duruş sergilemektedir (Brown & Treviño, 2006). Hemşirelikte etik liderlik, hasta güvenliğini merkeze alan kararların alınmasını kolaylaştırmakta ve ekip içinde etik duyarlılığı artırmaktadır. Bu durum, bakım süreçlerinde hata bildirimlerinin artmasına ve öğrenen örgüt kültürünün gelişmesine katkı sağlamaktadır (Baş, 2023).

Etik liderlik, liderin karar alma süreçlerinde ve kişilerarası ilişkilerinde evrensel ahlaki ilkelere dayalı davranması ve bu davranışları örgüt üyeleri için açık bir rol model hâline getirmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu liderlik anlayışı, yalnızca bireysel ahlaki tutumları değil, aynı zamanda etik davranışların örgütsel normlara dönüştürülmesini de kapsayan çok boyutlu bir yönetim yaklaşımını ifade etmektedir (Brown et al., 2005). Etik liderler, doğru olanı yapmayı kurumsal bir sorumluluk olarak ele almakta ve etik standartların sürekliliğini sağlamak için bilinçli çaba göstermektedirler (Brown & Treviño, 2006). Hemşirelik bağlamında etik liderlik, mesleğin özünde yer alan bakım, sorumluluk, zarar vermeme ve adalet ilkeleriyle doğrudan örtüşmektedir. Hemşire liderler; hasta güvenliği, etik ikilemler, sınırlı kaynakların yönetimi ve ekip içi çatışmalar gibi karmaşık durumlarda etik rehberlik sunmakla yükümlüdür (ICN, 2021). Etik liderliğin bu yönü, hemşirelerin klinik karar süreçlerinde kendilerini daha güvende hissetmelerini ve mesleki değerlerine uygun hareket etmelerini desteklemektedir (WHO, 2020).

Kuramsal açıdan etik liderlik, büyük ölçüde Sosyal Öğrenme Kuramına dayanmaktadır. Bu kurama göre çalışanlar, güç ve meşruiyet atfettikleri liderlerin davranışlarını gözlemleyerek bu

davranışları içselleştirmekte ve kendi eylemlerini buna göre şekillendirmektedir (Bandura, 1986; Brown et al., 2005). Dolayısıyla etik liderliğin etkisi, liderin etik değerlere sahip olduğunu ifade etmesinden çok, bu değerleri tutarlı ve görünür biçimde davranışa dönüştürmesine bağlıdır. Etik liderliğin güven, adalet algısı ve örgütsel meşruiyet üzerindeki belirleyici rolü bu mekanizma ile açıklanmaktadır (Brown & Treviño, 2006).

Çalışmalar, etik liderliğin hemşirelerde örgütsel bağlılığı, iş doyumunu ve performansı artırdığını ortaya koymaktadır. Özellikle etik liderliğin, psikolojik güven ortamı oluşturarak hemşirelerin hata bildiriminde bulunma ve bilgi paylaşımı davranışlarını güçlendirdiği belirtilmektedir (Baş, 2023; Kourkouni et al., 2025). Bu durum, etik liderliği yalnızca bireysel bir erdem değil, aynı zamanda hasta bakım kalitesini dolaylı olarak etkileyen stratejik bir yönetim aracı hâline getirmektedir.

2.2. Değer Temelli Yönetim Yaklaşımı

Değer temelli yönetim, örgütsel kararların yalnızca ekonomik ve performans göstergelerine değil, aynı zamanda etik değerlere dayandırılmasını öngören bir yönetim anlayışıdır. Hemşirelik yönetiminde bu yaklaşım; insan onuruna saygı, adalet, eşitlik, şeffaflık ve hasta haklarının korunması gibi temel ilkeler üzerine inşa edilmektedir (ICN, 2021). Değer temelli yönetimi benimseyen hemşire liderler, kurum politikalarını etik değerlerle uyumlu hâle getirerek çalışanların karar süreçlerine katılımını teşvik etmektedir. Bu yaklaşım, örgütsel bağlılığın artmasına ve çalışanların kendilerini değerli hissetmelerine katkı sağlamaktadır (Kourkouni et al., 2025). Değer temelli yönetim, etik liderlik ile güçlü bir etkileşim içindedir. Etik liderlik, değerlerin davranışa dönüşmesini sağlarken; değer temelli yönetim, bu davranışların kurumsal sistemler aracılığıyla sürdürülebilir olmasını mümkün kılmaktadır. Performans değerlendirme, ödüllendirme, geri bildirim ve disiplin süreçlerinin değerlerle uyumlu biçimde yapılandırılması, bu yaklaşımın temel bileşenleri arasında yer almaktadır (Brown & Treviño, 2006). Değer temelli yönetim yaklaşımı, örgütsel kararların yalnızca performans, verimlilik ve maliyet gibi teknik göstergelere değil; aynı zamanda etik, insani ve toplumsal değerlere dayandırılmasını savunan bütüncül bir yönetim anlayışıdır. Bu yaklaşımda değerler, örgütün misyonunu, vizyonunu ve günlük uygulamalarını yönlendiren temel referans noktaları olarak kabul edilmektedir (Agle & Caldwell, 1999). Sağlık kurumlarında değer temelli yönetim, insan yaşamının merkezde olması nedeniyle diğer sektörlere kıyasla daha kritik bir öneme sahiptir (ICN, 2021). Hemşirelikte değer temelli yönetim; insan onuruna saygı, adalet, eşitlik, şeffaflık, hesap verebilirlik ve profesyonel sorumluluk ilkeleri üzerine inşa edilmektedir. Bu yaklaşım, hemşirelik hizmetlerinin yalnızca teknik yeterlilikle değil, aynı zamanda etik duyarlılıkla sunulmasını hedeflemektedir (WHO, 2020). Değer temelli yönetimi benimseyen hemşire yöneticiler, örgütsel politikaları ve bakım süreçlerini mesleki etik kodlarla uyumlu hâle getirerek etik iklimin sürekliliğini sağlamaktadır (ICN, 2021). Literatürde değer temelli yönetimin, hemşirelerin örgütsel bağlılığını artırdığı ve etik iklim algısını güçlendirdiği bildirilmektedir. Özellikle adalet ve saygı temelli yönetim uygulamalarının, hemşirelerin işten ayrılma niyetini azalttığı ve mesleki tatmini artırdığı vurgulanmaktadır (Kourkouni et al., 2025). Türkiye'de yapılan çalışmalarda da değer temelli ve etik liderlik anlayışının, bilgi paylaşımı ve örgütsel öğrenme üzerinde olumlu etkileri olduğu gösterilmiştir (Baş, 2023; Orhan et al., 2025).

2.3. Etik Liderliğin Hemşirelikte Etkileri

Etik liderliğin hemşirelerin iş performansı, psikolojik iyi oluşu ve örgütsel bağlılığı üzerinde anlamlı etkileri olduğu gösterilmiştir. Açık erişimli bir çalışmada, etik liderliğin hemşirelerin iş performansını doğrudan etkilediği ve öz-şefkatin bu ilişkide aracılık rolü üstlendiği belirlenmiştir (Liu et al., 2025). Türkiye'de yürütülen çalışmalarda ise etik liderliğin bilgi paylaşımını artırdığı ve örgütsel iletişimin bu süreçte kritik bir rol oynadığı rapor edilmiştir (Baş, 2023). Ayrıca etik liderliğin örgütsel ustalık ve adaptasyon kapasitesini güçlendirdiği, bu sayede sağlık kurumlarının değişen koşullara daha etkin yanıt verebildiği ifade edilmektedir (Orhan et al., 2025).

2.4. Etik Liderlik ve Değer Temelli Yönetim Arasındaki İlişki

Etik liderlik ile değer temelli yönetim arasında güçlü, tamamlayıcı ve karşılıklı bir ilişki bulunmaktadır. Etik liderlik, bireysel lider davranışları üzerinden etik ilkelerin görünür ve uygulanabilir hâle gelmesini sağlarken; değer temelli yönetim bu etik davranışların kurumsal yapılar, politikalar ve süreçler aracılığıyla sürdürülebilirliğini güvence altına almaktadır (Brown & Treviño, 2006). Bu yönüyle etik liderlik, değer temelli yönetimin davranışsal boyutunu, değer temelli yönetim ise etik liderliğin sistematik ve yapısal boyutunu temsil etmektedir. Kuramsal açıdan bakıldığında, etik liderlik büyük ölçüde Sosyal Öğrenme Kuramı ile açıklanırken, değer temelli yönetim örgütsel kültür ve normatif yönetim yaklaşımları ile ilişkilendirilmektedir. Etik liderler, çalışanlar için ahlaki bir referans noktası oluşturarak değerlerin nasıl yaşama geçirileceğini somut davranışlarla göstermektedir (Brown et al., 2005). Değer temelli yönetim ise bu değerlerin bireysel lider tutumlarına bağımlı kalmaksızın, örgütün tüm karar alma ve uygulama süreçlerine entegre edilmesini sağlamaktadır (Agle & Caldwell, 1999). Etik liderlik, değer temelli yönetimin "niyet" ve "örnek olma" boyutunu güçlendirirken; değer temelli yönetim etik liderliğin örgüt genelinde tutarlı biçimde uygulanmasını mümkün kılmaktadır. Bu bağlamda etik liderlik olmadan değer temelli yönetim soyut ve işlevsiz kalabilmekte, değer temelli yönetim olmadan etik liderlik ise kişiye bağlı ve kırılgan bir yapı sergileyebilmektedir (Brown & Treviño, 2006). Hemşirelik ve sağlık yönetimi açısından bu ilişki daha da kritik bir hâl almaktadır. Sağlık kurumlarında alınan kararlar doğrudan insan yaşamını ve hasta güvenliğini etkilediğinden, etik liderliğin değer temelli yönetim ilkeleriyle desteklenmesi zorunludur. Hemşire liderler, etik liderlik davranışlarıyla adalet, şeffaflık ve sorumluluk ilkelerini günlük uygulamalara yansıtırken; değer temelli yönetim yaklaşımı bu ilkeleri kurum politikaları, performans değerlendirme sistemleri ve bakım standartlarıyla bütünleştirmektedir (ICN, 2021). Değer temelli yönetimin etik liderlik ile bütünleşmesi, örgüt içinde etik iklimin oluşmasına katkı sağlamaktadır. Etik iklim; çalışanların hangi davranışların kabul edilebilir olduğuna dair ortak bir algı geliştirmesini sağlamakta ve belirsizlikleri azaltmaktadır. Araştırmalar, etik liderlik ile desteklenen değer temelli yönetim uygulamalarının hemşirelerin örgütsel bağlılığını artırdığını, işten ayrılma niyetini azalttığını ve bilgi paylaşımını güçlendirdiğini göstermektedir (Baş, 2023; Kourkouni et al., 2025). Ayrıca etik liderlik–değer temelli yönetim etkileşimi, psikolojik güven ortamının oluşmasında belirleyici bir rol oynamaktadır. Hemşireler, adil ve değer odaklı bir yönetim anlayışı içerisinde hata bildiriminde bulunma, etik sorunları dile getirme ve karar süreçlerine katılma konusunda kendilerini daha güvende hissetmektedir (WHO, 2020). Bu durum, hasta güvenliği kültürünün güçlenmesine ve bakım kalitesinin artmasına doğrudan katkı sunmaktadır.

3. SONUÇ ve ÖNERİLER

Etik liderlik, hemşirelik yönetiminde değer temelli yaklaşımın temel yapı taşlarından biridir. Etik liderlerin adil, şeffaf ve tutarlı tutumları; hemşirelerin örgüte olan güvenini artırmakta ve bakım kalitesinin yükselmesine katkı sağlamaktadır. Etik liderlik ve değer temelli yönetim, hemşirelik yönetiminde birbirinden bağımsız ele alınamayacak iki temel yaklaşımdır. Etik liderlik, değerleri yaşatan bir liderlik biçimi iken; değer temelli yönetim, bu değerleri kurumsallaştıran bir yönetim anlayışıdır. Bu iki yaklaşımın bütünleşik biçimde uygulanması hem sağlık çalışanlarının refahını hem de hasta bakımının etik ve kaliteli biçimde sunulmasını destekleyen sürdürülebilir bir yönetsel çerçeve oluşturmaktadır.

Bu doğrultuda;

- Hemşire yöneticilere yönelik etik liderlik eğitim programlarının yaygınlaştırılması,
- Etik ikilem yönetimi için kurumsal rehberlerin oluşturulması,
- Performans değerlendirme sistemlerine etik davranış göstergelerinin eklenmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Agle, B. R., & Caldwell, C. B. (1999). Understanding Research on Values in Business: A Level of Analysis Framework: A Level of Analysis Framework. *Business & Society*, *38*(3), 326-387. https://doi.org/10.1177/000765039903800305

Baş, M. (2023). Sağlık Çalışanlarının Etik Liderlik Algısının Bilgi Paylaşımı Üzerindeki Etkisinde Örgütsel İletişimin Aracılık Rolü. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 26(1), 29-48.

Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Prentice Hall.

Brown, M. E., Treviño, L. K., & Harrison, D. A. (2005). Ethical leadership: A social learning perspective for construct development and testing. *Organizational Behavior and Human Decision Processes, 97*(2), 117–134. https://doi.org/10.1016/j.obhdp.2005.03.002

Brown, M. E., & Treviño, L. K. (2006). Ethical leadership: A review and future directions. *The Leadership Quarterly, 17*(6), 595–616. https://doi.org/10.1016/j.leaqua.2006.10.004

International Council of Nurses. (2021). *The ICN code of ethics for nurses* (Revised ed.). ICN. https://www.icn.ch/sites/default/files/2023-06/ICN_Code-of-Ethics_EN_Web.pdf

Kourkouni, V., Galanis, P., Athanasakis, K., & Igoumenidis, M. (2025). Impact of ethical leadership and organizational culture on nursing personnel's organizational commitment: A cross-sectional study. *Cureus, 17*(6), e86440. https://doi.org/10.7759/cureus.86440

Liu, X., He, F., Tian, T., Guo, F., Zhang, J., & Zhong, Y. (2025). Ethical leadership and nurses' job performance: The mediating role of self-compassion. *Frontiers in Public Health, 12*, 1535065. https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1535065

Orhan, S., Kaya, N. F., Demir, H., & Alp, F. (2025). Sağlık çalışanlarında etik liderlik ve örgütsel ustalığın incelenmesi: İstanbul ili örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 51*, 1–17. https://doi.org/10.61904/sbe.1579388

World Health Organization. (2020). *State of the world's nursing 2020: Investing in education, jobs and leadership*. World Health Organization. https://www.who.int/publications/i/item/9789240003279

FARKLI ATIK KÂĞIT TÜRLERİNDEN ÜRETİLEN EL YAPIMI KÂĞITLARIN RESİM TEKNİKLERİ AÇISINDAN KARŞILAŞTIRMASI

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa TUNÇ
Karabük Üniversitesi, Safranbolu Fethi Toker Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, Resim Bölümü, Safranbolu, Karabük
ORCID ID: 0000-0001-5983-6695

ÖZET
Kâğıt, yüzyıllar boyunca yazı ve çizim için temel bir malzeme olarak kullanılmış; zamanla pek çok farklı alanda kullanım alanı genişlemiştir. Tüketimin artmasıyla kâğıt kullanımının yükselmesi çevre üzerinde önemli olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Bu çalışmada, söz konusu olumsuz etkileri azaltmaya yönelik çevre dostu bir yaklaşımla sürdürülebilir bir üretim süreci izlenmiştir. Bu bağlam üzerinden çalışmada, farklı özelliklere sahip atık kâğıt türlerini hamur hâline getirerek el yapımı kâğıt olarak geri dönüştürülmesini ve bu kâğıtların sanatsal yüzey olarak kullanarak performanslarını incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırmada tamamen atıklardan elde edilen ofis kâğıdı, mukavva, bristol kâğıdı ve paspartu kartonu türleri kaynak malzeme olarak seçilmiştir. Seçilen atık kâğıt türleri parçalama, hamur yapma, elekle hazneden çıkarma ve kurutma gibi bütün aşamalar aynı işlemden geçirilerek belirlenen teknikler uygulanabilir hale getirilmiştir. Elde edilen çeşitli el yapımı kâğıtlar üzerinde sulu boya, kömür kalem, mürekkep, yağlıboya, yüksek baskı (Linol Baskı), çukur baskı (Gravür Baskı) gibi birbirinden çok farklı özelliklere sahip resim teknikleri uygulanmıştır. Kâğıt yüzeyinin dayanıklılık, emicilik, boya tutma ve doku uygunluğu gibi parametreler gözlemlenerek değerlendirilmiştir. Bulgular, farklı kâğıt türlerinin ilk üretim süreçlerindeki içerik ve dolgu farklılıkları nedeniyle birbirinden belirgin şekilde ayrışan performanslar sergilendiği görülmektedir. Sonuç olarak, her kâğıt türünün sanatsal uygulamalarda avantaj veya dezavantaj sunarak farklı etkilerin olduğu belirlenmiştir. Çalışma, sürdürülebilir sanat üretimi kapsamında atık kâğıtların çeşitlendirilmiş ve karşılaştırmalı kullanımına yönelik özgün bir yaklaşım sunmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Atık kâğıt, el yapımı kâğıt, geri dönüşüm, resim teknikleri, sürdürülebilir sanat.

COMPARISON OF HANDMADE PAPERS PRODUCED FROM DIFFERENT TYPES OF WASTE PAPER IN TERMS OF ART TECHNIQUES

ABSTRACT
Paper has been used as a basic material for writing and drawing for centuries; over time, its use has expanded to many different areas. The increase in paper use due to increased consumption creates significant negative effects on the environment. In this study, a sustainable production process was followed with an environmentally friendly approach to reduce these negative impacts. Within this context, the study aims to examine the recycling of different types of waste paper by turning them into pulp and transforming them into handmade paper, and to investigate the performances created using this paper as an artistic surface. In this study, office paper, cardboard, Bristol paper, and passe-partout cardboard, all obtained entirely from waste materials, were selected as source materials. The selected waste paper types are processed through a single procedure encompassing all stages—shredding, pulping, screening, and drying—making the defined techniques applicable. Various handmade papers were used to create artwork using a wide range of techniques, including watercolor, charcoal, ink, oil paint, linocut, and gravure. The paper surface was evaluated by observing parameters such as

durability, absorbency, dye retention, and texture suitability. The findings show that different paper types exhibit distinctly different performances due to differences in content and filler in the initial production processes. As a result, it was determined that each paper type has different effects, offering advantages or disadvantages in artistic applications. The study offers an original approach to the diversified and comparative use of waste paper within the scope of sustainable art production.
Keywords: Waste paper, handmade paper, recycling, painting techniques, sustainable art.

1. GİRİŞ

Kâğıt, tarih boyunca ilk olarak yazılı iletişimle başlayarak sonrasında sanatsal üretim ve ambalaja kadar pek çok alanda kullanılan temel bir malzeme olmuştur. ilk dönemlerde elle yazılan yazılar matbaanın icadıyla birlikte hızlı bir şekilde çoğaltım yapılabilmesi kağıt üretimini de artırmıştır. Matbaanın etkin bir şekilde kullanılmasıyla elle yazılmadan daha hızlı ve daha az maliyetli olmasıyla birlikte geniş alanlara ulaşmasını sağlamıştır (Çekinmez, Gücüko, 2025, 1025). Basım hızının artmasıyla birlikte kağıt ihtiyacı da aynı oranda artarak daha fazla kağıt üretimine ihtiyaç duyulmuştur. Zaman içerisinde yazı ve sanatla sınırlı kalmayan kağıt kullanımı ürün ambalajlarından paketlemeye ve tek kullanımlık alanlara kadar bir çok alanda kullanılmaya başlanmıştır. 1900'lü yıllardan itibaren kağıdın sanatta kullanımı, yüzeyin ötesine geçerek özgün ve farklı kullanım alanlarında yaratım malzemesi olarak kullanılmaya başlanmıştır (Bulut, Çavuldur, 2017, 188). Kağıda her alanda talebin artmasıyla birlikte zamanla beraberinde çeşitli sorunlara yol açmıştır. Kâğıt yapımında çok büyük kısmı ağaçtan elde edilmekte ve bu oran sağlamak için ciddi oranda ağaç kesimi gerçekleştirilmektedir. Bu oranlar dünya çapında düşünüldüğünde çok büyük bir ekonomi ve çok büyük bir çevre sorunu ortaya koymaktadır (Demirarslan ve Başak, 2021). Özellikle günümüzde artan tüketim ve hızlı üretim süreçleri, kâğıt kullanımının çevresel etkilerini daha görünür hâle getirmiştir. Avrupaya oranla az olsa da Türkiye'de kâğıt geri dönüşüm bilinci gün geçtikçe artmaktadır, özellikle kurumlarda uygulanan ayrışımlı geri dönüşüm kutuları zamanla aktif bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır (Karadeniz, 2023). Sadece bu geri dönüşüm kutuların ayrıştımalarıyla kalınammalı orman kaynaklarının azalması ve atık miktarının artması, sürdürülebilir üretim yaklaşımlarına daha da önem verilmesi gerekmektedir. Sanat alanında geri dönüşüm temelli uygulamalar, hem çevresel farkındalık oluşturmakta hem de alternatif sanatsal yüzeylerin keşfedilmesine olanak sağlamaktadır.

2. AMAÇ

Bu çalışmanın amacı, farklı atık kâğıt türlerinden üretilen el yapımı kâğıtların çeşitli resim ve baskı teknikleri açısından yüzey performanslarını karşılaştırmalı olarak incelemektir. Ayrıca atık kâğıtların sanatsal üretimde sürdürülebilir bir malzeme olarak kullanılabilirliğini ortaya koymak hedeflenmektedir.

3. YÖNTEM

Araştırmada kaynak malzeme olarak mukavva, ofis kâğıdı, bristol kâğıdı ve paspartu kartonu atıkları kullanılmıştır. Seçilen kâğıt türleri;

Parçalama- Hamur hâline getirme- Elek yardımıyla şekillendirme- Kurutma

aşamalarından geçirilerek el yapımı kâğıtlar üretilmiştir. Tüm kâğıt türlerinde aynı üretim süreci uygulanarak yüzey özelliklerinin karşılaştırılabilir olması sağlanmıştır.



Görsel 1: Atık Kağıtları Parçalayarak Suda Bekletme İşlemi



Görsel 2: Hazırlanan Kağıt Hamurun Elek Yardımıyla Şekil Verilerek Kurutulması

4. UYGULANAN RESIM TEKNIKLERI

Üretilen el yapımı kâğıtlar üzerinde aşağıdaki teknikler uygulanmıştır:
Yağlı boya
Sulu boya
Mürekkep (Lavi)
Kömür kalem
Yüksek baskı (Linol baskı)
Çukur baskı (Gravür baskı)
Uygulamalar sırasında kâğıt yüzeylerinin boya emiciliği, dayanıklılığı, boya tutma kapasitesi ve doku uygunluğu gözlemlenmiştir.

5. BULGULAR

Burada vurgulanması gereken en önemli olay bütün kağıtlar aynı yapım süresinden geçirilmiş aralarında yapım sürecinde hiç bir fark yoktur. Bütün atık kağıtlar aynı anda parçalanarak suya bırakılarak yumuşaması beklenmiş ve ardından hamur olarak suya karıştırılmıştır. Bütün bu aşamaların aynı olduğunu bilerek en sonunda ortaya çıkan etkiler mukavva için bulgular aşağıdaki gibidir.

Mukavva kartonunun atığından geri dönüştürülerek elde edilen kağıt yoğun ve dokulu bir kağıttır. Bu nedenle su bazlı boyalar için emicilik yüksek olduğundan istenilen etki elde edilememiştir. Kömür kalem uygulaması için doku fazlalığı detay çalışmayı zorlaştırdığından doku bozukluğuna sebebiyet vermiştir. Yapılan dört geri dönüşüm kağıdının en olumsuz etkileri veren kağıt diyebiliriz.



Mukavva – Yağlı Boya



Mukavva - Sulu Boya



Mukavva – Lavi



Mukavva - Kömür Kalem



Mukavva - Linol Baskı



Mukavva - Gravür Baskı

Görsel 3: Geri Dönüştürülmüş Mukavva Kağıdına Uygulanan Resim Teknikler

Atık ofis kağıdından yapılan geri dönüşüm kağıdı etkileri ise şu şekildedir;

Yukarıda belirtildiği üzere bütün kağıt türleri tamamen aynı işlemden geçirilmiştir ve ek olarak hiç bir ekstra malzeme veya madde kullanılmamıştır. Yani elketen bırakılıp kuruduğu haliyle teknikler uygulanmış yüze tutuculuğu artırmak veya emiciliği etkileyecek bir uygulama yapılmamıştır. Mukavva kağıdına oranla daha uygulanabilir bir yüzeye sahip fakat çıktı

kağıtları olduğundan dolayı siyah mürekkepler eriyerek kağıda azda olsa gri bir ton vermiştir. Buda peşinden gelen diğer kağıt türlerine göre daha az resimsel bir etki vermektedir.



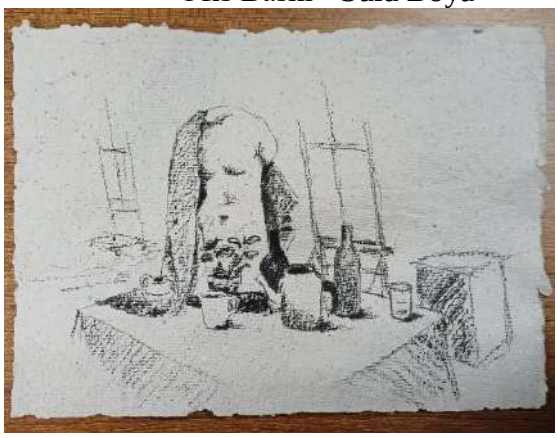
Ofis Baskı – Yağlı Boya



Ofis Baskı - Sulu Boya



Ofis Kağıdı – Lavi



Ofis Kağıdı - Kömür Kalem



Ofis Kağıdı - Linol Baskı



Ofis Kağıdı - Gravür Baskı

Görsel 4: Geri Dönüştürülmüş Ofis Kağıdına Uygulanan Resim Teknikleri

Bristol Kağıdından elde edilen geri dönüşüm kağıdında bütün teknikler uygulanabilir resimsel bir etki gözlemlenmiştir. Boya tutma, emicilik ve yüzey uygunluğu olarak en iyilerdendir. Bütün teknikler inceliklerini hemen hemen hepsi verebilmektedir. Özellikler resim bölümlerinde ve sıklıkla özgün baskı resim atölyesinde tercih edilen bu kağıt türünün atıklarına ulaşmak kolay olacaktır. Edinilen atık kağıtlar geri dönüştürülerek etkin bir biçimde kullanılabilmektedir.



Bristol – Yağlı Boya



Bristol - Sulu Boya



Bristol – Lavi



Bristol - Kömür Kalem





Bristol - Linol Baskı Bristol - Gravür Baskı

Görsel 5: Geri Dönüştürülmüş Bristol Kağıdına Uygulanan Resim Teknikleri

Son olarak paspartu kartonundan elde edilen geri dönüşüm kağıdı en kullanılabilir ve tekniklerin tamamı sorunsuz bir şekilde kullanılabilir bir kağıt olduğu gözlemlenmiştir. Paspartu kartonu çerçevecilerde sıklıkla kullanılan ve yeterli oranda atık elde edilebilir bir atıktır. Sıkıştırma bir karton olduğu için ıslandığında çok yoğun bir şekilde hacimlenmektedir. Kağıt yapımında en önemli etkilerden biri hamurun yoğunluğu ne kadar yoğun olursa gözenekler, lif yapısı vs kağıdın kalitesini artırmaktadır (Güven, Kaplanoğlu, Yangöz, 2012, 51). Yoğunluk, yüzey uygunluğu ve bütün etkenler en iyi sonucu vermiştir. Baskı türleri için yüksek baskı bütün kağıtlara uygulabilirliği mevcuttur fakat çukur baskı için bu durum biraz daha farklı ve dikket edilmesi gereken bir durumdur. Bu durum göz önünde bulundurularak bütün kağıtlar tamamen suyun içine atılmadan sprey yardımıyla ıslatılarak baskıya girilmiştir.



Paspartu – Yağlı Boya



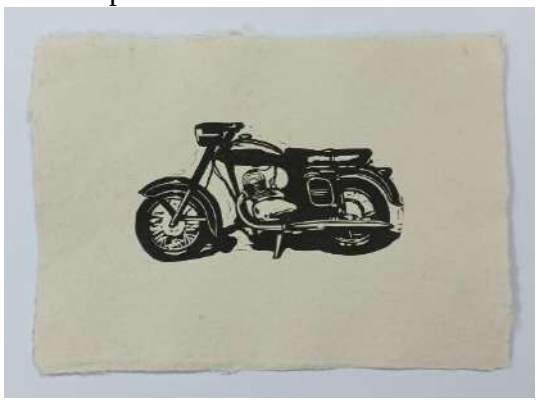
Paspartu - Sulu Boya



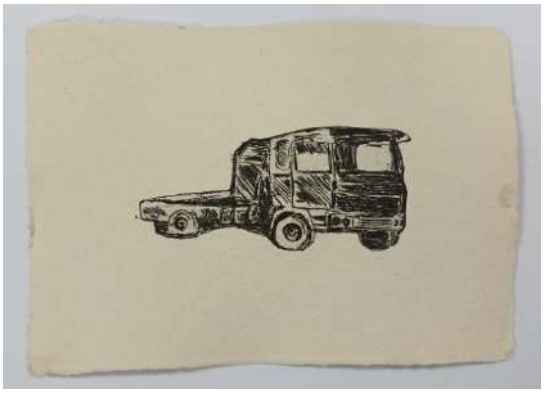
Paspartu – Lavi



Paspartu - Kömür Kalem



Paspartu - Linol Baskı



Paspartu - Gravür Baskı

Görsel 6: Geri Dönüştürülmüş Paspartu Kartonuna Uygulanan Resim Teknikleri

6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Araştırma sonuçlarına göre:

Mukavva kâğıdından üretilen yüzeyler, yüksek emicilikleri nedeniyle sulu boya ve mürekkep çalışmalarında dokulu olması nedeniyle kömür kalem çalışmasında başarılı sonuçlar vermemiştir.

Ofis kâğıdından üretilen yüzeyler, mukavva kağıdına göre daha başarılı fakat gri değerler resimsel etkiyi bozmaktadır.

Bristol kâğıdından üretilen yüzeyler, orta düzey emicilik ve pürüzsüz doku sunarak bütün tekniklerinde avantaj sağlamıştır.

Paspartu kartonundan elde edilen kâğıtlar, kalın ve dayanıklı yapıları sayesinde baskı tekniklerinde daha uygun diğer teknikler içinde dayanıklı uygun bir yüzey aynı zaman da daha resimsel bir görsel etki sunmuştur.

7. SONUÇ

Çalışma sonucunda, her atık kâğıt türünün farklı resim teknikleri için avantaj ve dezavantajlar sunduğu belirlenmiştir. El yapımı kâğıtların sanatsal üretimde alternatif ve sürdürülebilir yüzeyler olarak değerlendirilebileceği görülmüştür. Araştırma, geri dönüşüm temelli sanat uygulamalarına katkı sağlayarak çevre dostu üretim anlayışının sanat alanında yaygınlaştırılmasına yönelik özgün bir yaklaşım sunmaktadır.

REFERENCES

Bulut, E., Çavuldur L. (2017). Geri Dönüşümlü Kağit Hamurunun Yaratim Malzemesi Olarak Görsel Sanatlar Eğitiminde Kullaniminin Öğrencilerde Kağidin Geri Dönüşümü Hakkinda Bilgi Ve Alişkanlik Kazanimina Yönelik Etkileri, Uluslararasi Afro-Avrasya Araştirmalari Dergisi, 2 (4): 187-209.

Demirarslan, K, O., Başak, S. (2021). Kamu Kurumları İçin Sıfır Atık Kapsamında Atık Kâğıt Envanter Çalışması: Artvin Çoruh Üniversitesi Örneği, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 11 (4): 1208-1216.

Güven, N., Kaplanoğlu, L., Yangöz, H. (2012). Kâğit Yüzeyine Uygulanan Sanat Eserlerinde Kâğidin Önemi, Akdeniz Sanat Dergisi, 5 (9): 46-59.

Karadeniz, Y. (2023). Atık Kağıtların İşlevsel Hale Getirilerek Sanat Alanında Kullanılması: Kocaeli İli Örneği, Mas Journal Of Applied Sciences, 8(4): 684-693.

Kızılırmak Çekinmez, B., Gücüko, H. (2025). Atık Kâğıtlardan Yeniden Üretilmiş Kâğıtların Resim ve Baskıresim Tekniklerinde Kullanımı, Kent Akademisi Dergisi, 18(2): 1024-1047.

“THE BIDIRECTIONAL RELATIONSHIP BETWEEN SLEEP AND FUNCTIONING IN PSYCHIATRIC DISORDERS: A SYSTEMATIC REVIEW”

Tuba ÇÖMEZ İKİCAN
Istanbul University, Faculty of Nursing, Department of Mental Health and Diseases Nursing
34150 Fatih, Istanbul
ORCID: 0000-0003-0929-8168

ABSTRACT
Sleep, a concept of considerable importance in psychiatric disorders, is approached from two fundamental perspectives. The first is that psychiatric disorders and their treatments contribute to the development of sleep problems, while the second is that psychiatric disorders develop as a complication of sleep disorders. Research shows that individuals with various psychiatric disorders experience changes in sleep, as determined both subjectively and objectively. Sleep problems, which are comorbid with psychiatric disorders, also affect patients' functioning and reduce their daily activities and quality of life. Current neurobiological and clinical data suggest a bidirectional relationship between sleep disorders and functioning (occupational, social, and cognitive skills). In this context, the study aimed to systematically examine the bidirectional relationship between sleep and functioning in individuals with psychiatric disorders. The study was conducted by retrospectively searching databases of publications related to the subject. The literature search was conducted via the Istanbul University internet access network between September and November 2025, utilizing Web of Science Core Collection, Pubmed, Science Direct, Medline, Scopus, CINAHL, Embase, Cochrane, Google Scholar, and Tubitak-ULAKBIM. Inclusion Criteria: Studies were included if participants had received a psychiatric diagnosis according to DSM-5 criteria; sleep and functional parameters were assessed using standard scales; and the sample demonstrated national, international, or regional representativeness. Additionally, criteria included full-text accessibility, publication in Turkish or English, and being published in a national/international peer-reviewed journal between 2010 and 2025. The results of this systematic review reveal that sleep disorders are a strong predictor of functional impairment. Furthermore, low social functioning, lack of daily activity, and social isolation disrupt sleep hygiene, reinforcing circadian rhythm irregularities and contributing to the chronicity of the disease.
Keywords: Psychiatric disorder, sleep, functionality, systematic review

“PSİKİYATRİK BOZUKLUKLARDA UYKU VE İŞLEVSELLİK ARASINDAKİ ÇİFT YÖNLÜ İLİŞKİ: SİSTEMATİK BİR DERLEME”

ÖZET
Psikiyatrik bozukluklarda oldukça önemli bir kavram olan uyku iki temel bakış açısı ile ele alınmaktadır. Birincisi; psikiyatrik bozuklukların ve tedavilerinin uyku sorunlarının oluşumuna katkı sağlayan bir faktör olması, diğeri ise uyku bozukluklarının bir komplikasyonu olarak psikiyatrik bozuklukların gelişimidir. Araştırmalar çeşitli psikiyatrik bozukluğu olan bireylerde, subjektif ve objektif olarak belirlenen uyku değişiklikleri olduğunu göstermektedir. Psikiyatrik hastalıklarda komorbid olarak görülen uyku sorunları ayrıca hastaların işlevselliğini de etkilemekte ve günlük yaşam faaliyetleri ile yaşam kalitelerini azaltmaktadır. Güncel nörobiyolojik ve klinik veriler, uyku bozuklukları ile işlevsellik (mesleki, sosyal ve bilişsel beceriler) arasında çift yönlü bir ilişki olduğunu öne sürmektedir. Bu bağlamda çalışmada, psikiyatrik bozukluğu olan bireylerde uyku ve işlevsellik arasındaki çift yönlü ilişkinin sistematik olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma, konu ile ilgili yayınların veri tabanlarında geriye dönük taranması ile yapılmıştır. Çalışmalar Eylül-Kasım 2025 tarihleri

arasında İstanbul Üniversitesi internet erişim ağı üzerinden WOS Core Collection, Pubmed, Science Direct, Medline, Scopus, CINAHL, Embase, Cochrane, Google Scholar ve Tubitak-ULAKBIM veri tabanları taranarak gerçekleştirilmiştir. İncelemeye Dâhil Edilme Kriterleri: Katılımcıların DSM-5 kriterlerine göre psikiyatrik tanı almış olması, uyku ve işlevsellik parametrelerinin standart ölçeklerle değerlendirilmesi, örneklemin ulusal, uluslararası ya da bölgesel kapsayıcılığı olması, tam metnine ulaşılabilen araştırma makalesi olması, yayın dilinin Türkçe ya da İngilizce olması ve 2010–2025 yılları arasında ulusal/uluslararası hakemli bir dergide yayınlanmış olmasıdır. Bu sistematik inceleme sonuçlarında, uyku bozukluklarının işlevsellik kaybının güçlü bir yordayıcısı olduğunu; düşük sosyal işlevsellik, günlük aktivite eksikliği ve sosyal izolasyonun da uyku hijyenini bozarak sirkadiyen ritim düzensizliklerini pekiştirdiğini ve hastalığın kronikleşmesine neden olduğunu ortaya koymaktadır.
Anahtar Kelimeler: Psikiyatrik bozukluk, uyku, işlevsellik, sistematik derleme

1. INTRODUCTION

Human sleep accounts for approximately one third of the human lifespan and can be briefly defined as a period of unconsciousness during which mental and biological activities in the body temporarily and partially cease (Hyndych et al. 2025; Winkelman & Lecea 2020). Sleep was conceptualized in a similar manner even in periods when the positive sciences were not yet developed, and it was often interpreted and narrated through mythological events. According to a legend from that era, Nyx, the goddess of the night, creates two sons on her own, without a father. One is Hypnos, the god of sleep, and the other is Thanatos, the god of death. In this way, an affinity between sleep and death was emphasized, and the two began to be considered as brothers (Hyndych et al. 2025). Although the foundations of the relationship between sleep quality and health began to be recognized during these years, the physiology of sleep was primarily explored following the discovery of EEG (Winkelman & Lecea 2020).

The daily sleep–wake pattern is referred to as the circadian rhythm. Daylight perceived by the retina is transmitted to the hypothalamus, enabling the distinction between night and day; with the influence of serotonin and melatonin, the circadian rhythm is regulated. Disruptions in the circadian rhythm lead individuals to experience sleep-related problems. As a result of unmet sleep needs and the inability to achieve restorative sleep, individuals may develop impairments in memory, cognitive skills, attention, affective functioning, and motor functions. Consequently, difficulties may arise in maintaining and sustaining well-being and quality of life, and functional status may be adversely affected (Zou et al. 2022; Luo et al. 2025).

The relationship between psychiatric disorders and sleep can be explained from two main perspectives. The first suggests that psychiatric disorders and their treatments contribute to the development of sleep problems; the second proposes that psychiatric disorders may emerge as a complication of sleep disturbances. Studies indicate that individuals with various psychiatric disorders exhibit subjectively and objectively identified alterations in sleep. Moreover, numerous studies have shown that psychiatric disorders may develop due to insomnia even among individuals with no prior psychiatric history. In a study investigating the sleep–psychiatric disorder relationship, approximately half of the participants met diagnostic criteria for one or more disorders, including anxiety disorders, mood disorders, impulse-control disorders, attention-deficit/hyperactivity disorder, conduct disorder, and alcohol and substance use disorders. Over a 24-month period, 36.3% reported more than one of the following complaints: difficulty initiating and maintaining sleep, early morning awakening, and non-restorative sleep (Azargoonjahromi & Bahrampour 2025). While insomnia becomes more pronounced during exacerbations of schizophrenia, insomnia or hypersomnia may occur in depression. In bipolar disorder, sleep markedly decreases during manic episodes, and insomnia itself may increase the risk of developing a manic episode. Depending on diagnostic characteristics and the mechanisms of action and adverse effects of medications used,

individuals with psychiatric disorders may experience different sleep problems, and insomnia is particularly common (Freeman et al. 2020). Sleep disorders comorbid with psychiatric illnesses not only adversely affect patients but also contribute to an increased disease burden. Considering the well-established impact of psychiatric disorders on functioning and the evidence indicating that patients with sleep problems experience deterioration in daily life and quality of life, it is evident that functioning is also negatively influenced by the relationship between sleep disorders and psychiatric conditions (Stafford et al. 2024; Blanchard et al. 2020). In light of these findings, the bidirectional relationship between sleep disturbances and psychiatric disorders highlights the priority of addressing sleep problems in individuals with psychiatric disorders (Freeman et al. 2020; Winkelman & Lecea 2020).

The aim of this study was to systematically examine the bidirectional relationship between sleep and functioning in individuals with psychiatric disorders. It is anticipated that the findings will provide guidance for improving the health of individuals living with psychiatric disorders.

2. MATERIAL AND METHODS

Study Aim

This systematic analysis was conducted to evaluate the bidirectional relationship between sleep and functionality in individuals with psychiatric disorders.

Study Design

The study was conducted over the Istanbul University internet access network in September and November 2025. The searches were collected with a combination of Turkish and English keywords such as "Psychiatric disorder", "sleep", "functionality", "circadian rhythm", "mental illness", "sleep disturbance" , "sleep quality" , "insomnia", "functioning" ,"occupational functioning" , "daily activities"

Searches were conducted in “Web of Science Core Collection, PubMed, Science Direct, Medline, Scopus, CINAHL, Embase, Cochrane, Google Scholar, and Tubitak-ULAKBIM.” In all databases, keywords were searched by making various combinations.

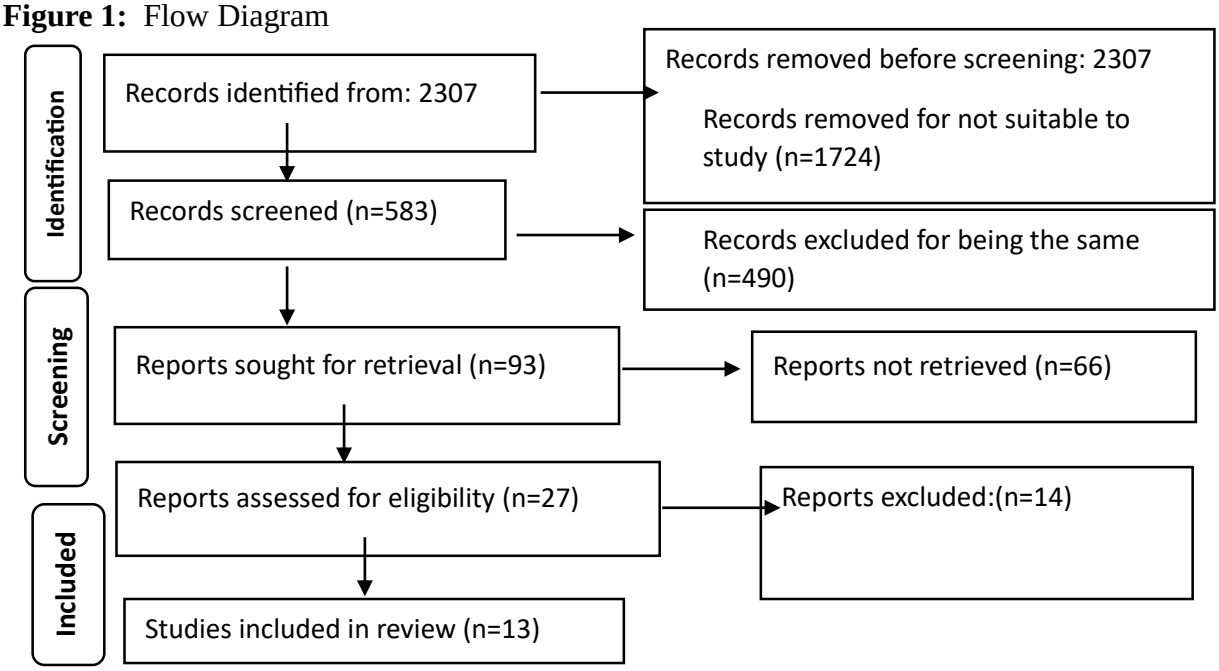
Inclusion criteria in the study,

- Between the years 2010-2025 and national or international publications,
- Original, qualitative, and quantitative research,
- The full text of articles to be accessible,
- Turkish or English to be the language of publication.
- Studies were included if participants had received a psychiatric diagnosis according to DSM-5 criteria,
- sleep and functional parameters were assessed using standard scales,

As a result of these inclusion criteria, 2307 publications were reached. Abstracts or full texts were read and assessed to identify whether they met the research inclusion criteria. Finally, a total of 13 publications were retrieved. The detailed flowchart of the study is shown in “PRISMA”

Figure 1.

Figure 1: Flow Diagram



The Preferred reporting items for "PRISMA", a valid and reliable guide for systematic reviews, were used to summarize the data. Then also, studies were evaluated with a data summarization form developed based on "PRISMA".

Ethical Consideration

This study was not conducted on any individual or animal. Document analysis was used as the data collection method. Therefore, ethics committee approval is not required.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Following the systematic review, it was determined that the interaction between sleep and functioning in psychiatric disorders is not merely a symptom–outcome relationship; rather, it constitutes a cyclical mechanism in which the two continuously reinforce one another. In light of the 13 primary studies reviewed, the findings were categorized under the following headings:

3.1. The Determinant Effect of Sleep Parameters on Functionality

The literature indicates that sleep disturbances (insomnia, hypersomnia, and circadian dysrhythmia) are among the strongest predictors of social and occupational functioning. In particular, studies conducted by Stafford et al. (2024) and Takaesu et al. (2025) demonstrate that, in individuals with bipolar disorder and depression during remission, persistent subjective sleep impairment is directly associated with reduced work productivity and cognitive dysfunction. Sleep deprivation appears to disrupt "executive functions" such as decision-making, attention, and emotional regulation by suppressing prefrontal cortex activity. Moreover, a common finding across the reviewed studies is that deterioration in sleep parameters also directly depletes cognitive reserve. Consistent with this, studies by Takaesu et al. (2025) and Leong and Chee (2023) report that sleep fragmentation suppresses prefrontal cortical activity, thereby impairing attention, decision-making processes, and executive functioning. This pattern may explain why occupational disability can persist in patients with bipolar disorder and major depressive disorder during remission, even when clinical symptoms have improved.

3.2. The Effect of Functional Impairment on Sleep Patterns

When the studies addressing the bidirectional relationship at the core of this review were examined, it was found that withdrawal from social and occupational life among individuals with mental disorders paradoxically undermines sleep hygiene. Social isolation and the loss of daily routines lead to a weakening and disruption of circadian rhythms. As emphasized by Luo et al. (2025), reduced social interaction in patients with schizophrenia increases anxiety levels, prolongs sleep-onset latency, and thereby creates a vicious cycle.

The reviewed studies also suggest that decreased daytime activity and social isolation arising from functional impairment suppress the melatonin secretion cycle, lengthen sleep latency, and reduce overall sleep quality. In addition, feelings of inadequacy and future-related anxiety associated with low functioning may elevate nocturnal cortisol levels, contributing to a state of "hyperarousal," which in turn makes it more difficult to maintain sleep.

3.3. Specific Interactions According to Diagnostic Groups

Following the systematic review, diagnosis-specific effects became evident. In mood disorders, sleep appears to shape functional outcomes primarily through cognitive functioning and productivity. Takaesu et al. (2025) reported that, in bipolar disorder, insomnia symptoms that persist even during the euthymic phase lead directly to reduced work productivity via impairments in executive functioning. In individuals with depression, morning fatigue and hypersomnia emerge as major triggers of social withdrawal.

In schizophrenia spectrum disorders, the relationship between sleep and functioning is concentrated around negative symptoms. As anxiety levels increase, social avoidance behaviours also intensify. Sleep fragmentation may further exacerbate the severity of hallucinations and delusions in schizophrenia, thereby making social adaptation markedly more difficult. In anxiety disorders and post-traumatic stress disorder, nightmares and nocturnal awakenings appear to impair next-day emotion regulation. This, in turn, may increase defensiveness or irritability during social interactions, ultimately reducing social functioning.

CONCLUSIONS

The data obtained from this systematic review strongly support the existence of a complex and bidirectional interaction between psychiatric disorders and sleep and functionality. The current literature reveals that sleep disturbances are not merely a symptom of psychiatric conditions, but also play a decisive role in the course of these disorders, the risk of relapse, and the quality of daily life of patients.

REFERENCES

Azargoonjahromi, A., & Bahrampour, Z. (2025). Sleep disturbances are associated with psychosis in schizophrenia spectrum Disorders: An umbrella review. *Sleep Medicine*, 106690.

Blanchard, J. J., Savage, C. L., Orth, R. D., Jacome, A. M., & Bennett, M. E. (2020). Sleep problems and social impairment in psychosis: a transdiagnostic study examining multiple social domains. *Frontiers in Psychiatry*, *11*, 486.

Bojarska, W., Bury, K., Januszczak, R., Burda, B., & Pawęzka, J. (2024). Role of Sleep in Depressive Disorders and the Potential Therapeutic Role of Short-Term Sleep Deprivation and Light Therapy: A Review. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*, *30*, e945319.

Clarke, L., Chisholm, K., Cappuccio, F. P., Tang, N. K., Miller, M. A., Elahi, F., & Thompson, A. D. (2021). Sleep disturbances and the at risk mental state: a systematic review and meta-analysis. *Schizophrenia Research*, *227*, 81-91.

Freeman, D., Sheaves, B., Waite, F., Harvey, A. G., & Harrison, P. J. (2020). Sleep disturbance and psychiatric disorders. *The Lancet Psychiatry*, 7(7), 628-637.

Hachenberger, J., Ten Brink, M., Kerkhoff, D., Baron, S., Schabus, M., & Lemola, S. (2025). Exploring the bidirectional within-subject relationship between sleep and affective wellbeing: Insights from an intensive longitudinal study. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, *25*(4), 100648.
Hyndych, A., El-Abassi, R., & Mader Jr, E. C. (2025). The Role of Sleep and the Effects of Sleep Loss on Cognitive, Affective, and Behavioral Processes. *Cureus*, *17*(5).
Luo, Z., Zhang, J., Guo, M., & Wu, D. (2025). The effect of chronotype on social functioning in schizophrenic patients: examining the chain-mediating role of sleep quality and anxiety. *Frontiers in Psychiatry*, *16*, 1574414.
Slavish, D. C., Briggs, M., Fentem, A., Messman, B. A., & Contractor, A. A. (2022). Bidirectional associations between daily PTSD symptoms and sleep disturbances: A systematic review. *Sleep medicine reviews*, *63*, 101623.
Stafford, A., Oduola, S., & Reeve, S. (2024). Sleep and socio-occupational functioning in adults with serious mental illness: A systematic review. *Psychiatry Research*, *339*, 116111.
Takim, U., Gokcay, H., & Sağlam, T. (2025). Evaluation of sleep quality in patients diagnosed with bipolar disorder and major depression during remission period. *World Journal of Psychiatry*, *15*(12).
Takaesu, Y., Shiroma, A., Nosaka, T., & Maruyama, H. (2025). Associations Between Cognitive Impairment, Depressive Symptoms, and Work Productivity Loss in Patients With Bipolar Disorder: A Cross-Sectional Analysis. *Neuropsychopharmacology Reports*, *45*(1), e70012.
Winkelman, J. W., & Lecea, L. D. (2020). Sleep and neuropsychiatric illness. *Neuropsychopharmacology*, *45*(1), 1-2.
Zou, H., Zhou, H., Yan, R., Yao, Z., & Lu, Q. (2022). Chronotype, circadian rhythm, and psychiatric disorders: Recent evidence and potential mechanisms. *Frontiers in neuroscience*, *16*, 811771.

ERKEN ÇOCUKLUKTA EKRAN KULLANIMI VE ÇİZGİ FİLM İÇERİKLERİNİN ÇOCUK GELİŞİMİNE ETKİLERİ: CHATGPT VE LİTERATÜR TEMELLİ BİR ANALİZ

Doç. Dr. Uğur BAŞARMAK
Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Education, Department of Computer Education and Instructional Technology, 40100 Bağbaşı, Kırşehir
ORCID ID: 0000-0002-2762-1806

ÖZET
Bu çalışmanın amacı, erken çocukluk döneminde ekran kullanımı ve çizgi film içeriklerinin çocukların bilişsel, dil, sosyal-duygusal, davranışsal ve fiziksel gelişimleri üzerindeki olası etkilerine ilişkin **ChatGPT'nin sunacağı çerçeveyi sistematik biçimde ortaya koymak** ve bu çerçeveyi ilgili alan yazınla karşılaştırmaya elverişli bir yapı halinde tasarlamaktır. Araştırma, nitel araştırma desenine dayalı **araçsal bir durum çalışması** olarak planlanmaktadır. Çalışma kapsamında, literatür doğrultusunda geliştirilecek yapılandırılmış bir soru formu ile ekran süresi, içerik niteliği, çocukların medya içeriklerinden anlam kurma biçimleri, ebeveyn arabuluculuğu, riskler ve koruyucu faktörler ile uygulamaya dönük öneriler gibi temel temalar ayrıntılı biçimde ele alınacaktır. Bu soru formu belirlenen tarihte ChatGPT'ye yöneltilecek ve elde edilecek yanıtlar doküman niteliğinde veri olarak kaydedilecektir. Toplanan veriler, içerik analizi yoluyla çözümlenecek; bilişsel ve dil gelişimi, sosyal-duygusal gelişim ve davranış, fiziksel/motor gelişim, anlam kurma süreçleri, ebeveyn arabuluculuğu, içerik özellikleri ile risk ve koruyucu faktörler altında temalar ve kodlar oluşturulacaktır. Elde edilecek temalar, çalışmanın sonraki aşamasında erken çocuklukta ekran kullanımı, çizgi film ve dijital medya içerikleri, problemli medya kullanımı ve dijital iyi oluş alanlarında yürütülmüş güncel araştırmalarla karşılaştırmaya imkân tanıyacak şekilde raporlanacaktır. Böylece ChatGPT'nin bu alanda sunduğu bilgi ve önerilerin, bilimsel literatürle ne ölçüde örtüşebileceğine veya hangi boyutlarda sınırlı kalabileceğine ilişkin kuramsal ve metodolojik bir temel oluşturulması hedeflenmektedir. Çalışmanın, yapay zekâ temelli metin üretici araçların erken çocuklukta medya kullanımı konusunda politika geliştirme, ebeveyn rehberliği ve eğitim materyali tasarım süreçlerinde **potansiyel destek aracı** olarak nasıl konumlandırılabileceğine dair ileri araştırmalara zemin hazırlaması beklenmektedir.
Anahtar kelimeler: Erken çocukluk, ekran kullanımı, çizgi film, ChatGPT

EFFECTS OF SCREEN USE AND CARTOON CONTENTS ON CHILD DEVELOPMENT IN EARLY CHILDHOOD: A CHATGPT AND LITERATURE-BASED ANALYSIS

ABSTRACT
The aim of this study is to systematically reveal the framework that ChatGPT will provide regarding the possible effects of screen use and cartoon contents on children's cognitive, language, social-emotional, behavioral, and physical development in early childhood, and to design this framework in a way that is suitable for comparison with the relevant literature. The research is planned as an instrumental case study based on a qualitative research design. Within the scope of the study, a structured question form to be developed in line with the literature will address in detail such core themes as screen time, content quality, children's meaning-making processes from media contents, parental mediation, risks and protective factors, and practice-oriented recommendations. This question form will be administered to ChatGPT on a predetermined date, and the answers obtained will be recorded as documentary data. The collected data will be analyzed through content analysis, and codes and themes will be generated under the headings of cognitive and language development, social-emotional

development and behavior, physical/motor development, meaning-making processes, parental mediation, content characteristics, and risks and protective factors. The themes to be obtained will then be reported in a way that allows comparison with current research conducted in the fields of screen use in early childhood, cartoon and digital media contents, problematic media use, and digital well-being. In this way, it is aimed to build a theoretical and methodological basis for understanding the extent to which the information and recommendations provided by ChatGPT in this field overlap with the scientific literature or remain limited in certain respects. The study is expected to lay the groundwork for further research on how AI-based text generation tools can be positioned as a potential support resource in policy development, parental guidance, and educational material design processes concerning media use in early childhood.
Keywords: Early childhood, screen time, cartoon content, ChatGPT

1. GİRİŞ

Dijital medya, özellikle akış platformları ve mobil cihazların yaygınlaşmasıyla birlikte erken çocukluk döneminde çocukların gündelik yaşamına güçlü biçimde dâhil olmuştur. Bu dönemde ekran kullanımı yalnızca "süre" meselesi olarak değil; içerik türü (örn. çizgi film), kullanım bağlamı (yalnız/birlikte izleme), ebeveyn arabuluculuğu ve çocuğun bireysel özellikleriyle etkileşim içinde değerlendirilmesi gereken çok boyutlu bir olgu olarak ele alınmaktadır. Erken çocukluk, bilişsel ve sosyal-duygusal gelişimin hızlandığı; alışkanlıkların biçimlendiği ve çevresel etkilenmeye duyarlılığın arttığı kritik bir gelişim evresidir. Bu nedenle ekran kullanımının olası etkileri, sağlık ve eğitim alanındaki politika belgelerinde de giderek daha görünür hâle gelmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), 5 yaş altı çocuklarda sedanter ekran süresinin sınırlandırılmasını; özellikle 2–4 yaş için ekran süresinin "en fazla 1 saat" olacak şekilde azaltılmasını önermektedir (WHO, 2019). Benzer biçimde Amerikan Pediatri Akademisi'nin politika metinleri, erken yaşlarda ekranın niteliği ve ebeveyn eşliğinin belirleyici rolüne dikkat çekmekte; küçük çocuklarda sağlıklı gelişimi destekleyen günlük rutinlerin ekranla yer değiştirmemesi gerektiğini vurgulamaktadır (Hill, 2016).

Öte yandan ekran ve dijital içerikler bütünüyle "risk" kategorisiyle tanımlanamaz. Erken çocukluk eğitiminde teknoloji ve etkileşimli medyanın, amaçlı, gelişimsel olarak uygun ve öğrenme hedefleriyle hizalı biçimde kullanıldığında öğrenmeyi destekleyebileceği; ancak pasif tüketim ve düşük nitelikli içeriklerin farklı gelişim alanlarında riskleri artırabileceği ifade edilmektedir (Radich, 2013).Türkiye bağlamında da okul öncesi program belgeleri, dijital okuryazarlık ve güncel teknolojilerle zenginleştirilmiş öğrenme süreçlerine vurgu yaparak eğitsel yönelimi güçlendirmektedir (MEB, 2024).Bu iki yönlü görünüm (fırsatlar–riskler), ekran kullanımına ilişkin tartışmaların "ne kadar?" sorusundan "nasıl, neyle, kimle ve hangi amaçla?" sorularına kaymasına yol açmaktadır.

Bu çalışma, erken çocukluk döneminde ekran kullanımı ve çizgi film içeriklerinin çocuk gelişimi üzerindeki olası etkilerine ilişkin ChatGPT'nin üreteceği çerçeveyi sistematik biçimde ortaya koymayı ve bunu literatürle karşılaştırmaya elverişli bir yapı hâline getirmeyi amaçlamaktadır.

Çalışma, alan yazında bir yandan artan ampirik kanıtların derlenmesi, diğer yandan hızlı değişen dijital ekosistemde eğitimci/ebeveyn rehberliği ihtiyacının güçlenmesi nedeniyle; üretken yapay zekâ çıktılarının "kavramsal çerçeve üretme" potansiyelini, sınırlılıklarını gözeterek tartışmaya açmaktadır. Bu doğrultuda araştırma, ChatGPT yanıtlarını yapılandırılmış istem protokolüyle üretip içerik analiziyle çözümleyerek temalar ve kodlar oluşturmaya dayanmaktadır.

9.8 LİTERATÜR (KURAMSAL ÇERÇEVE)

9.8.1 Ekran süresi rehberleri ve "süre–içerik–bağlam" yaklaşımı

Ekran kullanımının gelişimsel etkileri üzerine literatür, tekil bir "zarar" anlatısından ziyade **süre, içerik niteliği, kullanım biçimi ve yetişkin aracılığı** gibi değişkenlerin birlikte ele alınmasını önerir. DSÖ'nün 5 yaş altına yönelik rehberinde ekran, sedanter davranışın bir bileşeni olarak konumlandırılır ve uyku–fiziksel aktivite–ekran dengesi vurgulanır (WHO, 2019). AAP politika metinleri ise yaşa uygun içerik, birlikte izleme/aktif arabuluculuk ve ekranın temel rutinlerle yer değiştirmemesi üzerinde durur (Hill, 2016). Bu çerçeve, "ekran var/yok" ikiliği yerine, ekranın çocuğun gündelik ekolojisindeki yerini betimleyen daha işlevsel bir değerlendirmeyi destekler.

9.8.2 Bilişsel gelişim: dikkat, yürütücü işlevler ve bilişsel yük

Erken çocuklukta dikkat ve yürütücü işlevler, öğrenmenin temel bileşenleridir. Özellikle **hızlı tempolu** ve yoğun uyaran içeren içeriklerin kısa süreli yürütücü işlev performansını etkileyebileceğini gösteren deneysel bulgular, içerik biçiminin (tempo, kurgu, uyaran yoğunluğu) önemini gündeme taşımıştır (Lillard ve Peterson, 2011). Daha geniş literatür taramaları da ekranın bilişsel çıktılar üzerindeki etkilerinin; içeriğin niteliği, izleme süresi ve bağlamla birlikte ele alınması gerektiğine işaret eder (Swider-Cios vd., 2023).

9.8.3 Dil gelişimi: canlı dil girdisi, etkileşim ve birlikte izleme

Dil gelişimi açısından ekranın etkileri, ekran süresinin **canlı etkileşim fırsatlarını** azaltıp azaltmadığıyla yakından ilişkilidir. Pasif izleme, yetişkin–çocuk konuşma döngülerini azaltabildiği için risk faktörü olarak ele alınırken; yetişkin eşliğinde, içeriğin durdurulup konuşma başlatıcı olarak kullanıldığı **etkileşimli** pratikler daha koruyucu bir çerçeve sunmaktadır. AAP, küçük yaşlarda etkileşimli iletişimin belirleyici rolünü vurgular (Hill, 2016).

9.8.4 Sosyal-duygusal gelişim: model alma, empati ve ebeveyn–çocuk etkileşimi

Sosyal-duygusal alanda ekran içerikleri; karakterlerle özdeşim, sosyal problem çözme örüntüleri, prososyal/saldırgan modelleme gibi süreçlerle etkili olabilir. Gelişim alan yazını, özellikle içerikteki sosyal mesajların ve aile bağlamının (birlikte izleme, arabuluculuk) düzenleyici rolüne dikkat çeker (Swider-Cios, 2023). Bu bağlamda ebeveyn arabuluculuğu literatürü; aktif arabuluculuk, kural koyma ve birlikte izleme gibi stratejiler üzerinden çocuğun medya deneyimini yapılandırmanın önemini ortaya koymaktadır (Livingstone ve Helsper, 2023).

9.8.5 Davranışsal/öz-düzenleme ve problemli medya kullanımı

Öz-düzenleme güçlükleri, ekran kesildiğinde yoğun tepkiler, ekran talebinin giderek artması ve ekran dışı etkinliklere ilginin azalması gibi göstergeler, "problemli medya kullanımı" çerçevesinde ele alınmaktadır. Bu alanda Domoff ve çalışma arkadaşlarının geliştirdiği Problematic Media Use Measure (PMUM) gibi araçlar, küçük çocuklarda problemli kullanım göstergelerini ebeveyn raporuna dayalı olarak ölçmeye dönük bir yaklaşım sunar (Domoff vb., 2019). Ancak literatür, nedenselliğin çoğunlukla karmaşık olduğunu; ebeveynlik pratikleri, mizaç ve aile rutini gibi değişkenlerin önemli düzenleyiciler olabileceğini vurgular (Swider-Cios, 2023).

9.8.6 Fiziksel gelişim: uyku, sedanterlik ve "fırsat maliyeti"

Ekran kullanımının fiziksel gelişimle ilişkisi, çoğu zaman doğrudan etkiden çok **yer değiştirme (displacement)** mekanizmasıyla açıklanır: ekranın açık hava oyunu, motor etkinlikler ve uyku rutinleriyle yer değiştirmesi. DSÖ rehberinde ekran, sedanter davranış olarak konumlandırılarak fiziksel aktivite–uyku dengesi içinde ele alınır (WHO, 2019). Ayrıca güncel derlemeler, küçük yaşlarda ekranın uyku düzeni ve sedanterlik örüntüleriyle ilişkili olabileceğini; bu ilişkinin bağlamsal faktörlere duyarlı olduğunu bildirmektedir (Swider-Cios, 2023).

9.8.7 Eğitim bağlamı: dijital yeterlik ve gelişimsel uygun teknoloji kullanımı

Eğitim sistemleri, çocukların dijital dünyada güvenli ve eleştirel biçimde yer almasını desteklemek için dijital yeterlik çerçevelerini güçlendirmektedir (Vuorikari vd., 2022). Erken çocuklukta ise teknoloji kullanımının gelişimsel uygunluk ilkeleriyle yapılandırılması; teknoloji ve etkileşimli medyanın öğrenme hedeflerine hizmet eden, çocuğun etkin katılımını destekleyen araçlar olarak konumlandırılması önerilmektedir.

9.9 Çalışmanın amacı

Bu çalışmanın amacı, erken çocukluk döneminde **ekran kullanımı ve çizgi film içeriklerinin** çocukların **bilişsel, dil, sosyal-duygusal, davranışsal ve fiziksel/motor gelişimleri** üzerindeki olası etkilerine ilişkin **ChatGPT'nin sunduğu açıklama çerçevesini** sistematik biçimde ortaya koymak ve bu çerçeveyi **alan yazınla karşılaştırmaya elverişli** bir tema-kod yapısında tasarlamaktır.

Bu genel amaç doğrultusunda çalışma; ekran süresi, içerik niteliği, çocukların anlam kurma süreçleri, ebeveyn arabuluculuğu, risk/koruyucu faktörler ve uygulamaya dönük öneriler eksenlerinde ChatGPT yanıtlarını üretip içerik analiziyle temalara/kodlara dönüştürmeyi hedefler.

Bu amaç doğrultusunda çalışma, aşağıdaki sorulara yanıt aramaktadır:

- Erken çocukluk döneminde ekran kullanımı çocukların bilişsel gelişim alanlarına (dikkat, yürütücü işlevler, öğrenme süreçleri) nasıl yansıyabilir?
- Erken çocukluk döneminde ekran kullanımı ve çizgi film içerikleri çocukların dil gelişimi (sözcük dağarcığı, ifade edici/alıcı dil, etkileşimli konuşma fırsatları) üzerinde nasıl etkiler oluşturabilir?
- Ekran kullanımı ve çizgi film içerikleri çocukların sosyal-duygusal gelişimi (empati, sosyal etkileşim, duygu düzenleme) açısından nasıl sonuçlar doğurabilir?
- Ekran kullanımı ve çizgi film içerikleri çocukların davranışsal gelişimi ve öz-düzenleme becerileri (geçişler, dürtü kontrolü, problemli kullanım eğilimleri) üzerinde nasıl etkiler gösterebilir?
- Ekran kullanımı çocukların fiziksel gelişimi (uyku düzeni, sedanterlik, genel sağlık, motor fırsat maliyeti) açısından nasıl yansımalar doğurabilir?

2. YÖNTEM

2.1. Araştırma tasarımı

Araştırma, yapılandırılmış istem (prompt) protokolü ile üretilen ChatGPT yanıtlarının içerik analizi çerçevesinde incelenmesi üzerine kuruludur. Bu kapsamda literatürden hareketle ekran süresi, içerik özellikleri, ebeveyn arabuluculuğu, problemli medya kullanımı, risk/koruyucu faktörler ve uygulamaya dönük öneriler gibi boyutları kapsayan tematik bir soru havuzu hazırlanmıştır. Ardından tüm sorular ChatGPT'ye aynı oturum koşullarında, standart bir üst yönerge ile yöneltilmiş; alınan yanıtlar ham metin olarak saklanmıştır. Böylece veri üretim sürecinin izlenebilirliği ve tekrar edilebilirliği artırılmaya çalışılmıştır.

2.2. Veri kaynağı ve örnekleme mantığı

Bu çalışmada "örneklem" klasik anlamda bireylerden oluşmamaktadır. Bunun yerine araştırmanın veri kaynağı, araştırma problemini temsil etme ve zengin açıklama üretme kapasitesi nedeniyle ChatGPT olarak belirlenmiştir. Seçim gerekçesi, ChatGPT'nin yaygın kullanım alanı, farklı disiplinlerde bilgi üretebilme kapasitesi ve eğitim bağlamlarında giderek artan görünürlüğüdür. Bu tercih, amaçlı örnekleme mantığıyla, olguya ilişkin geniş kapsamlı ve ayrıntılı yanıt üretebilen bir bilgi kaynağına odaklanmayı hedeflemektedir.

2.3. Veri analizi

ChatGPT yanıtları, içerik analizi yaklaşımıyla çok aşamalı olarak çözümlenmiştir:

(i) metinlerin birimlere ayrılması (anlamlı ifade/paragraf düzeyi),

(ii) açık kodlama ile ilk kodların oluşturulması,

(iii) benzer kodların birleştirilerek üst kategoriler/temalar altında toplanması,
(iv) temalar arası ilişkilerin (süre–içerik–bağlam etkileşimi gibi) örüntülenmesi.

Analiz sürecinde temalar; gelişim alanlarına yansımalar, anlam kurma süreçleri, ekran süresi-içerik niteliği etkileşimi, ebeveyn arabuluculuğu, problemli kullanım göstergeleri, risk/koruyucu faktörler ve uygulama önerileri ekseninde yapılandırılmıştır. Bulgular, tema-kod tabloları ile raporlanmış; yorumlamayı görünür kılmak amacıyla seçilmiş ChatGPT ifadelerine doğrudan alıntılarla yer verilmiştir.

3. BULGULAR

Tablo 1. Erken çocukluk döneminde ekran kullanımı çocukların bilişsel gelişim alanlarına (dikkat, yürütücü işlevler, öğrenme süreçleri) nasıl yansıyabilir?

Tema	Alt Tema / Kodlar (Bilişsel Gelişim)
Dikkat ve Odaklanma	• Dikkat süresi ve dikkat türleri (anlık, sürdürülen dikkat) • Odaklanma düzeylerinde değişim
Yürütücü İşlevler	• Ketleme (inhibisyon) • Çalışma belleği • Bilişsel esneklik
Çoklu Görev ve Bilişsel Yük	• Ekran + oyuncak gibi eşzamanlı etkinlikler • Bilişsel iş yükünün artması • Dikkatin bölünmesi
Tekrar ve Kavram Öğrenimi	• Tekrar eden içeriklerin kavram öğretimi • Pekiştirme yoluyla öğrenme
Öğrenmenin Transferi	• Ekranda öğrenilen bilginin gerçek yaşama aktarılması • Öğrenmenin bağlam dışına genellenmesi
Problem Çözme ve Neden–Sonuç Kurma	• Problem çözme becerilerinin desteklenmesi/sınırlanması • Neden–sonuç ilişkisi kurma süreçleri
Hızlı İçerik Sonrası Dikkat	• Hızlı tempolu içerik sonrası dikkatin geçici etkilenmesi • Dikkat üzerindeki kalıcı etkilere ilişkin belirsizlik
Kullanım Türü	• Problemli ekran kullanımı • İşlevsel/amaçlı ekran kullanımı

Tablo 1, erken çocukluk döneminde ekran kullanımının çocukların **bilişsel gelişim alanlarına etkilerinin tek yönlü ve doğrudan olmadığını**, etkilerin büyük ölçüde **içerik özellikleri, kullanım biçimi ve bağlamsal koşullar** tarafından belirlendiğini ortaya koymaktadır. Özellikle dikkat ve yürütücü işlevler gibi temel bilişsel süreçlerde, ekranın **çoklu görev ve yüksek bilişsel yük** yaratması durumunda odaklanma ve ketleme becerilerinin zorlanabildiği; buna karşılık **tekrar ve pekiştirme içeren yapılandırılmış içeriklerin** kavram öğrenimini destekleyebileceği görülmektedir.

Tablo 2. Erken çocukluk döneminde ekran kullanımı ve çizgi film içerikleri çocukların dil gelişimi (sözcük dağarcığı, ifade edici/alıcı dil, etkileşimli konuşma fırsatları) üzerinde nasıl etkiler oluşturabilir?

Tema	Alt Tema / Kodlar (Dil Gelişimi)

Dil Girdisinin Niteliği ve Miktarı	• Sözcük çeşitliliği ve bağlamsal kullanım • Ekran süresinin canlı dil girdisiyle yer değiştirmesi
Ebeveyn Arabuluculuğu ve Birlikte İzleme	• Birlikte izleme sırasında ebeveyn açıklamaları • Yetişkinin sözcükleri genişletmesi ve yeniden formüle etmesi • İçeriğin durdurularak konuşma başlatıcı olarak kullanılması
İçerik Özellikleri	• Altyazı kullanımı • Tekrar eden şarkılar ve tekerlemeler • Yavaş ve anlaşılır anlatım yapısı
Pasif İzleme – Etkileşimli Konuşma Dengesi	• Pasif izleme ile etkileşimli konuşma fırsatlarının azalması • Ekran sırasında çocuğun sözlü katılım düzeyi
Anlatı Hızı ve Dilsel Yük	• Hızlı diyaloglar • Karmaşık anlatı yapıları • Anlama ve sözcük işlemleme güçlükleri
Ev Dili – Ekran Dili Uyumu	• Ev dili ile ekran dili arasındaki farklar • Lehçe ve dil varyantlarının etkisi • İki dilli/çok dilli çocuklarda özel durumlar
Dil Gecikmesi Riski	• Dil gecikmesi riski olan çocuklarda ekran kullanımına yaklaşım • Ekranın telafi edici değil, destekleyici araç olarak konumlanması

Tablo 2, erken çocukluk döneminde ekran kullanımı ve çizgi film içeriklerinin **dil gelişimi üzerindeki etkilerinin tek boyutlu bir "süre" değişkeniyle açıklanamayacağını**, etkilerin büyük ölçüde **içeriğin niteliği ve kullanım bağlamı** tarafından belirlendiğini göstermektedir. Özellikle dil girdisinin miktarı ve kalitesi, ekran süresinin canlı ve karşılıklı konuşma fırsatlarıyla yer değiştirmesi durumunda dil gelişimi açısından bir risk alanı oluştururken; ebeveyn arabuluculuğu ve birlikte izleme gibi etkileşim temelli yaklaşımlar bu riski dengeleyebilecek önemli koruyucu faktörler olarak öne çıkmaktadır.

Tablo 3. Ekran kullanımı ve çizgi film içerikleri çocukların sosyal-duygusal gelişimi (empati, sosyal etkileşim, duygu düzenleme) açısından nasıl sonuçlar doğurabilir?

Tema	Alt Tema / Kodlar (Sosyal-Duygusal Gelişim)
Sosyal Etkileşim ve Oyun	• Akran etkileşimi ve oyun fırsatları • Ekran kullanımının serbest oyun zamanıyla yer değiştirmesi
Karakterlerle Özdeşim ve Model Alma	• Çizgi film karakterleriyle özdeşim • Davranışların model alınması
Empati ve Prososyal Davranışlar	• Empati geliştirme • Paylaşma, yardım etme ve iş birliği gibi prososyal davranışlar

Duygu Tanıma ve Duygu Düzenleme	• Temel duyguları tanıma • Duygu düzenleme becerilerinin desteklenmesi ya da zorlanması
Saldırgan İçerik ve Davranışlar	• Saldırgan içeriklere maruz kalma • Saldırgan davranışların model alınması ve duyarsızlaşma
İzleme Biçimi	• Yalnız izleme • Birlikte izleme (ebeveyn eşliği)
Bağlanma ve Ebeveyn–Çocuk Etkileşimi	• Ekran kullanımının ebeveyn-çocuk etkileşimine etkisi • Bağlanma ilişkileri
Toplumsal Cinsiyet Rolleri	• Çizgi filmlerde sunulan toplumsal cinsiyet rolleri • Çocukların tutum ve beklentilerine etkisi
Koruyucu Faktörler	• Günlük rutinler • Birlikte geçirilen zaman • Aktif ebeveyn arabuluculuğu

Tablo 3, ekran kullanımı ve çizgi film içeriklerinin çocukların **sosyal-duygusal gelişimi üzerinde tek yönlü bir etki yaratmadığını**, sonuçların büyük ölçüde **içerik türü, izleme biçimi ve aile bağlamı** tarafından belirlendiğini göstermektedir. Özellikle akran etkileşimi ve serbest oyun zamanının ekran kullanımıyla yer değiştirmesi, sosyal etkileşim fırsatlarını sınırlayabilecek bir risk alanı olarak öne çıkarken; prososyal içerikler ve karakterlerle özdeşim, uygun koşullarda empati ve iş birliği gibi becerileri destekleyebilmektedir.

Tablo 4. Ekran kullanımı ve çizgi film içerikleri çocukların davranışsal gelişimi ve öz-düzenleme becerileri (geçişler, dürtü kontrolü, problemli kullanım eğilimleri) üzerinde nasıl etkiler gösterebilir?

Tema	Alt Tema / Kodlar (Davranışsal – Öz-Düzenleme)
Ekran Sonrası Davranışlar	• Ekran kapatıldığında öfke nöbetleri • Direnç ve karşı gelme davranışları
Problemli Medya Kullanımı Göstergeleri	• Kontrol kaybı • Ekran talebinin artması • Ekran dışı etkinliklere ilginin azalması
Dijital Tolerans	• Giderek daha fazla ekran isteme • Aynı süreden doyum almama
Dikkat ve Davranış İlişkisi	• Dikkat dağınıklığı ile ekran kullanımı ilişkisi • Hiperaktivite belirtileriyle örtüşen davranışlar
Ekransız Yatışma ve Günlük Rutinler	• Ekransız sakinleşme becerilerinin geliştirilmesi • Uyku öncesi rutinlerin önemi
Mizaç ve Bireysel Farklılıklar	• Kolay/zor mizaç özellikleri • Mizacın davranışsal etkilerde düzenleyici rolü
Sınır Koyma ve Yönetim Stratejileri	• Önceden anlaşma • Zamanlayıcı kullanımı • Geçiş rutinleri

Ekran Azaltma Sürecindeki Hatalar	• Ani ve tutarsız sınırlamalar • Alternatif etkinlik sunulmaması

Tablo 4, ekran kullanımı ve çizgi film içeriklerinin çocukların **davranışsal gelişimi ve öz-düzenleme becerileri üzerinde hem risk hem de yönetilebilir alanlar oluşturduğunu** ortaya koymaktadır. Özellikle ekran kapatıldığında görülen öfke nöbetleri, direnç ve karşı gelme davranışları; kontrol kaybı ve ekran talebinin artması gibi göstergeler, erken dönemde **problemli medya kullanımına** işaret edebilecek önemli sinyaller olarak değerlendirilmektedir.

Tablo 5. Ekran kullanımı çocukların fiziksel gelişimi (uyku düzeni, sedanterlik, genel sağlık, motor fırsat maliyeti) açısından nasıl yansımalar doğurabilir?

Tema	Alt Tema / Kodlar (Fiziksel Gelişim)
Uyku Düzeni ve Kalitesi	• Uykuya dalma süresi • Uyku süresi ve uyku kalitesi • Uyku öncesi ekran kullanımının riskleri
Sedanter Yaşam ve Obezite Riski	• Fiziksel hareketsizlik • Sedanter yaşamın artması • Obezite riskinde artış
Motor Gelişim	• İnce motor beceriler • Kaba motor beceriler • Ekranın oyun ve hareket etkinlikleriyle yer değiştirmesi
Açık Hava Oyunları ve Fiziksel Aktivite	• Açık hava oyunlarının azalması • Fiziksel aktivitenin koruyucu rolü
Beslenme Alışkanlıkları	• Ekranla birlikte atıştırma/yeme • Düzensiz beslenme örüntüleri
Göz Sağlığı ve Görsel Yorgunluk	• Uzun süreli ekrana bakma • Göz yorgunluğu ve görsel zorlanma
İşitme Sağlığı	• Yüksek ses maruziyeti • Kulaklık kullanımı ve işitme riski
Alternatif Bedensel Etkinlikler	• Evde bedensel etkinlik önerileri • Okulda hareket temelli etkinlikler
Yaş ve Denetim Stratejileri	• Yaşa uygun ekran sınırları • Ebeveyn denetimi ve yönlendirme
Genel Sağlık ve Yaşam Biçimi	• Günlük rutinler • Sağlıklı yaşam alışkanlıkları

Bu tablo, ekran kullanımının erken çocukluk döneminde **fiziksel gelişim üzerinde çok boyutlu ve dolaylı etkiler** oluşturabileceğini göstermektedir. Özellikle uyku düzeni, sedanter yaşam ve beslenme alışkanlıkları gibi temel sağlık göstergelerinde ekran kullanımının **dengesizleşmeye yol açabileceği**, bunun da obezite ve genel sağlık risklerini artırabileceği anlaşılmaktadır. Ekranın oyun ve hareket etkinlikleriyle yer değiştirmesi, ince ve kaba motor becerilerin gelişimini sınırlayabilecek bir risk alanı olarak öne çıkmaktadır.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışma, erken çocukluk döneminde ekran kullanımı ve çizgi film içeriklerinin olası etkilerine ilişkin ChatGPT yanıtlarından türetilen tematik çerçeveyi, alan yazındaki güncel

kavramsal tartışmalarla ilişkilendirmeyi hedefleyen araçsal durum çalışması yaklaşımına dayanmaktadır.

Literatürle birlikte ele alındığında, ekranın çocuk gelişimine etkisinin tek boyutlu (yalnızca süre odaklı) bir yaklaşımla açıklanmasının yetersiz kaldığı; etkilerin çoğu zaman içerik türü, kullanım zamanı (özellikle akşam saatleri), sosyal bağlam (yalnız/ortak kullanım), ebeveyn arabuluculuğu ve çocuğun öz-düzenleme özellikleri gibi değişkenlerle şekillendiği görülmektedir (Mallawaarachchi vd., 2024).

Tartışma bulguları, özellikle üç ortak paydada yoğunlaşmaktadır. Birincisi, ekranın gelişimsel risk üretme yollarından en önemlilerinden biri **yer değiştirme mekanizmasıdır**: ekran süresi arttıkça fiziksel oyun, yetişkin-çocuk etkileşimi ve uyku gibi gelişimi destekleyen etkinliklere ayrılan zaman azalabilmektedir (WHO, 2019). Dil gelişimi alanında doğal dil ortamı ölçümlerinin ekranla birlikte yetişkin sözcükleri ve karşılıklı konuşma dönüşlerinde azalma eğilimi göstermesi, bu mekanizmayı somutlaştırmaktadır (Brushe, 2024). İkincisi, ekran kullanımı ile öz-düzenleme arasındaki ilişkinin çift yönlü olabileceğini gösteren boylamsal bulgular, ekranı yalnızca "neden" olarak ele alan açıklamaların sınırlılığını ortaya koymaktadır; bazı çocuklarda öz-düzenleme güçlükleri ekran kullanımını artıran bir "sonuç" kanalı da oluşturabilmektedir (Cliff vb., 2018). Üçüncüsü, problemli medya kullanımı perspektifi, süreye ek olarak işlevsel bozulma ve kontrol kaybı gibi göstergeleri gündeme getirerek, hem araştırma hem de ebeveyn rehberliği açısından daha ayırt edici bir değerlendirme çerçevesi sunmaktadır (Özdemir ve Keleş, 2023).

Uygulama açısından bu sonuçlar, ailelere ve eğitimcilere üç düzeyde öneri üretmektedir: (i) yapısal düzenleme (yaşa uygun süre sınırı, ekranın özellikle uyku öncesi azaltılması, ev içi rutinlerin ekran dışı etkinliklerle güçlendirilmesi), (ii) nitelik ve eşlik (yaşa uygun, yavaş tempolu, şiddet içermeyen içerikler; birlikte izleme; içerik hakkında konuşma ve gerçek yaşam bağlantıları kurma), (iii) risk taraması (problemli kullanım belirtilerinin izlenmesi ve ebeveyn ekran alışkanlığının modellenmesi). WHO'nun 24 saatlik hareket davranışları yaklaşımı ve uyku derlemeleri, özellikle ekranın gün içindeki konumlandırılması ve akşam kullanımının sınırlandırılması gerektiğini desteklemektedir (WHO, 2019). Ayrıca erken çocuklukta ekran süresini azaltmaya yönelik müdahaleleri derleyen çalışmalar, aile ve çevre düzenlemelerine odaklanan çok bileşenli yaklaşımların etkili olabildiğini; ancak kanıt kalitesinin heterojen olduğunu ve bağlamsal uyarlamanın kritik olduğunu vurgular (Pempek vb., 2014).

Son olarak, bu çalışmanın ChatGPT temelli olması, üretilen çerçevenin bir "kanıt özeti" değil; kanıtlarla karşılaştırılabilir bir açıklama haritası olarak görülmesini gerektirir. Büyük dil modelleri, literatürü bütüncül bir dille toparlama avantajı sunarken; kaynak seçimi, vurgu dengesi ve bağlam duyarlılığı açısından yanlılık/hatalı genelleme riskleri taşıyabilir. Bu nedenle gelecekteki çalışmaların; (i) farklı yapay zekâ modelleriyle karşılaştırma, (ii) uzman değerlendirmesiyle içerik doğrulama, (iii) alan gözlemi/ölçek ölçümleriyle üçgenleme ve (iv) içerik-bağlam değişkenlerini (ör. ortak izleme, içerik türü, kullanım zamanı) ölçen daha hassas tasarımlara yönelmesi önerilebilir. Böylece ekran kullanımını "yasak–serbest" ikiliğinden çıkarıp, erken çocukluk gelişimini destekleyen dijital esenlik yaklaşımına dönüştürmek mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

Brushe, M. (2024). Study shows screen time is replacing vital language opportunities for toddlers. *University of Adelaide Newsroom*.

Cliff, D. P., Howard, S. J., Radesky, J. S., McNeill, J., & Vella, S. A. (2018). Early childhood media exposure and self-regulation: Bidirectional longitudinal associations. *Academic pediatrics, 18*(7), 813-819.

9.9.1 Domoff, S. E., Harrison, K., Gearhardt, A. N., Gentile, D. A., Lumeng, J. C., & Miller, A. L. (2019). Development and validation of the Problematic Media Use Measure: A parent report measure of screen media “addiction” in children. *Psychology of popular media culture*, *8*(1), 2.

Hill, D., Ameenuddin, N., Reid Chassiakos, Y. L., Cross, C., Hutchinson, J., Levine, A., ... & Swanson, W. S. (2016). Media and young minds. *Pediatrics*, *138*(5).

Lillard, A. S., & Peterson, J. (2011). The immediate impact of different types of television on young children's executive function. *Pediatrics*, *128*(4), 644-649.

Livingstone, S., & Helsper, E. J. (2008). Parental mediation of children's internet use. *Journal of broadcasting & electronic media*, *52*(4), 581-599.

Mallawaarachchi, S., Burley, J., Mavilidi, M., Howard, S. J., Straker, L., Kervin, L., ... & Cliff, D. (2024). Early childhood screen use contexts and cognitive and psychosocial outcomes: A systematic review and meta-analysis. *JAMA pediatrics*, *178*(10), 1017-1026.

Milli Eğitim Bakanlığı. (2024). *Okul öncesi eğitim programı (Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli)*. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı

Özdemir, Ç., & Keleş, S. (2023). The relationship of screen exposure with sleep quality and self-regulation skills in preschool children. *Türkiye Çocuk Hastalıkları Dergisi*, *17*(4), 285-290.

Pempek, T. A., Kirkorian, H. L., & Anderson, D. R. (2014). The effects of background television on the quantity and quality of child-directed speech by parents. *Journal of Children and Media*, *8*(3), 211-222.

Radich, J. (2013). Technology and interactive media as tools in early childhood programs serving children from birth through age 8. *Every Child*, *19*(4), 18-19.

Swider-Cios, E., Vermeij, A., & Sitskoorn, M. M. (2023). Young children and screen-based media: The impact on cognitive and socioemotional development and the importance of parental mediation. *Cognitive Development*, *66*, 101319.

Veldman, S. L. C., Altenburg, T. M., Chinapaw, M. J. M., & Gubbels, J. S. (2023). Correlates of screen time in the early years (0–5 years): A systematic review. *Preventive Medicine Reports*, *33*, 102214.

Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. (2022). *DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens-With new examples of knowledge, skills and attitudes*.

World Health Organization. (2019). *Guidelines on physical activity, sedentary behaviour and sleep for children under 5 years of age*. World Health Organization.

TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ OKUL ÖNCESİ EĞİTİM PROGRAMININ TEKNOLOJİ VE DİJİTAL OKURYAZARLIK BOYUTUNDAN İNCELENMESİ

Doç. Dr. Uğur BAŞARMAK
Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Education, Department of Computer Education and Instructional Technology, 40100 Bağbaşı, Kırşehir
ORCID ID: 0000-0002-2762-1806

ÖZET
Bu çalışma, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Okul Öncesi Eğitim Programı'nı teknoloji ve dijital okuryazarlık boyutundan incelemeyi amaçlamaktadır. Programda teknoloji, doğrudan ayrı bir ders olarak değil, beceri temelli yapının yatay bir bileşeni olarak konumlandırılmaktadır. Özellikle okuryazarlık becerileri çerçevesinde dijital, görsel ve veri okuryazarlığı vurgulanmakta; eğitim ortamlarının ve süreçlerinin güncel teknolojik ve bilimsel gelişmelerden yararlanılarak tasarlanması programın temel ilkeleri arasında yer almaktadır. Ayrıca, bilim ve teknoloji merkezleri ile sanal gerçeklik uygulamaları gibi okul dışı öğrenme ortamları programda açıkça tanımlanmakta ve çocuklara gerçek dünya ile etkileşim içinde teknoloji temelli deneyimler sunulması teşvik edilmektedir.
Araştırma, nitel doküman incelemesi deseniyle yürütülmüş; program kitabındaki ilgili bölümler içerik analiziyle çözümlenmiştir. Analiz sürecinde "dijital okuryazarlık", "görsel/veri okuryazarlığı", "teknoloji temelli öğrenme ortamları" ve "güncel teknolojilerle zenginleştirilmiş süreçler" temaları altında bir kodlama şeması oluşturulmuş; programın hedefler, öğrenme yaşantıları, değerlendirme ve okul dışı öğrenme bölümleri bu şemaya göre betimlenmiştir.
Bulgular, programın teknoloji ve dijital okuryazarlığı yalnızca araç kullanımıyla sınırlamayan; veri toplama, görsel yorumlama, keşfetme ve okul dışı bilimsel deneyimlere katılımı önceleyen bütüncül bir yaklaşım sunduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, bu çerçevenin sınıf içi ve okul dışı etkinliklere nasıl dönüştürüleceğine ilişkin somut uygulama örneklerinin sınırlı olduğu ve yerel okul koşullarına uyarlamanın büyük ölçüde öğretmen inisiyatifine bırakıldığı görülmektedir. Çalışma, programın teknolojik vizyonunu görünür kılarken, uygulamaya dönük destek materyallerine ve mesleki gelişim çalışmalarına duyulan ihtiyacı da ortaya koymaktadır.
Anahtar Kelimeler: Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli, Okul öncesi eğitim programı, Teknoloji temelli öğrenme ortamları, Doküman analizi

AN ANALYSIS OF THE TECHNOLOGY AND DIGITAL LITERACY DIMENSION OF THE TÜRKIYE CENTURY MAARIF MODEL PRESCHOOL EDUCATION PROGRAM

ABSTRACT
This study aims to examine the Türkiye Century Maarif Model Preschool Education Program from the perspective of technology and digital literacy. In the program, technology is positioned not as a separate course, but as a horizontal component of the skills-based structure. Within the literacy skills framework in particular, digital, visual, and data literacy are emphasized; moreover, designing educational environments and processes by making use of up-to-date technological and scientific developments is among the core principles of the program. In addition, out-of-school learning environments such as science and technology centers and virtual reality applications are explicitly defined in the program, and providing children with technology-based experiences in interaction with the real world is encouraged.
The research was conducted using a qualitative document analysis design, and the relevant sections of the program book were analyzed through content analysis. During the analysis

process, a coding scheme was developed under the themes of “digital literacy,” “visual/data literacy,” “technology-based learning environments,” and “processes enriched with contemporary technologies,” and the sections of the program related to objectives, learning experiences, assessment, and out-of-school learning were described based on this scheme.
The findings indicate that the program adopts a holistic approach to technology and digital literacy that goes beyond mere tool use, prioritizing participation in activities such as data collection, visual interpretation, exploration, and out-of-school scientific experiences. However, it is also observed that concrete practice examples showing how this framework can be transformed into in-class and out-of-school activities are limited, and that adaptation to local school conditions is largely left to teacher initiative. While making the technological vision of the program visible, the study also reveals the need for implementation-oriented support materials and professional development activities.
Keywords: Türkiye Century Maarif Model, Preschool education program, echnology-based learning environments, Document analysis

1. GİRİŞ

Dijitalleşme, öğrenme ortamlarını yalnızca araç düzeyinde değil; **bilgiye erişim, iletişim, anlam kurma ve değerlendirme** pratikleri düzeyinde dönüştürmektedir. Özellikle erken çocukluk döneminde teknolojiyle etkileşim, çocukların gündelik yaşamının doğal bir parçası hâline gelirken; bu etkileşimin niteliği, süresi ve pedagojik çerçevesi çocuk gelişimi açısından belirleyici olmaktadır. Bu nedenle uluslararası rehberler, teknolojinin erken çocuklukta “pasif ekran maruziyeti” biçiminde değil; **amaçlı, etkileşimli, yetişkin eşliğ**inde ve gelişimsel olarak uygun öğrenme yaşantılarıyla bütünleştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Radich, 2013).
Erken yaşlarda teknoloji kullanımına ilişkin tartışmalar yalnızca öğrenme fırsatlarıyla sınırlı değildir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ/WHO), 5 yaş altı çocuklarda hareketsiz ekran süresinin sınırlandırılmasını; özellikle 2–4 yaş için ekran süresinin **günde 1 saati aşmamasını** önermekte ve ekran süresinin mümkün olduğunca etkileşimli/aktif oyunla yer değiştirmesi gerektiğini belirtmektedir (WHO, 2019). Benzer şekilde Amerikan Pediatri Akademisi (AAP), 0–5 yaşta medya kullanımının içeriğinin niteliği, ebeveyn/öğretmen eşliği ve bağlamına dikkat çekerek “eğitsel fayda” iddiasının tek başına yeterli olmadığını; gelişimsel risklerin (uyku, dikkat, öz-düzenleme vb.) gözetilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Hill vd., 2016). Bu çerçeve, okul öncesi programların teknoloji boyutunda “ne öğretileceği” kadar “nasıl ve hangi koşullarda uygulanacağı” sorusunu da gündeme getirmektedir.
Dijital dönüşümün bir diğer boyutu, çocukların **dijital okuryazarlık, görsel okuryazarlık ve veri okuryazarlığı** gibi çoklu okuryazarlık becerileriyle erken dönemde karşılaşmasıdır. Dijital yeterlikler; bilgiye erişme, üretme-paylaşma, güvenli/eleştirel kullanım ve problem çözme gibi bileşenleri kapsayan çok boyutlu bir alan olarak tanımlanmakta; politika ve çerçeve belgelerinde “dijital yeterlik” kavramı, giderek daha sistematik biçimde yapılandırılmaktadır (Vuorikari vd., 2022). Bu dönüşüm, okul öncesi düzeyde dijital okuryazarlığın “cihaz kullanma” becerisinden ibaret olmaması; çocukların **dijital bilgiye ulaşma, anlamlandırma ve sosyal etkileşim bağlamında iletişim kurma** süreçleriyle ilişkilendirilmesi gerektiğini göstermektedir (Radich, 2013).
Benzer biçimde, görsel okuryazarlık ve veri okuryazarlığı erken çocuklukta yalnızca “görseli tanıma” değil; **görseli yorumlama, görüş ifade etme, basit tablo/grafik temsillerini anlama ve üretme** gibi bilişsel süreçlerle iç içedir. Nitekim okul öncesinde veri toplama ve analiz becerilerini destekleyen teknoloji bütünleşik müdahalelerin, çocukların sınıflama, karşılaştırma, temsil ve çıkarım yapma gibi temel matematiksel düşünme süreçlerine katkı sunduğunu gösteren bulgular rapor edilmiştir (Presser, 2022). Bu yönüyle erken çocukluk programlarının “veriyle çalışma”yı hangi öğrenme yaşantılarıyla ilişkilendirdiği, çağdaş bir program analiz konusu hâline gelmektedir.

Öğrenme ortamları açısından da teknoloji, sınıf içindeki merkezlerin zenginleştirilmesinden okul dışı öğrenme ekolojilerine uzanan geniş bir yelpazeyi kapsar. OECD'nin "Learning Compass 2030" çerçevesi, öğrencilerin değişen dünyada iyi oluşa yönelen **yetkinlik temelli** bir eğitim vizyonuna ihtiyaç duyduğunu; dijitalleşme ve yapay zekâ gibi eğilimlerin eğitim hedefleriyle öğretim tasarımını doğrudan etkilediğini vurgular (Taguma, 2018). Bu perspektif, okul öncesi dönemde teknoloji temelli öğrenme ortamlarının yalnızca donanım/uygulama listeleri olarak değil; **amaç–yaşantı–değerlendirme** bütünlüğü içinde ele alınmasını gerekli kılar.

Türkiye'de 2024 yılında yayımlanan **Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Okul Öncesi Eğitim Programı**, teknoloji ve okuryazarlık becerilerini beceri temelli yapının yatay bileşenleri olarak konumlandırması bakımından dikkat çekmektedir (MEB 2024). Bununla birlikte yeni programın teknoloji ve dijital okuryazarlık boyutunun, program metninde **hangi öğrenme çıktılarıyla, hangi öğrenme ortamı vurgularıyla ve hangi değerlendirme yaklaşımıyla** yapılandırıldığının görünür kılınması; uygulamaya dönük güçlü ve sınırlı yönlerin tartışılması açısından önemlidir.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Okul Öncesi Eğitim Programı'nı **teknoloji ve dijital okuryazarlık** odağında nitel doküman incelemesiyle çözümlemek ve programın teknoloji vizyonunu tematik bir kodlama şeması üzerinden betimlemektir.

Bu amaç doğrultusunda çalışma, aşağıdaki sorulara yanıt aramaktadır:

- Programda **dijital okuryazarlık** hangi kategori ve öğrenme çıktılarıyla yapılandırılmaktadır?
- Programda **görsel/veri okuryazarlığı** hangi alan becerileriyle ilişkilendirilmektedir?
- **Teknoloji temelli öğrenme ortamları** (sınıf içi–okul dışı) nasıl konumlandırılmaktadır?
- **Süreçlerin teknolojiyle zenginleştirilmesi ve değerlendirme** boyutu program metninde hangi ilkeler üzerinden ele alınmaktadır?

2. YÖNTEM

2.1. Araştırma deseni

Çalışma, nitel doküman incelemesi (doküman analizi) deseniyle yürütülmüştür. Veri kaynağı, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Okul Öncesi Eğitim Programı'nın resmî program kitabıdır.

2.2. Veri kaynağı ve analiz birimi

Analiz birimini program kitabında teknoloji/dijital okuryazarlıkla doğrudan ilişkili bölümler ve ifadeler oluşturmuştur. Özellikle:

- Okuryazarlık becerileri içinde Dijital Okuryazarlık (OB.2) ve ilişkili alanlar
- Öğrenme ortamları (öğrenme merkezleri; okul içi/dışı ortamların vurgulanması)
- Okul dışı öğrenme ortamları ve VR gibi çağdaş uygulamaların kapsamda sayılması
- Değerlendirme bağlamında okuryazarlık becerilerinin izlenmesi ve veriye dayalı öğretim düzenlemesi öncelikli analiz odağına alınmıştır.

2.3. Veri analiz süreci

Program metni içerik analizine tabi tutulmuş; önce ilgili bölümlerden anlamlı ifadeler çıkarılmış, ardından kodlar tematik bir şema altında toplanmıştır. Kodlama şeması şu temalar etrafında yapılandırılmıştır:

1) Dijital okuryazarlık,
2) Görsel/veri okuryazarlığı,
3) Teknoloji temelli öğrenme ortamları (sınıf içi/dışı),
4) Güncel teknolojilerle zenginleştirilmiş süreçler ve değerlendirme. Programın okuryazarlık becerilerinin değerlendirmeye sistematik biçimde dâhil edilmesini önermesi kodlama ve yorumlamada temel dayanaklardan biri olarak ele alınmıştır.

3. BULGULAR

Tablo 1. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Okul Öncesi Eğitim Programı'nda Dijital Okuryazarlığa İlişkin Öğrenme Çıktıları

Tema	Kategori	Kodlar (Öğrenme çıktıları / alt öğrenme çıktıları)
Dijital okuryazarlık	OB2.1. Dijital bilgiye ulaşma ve dijital bilgiyi tanıma	OB2.1.SB1: "Dijital bilgiye ulaşmak için dijital kaynakları kullanır."
	OB2.2. Dijital iletişim	OB2.2.SB1: "Dijital ortamda öğrendiklerini başkaları ile paylaşır."

Tablo 1, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Okul Öncesi Eğitim Programı'nda **dijital okuryazarlığın** iki temel eksen üzerinden yapılandırıldığını göstermektedir: (i) **dijital bilgiye erişim ve bilgiyi tanıma** (OB2.1) ve (ii) **dijital iletişim/paylaşım** (OB2.2). OB2.1 altında yer alan "dijital kaynakları kullanma" vurgusu, dijital okuryazarlığı erken çocuklukta yalnızca araç kullanımı değil, **bilgiye ulaşma süreçleriyle** ilişkilendiren bir yaklaşımı işaret etmektedir. OB2.2'nin "öğrendiklerini dijital ortamda paylaşma" çıktısı ise dijital okuryazarlığın **sosyal etkileşim ve iletişim** boyutunu öne çıkararak, çocukların dijital ortamda üretim ve paylaşım pratiklerine yönelik farkındalık geliştirmesini hedeflediğini düşündürmektedir. Bu bağlamda tablo, programın dijital okuryazarlığı **erişim–iletişim** ikilisi üzerinden somut öğrenme çıktılarıyla operasyonelleştirdiğini ortaya koymaktadır.

Tablo 2. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Okul Öncesi Eğitim Programı'nda Görsel/Veri Okuryazarlığa İlişkin Öğrenme Çıktıları

Tema	Kategori	Kodlar (Öğrenme çıktıları / alt öğrenme çıktıları)
Görsel/veri okuryazarlığı	OB4.1. Görsel materyali anlama ve analiz	OB4.1.SB1: "Görsel materyalleri inceler."
	OB4.2. Görsel materyal ile iletişim	OB4.2.SB1: "Görsel materyallerle ilgili görüşlerini ifade eder."
	OB7.1. Veri içeren görselleri anlama ve yorumlama	OB7.1.SB1: "Veri içeren tablo, grafik, şekil gibi görselleri yorumlar."
	OB7.2. Veri içeren görselleri hazırlama	OB7.2.SB2: "Düzenlenmiş veri içeren tablo, grafik gibi görseller hazırlar."
	TADB.2. Dinlediklerini/izlediklerini ifade etme	TADB.2: "Dinlediklerini/izlediklerini ifade eder." (a: "Bir konu hakkında görüşlerini söyler.")
	TAOB.2. Çıkarım/tahmin yapma	TAOB.2: "Dinlediklerinden/izlediklerinden tahminde bulunur ve çıkarım yapar." (a: "Basit tahminlerde bulunur.")
	MAB.4. Veri ile çalışma ve veriye dayalı karar verme	MAB.11: "Verileri düzenleyebilme" • MAB.12: "Bulgulara ulaşabilme" • MAB.13: "Sonuçları yorumlayabilme"
	FAB.9. Kanıt kullanma	FAB.9: "Problemleri çözmek için elde ettiği verileri görsellerle ifade eder." (a: "Verileri gruplandırır.")
	SAB.18. Coğrafi içerikli tablo/grafik/şekil/diyagram okuma-yorumlama	SAB.18(a): "Gösterilen ve başlığı söylenen tablo, grafik ve şeklin ne ile ilgili olduğunu

Tema	Kategori	Kodlar (Öğrenme çıktıları / alt öğrenme çıktıları)
		söyler.” • SAB.18(b): “Görsellerden hareketle tablo, grafik ve şekilleri yorumlar.”
	SAB.19. Coğrafi içerikli tablo/grafik/şekil/diyagram hazırlama-sunma	SAB.19(a): “Nesne ve görselleri kullanarak tablo, grafik ve şekil oluşturur.” • SAB.19(b): “...oluşturduğu tablo, grafik ve şekli sunar.”

Tablo 2, programın görsel/veri okuryazarlığını okul öncesi düzeyde çok boyutlu ve aşamalı bir yapı olarak ele aldığını göstermektedir. Görsel okuryazarlık, görsel materyali inceleme–anlama (OB4.1) ve görsel üzerinden iletişim kurma/ifade etme (OB4.2) çıktılarıyla temellendirilirken; veri okuryazarlığı, veri içeren temsilleri yorumlama (OB7.1) ve düzenlenmiş veriye dayalı tablo/grafik gibi görseller üretme (OB7.2) düzeyine uzanmaktadır. Türkçe alanındaki dinleme/izleme çıktıları (TADB.2) ile görsel okuma bağlamında tahmin ve çıkarım (TAOB.2) kodlarının aynı tema altında yer alması, programın görsel/veri temsillerini yalnızca “görme” değil, anlam kurma ve yorumlama süreçleriyle ilişkilendirdiğine işaret etmektedir. Matematik (MAB.11–13) ve Fen (FAB.9) kodları, verinin düzenlenmesi–analizi–yorumlanması ve kanıta dayalı açıklama üretimini destekleyerek veri okuryazarlığını bilişsel süreçlerle bütünleştirmektedir. Sosyal alanındaki SAB.18–19 çıktıları ise tablo/grafik/diyagram gibi temsillerin hem okunması-yorumlanması hem de hazırlanıp sunulması yönüyle, görsel/veri okuryazarlığının erken yaşta üretim ve sunum boyutunu da kapsadığını ortaya koymaktadır.

Tablo 3. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Okul Öncesi Eğitim Programı’nda Teknoloji Temelli Öğrenme Ortamlarına İlişkin Öğrenme Çıktıları

Tema	Kategori	Kodlar (Programda geçen ortam/uygulama vurguları)
Teknoloji temelli öğrenme ortamları	Okul içi öğrenme ortamları / öğrenme merkezleri	Öğrenme merkezleri ve ortamlarının “güncel teknolojiler (ör. artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik, yapay zekâ vb.)” ile zenginleştirilmesi vurgusu.
	Okul dışı öğrenme ortamları	Okul dışı öğrenme ortamları kapsamında “bilim ve teknoloji merkezleri” ve “sanal gerçeklik uygulamaları” gibi örneklerin öğrenme yaşantılarıyla ilişkilendirilmesi vurgusu.
	Sınıf dışındaki okul içi/dışı ortamların öğrenme yaşantısına katılması	Becerilerin “sadece sınıf içerisinde” kazandırılmaması; sınıf içinde yer almayan okul içi/okul dışı ortamların da öğrenme yaşantıları içinde yer almasının önemine vurgu.

Tablo 3, Tablo, programın teknoloji entegrasyonunu yalnızca araç kullanımına indirgemeden, öğrenme ortamlarının tasarımı ve zenginleştirilmesi üzerinden ele aldığını göstermektedir. Okul içi öğrenme merkezlerinin artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik ve yapay zekâ gibi güncel teknolojilerle zenginleştirilmesine yapılan vurgu, teknoloji temelli öğrenme ortamlarının pedagojik amaçlarla yapılandırılmasını öne çıkarmaktadır. Bununla birlikte program, teknoloji temelli öğrenmeyi sınıfla sınırlı görmeyerek; bilim ve teknoloji merkezleri ile sanal gerçeklik uygulamalarını okul dışı öğrenme kapsamında konumlandırmakta ve bu ortamların öğrenme yaşantılarıyla ilişkilendirilmesini teşvik etmektedir. Ayrıca becerilerin yalnızca “sınıf içinde” kazandırılmaması gerektiği yönündeki ifade, okul içi/okul dışı farklı bağlamların öğrenme süreçlerine dâhil edilmesini destekleyen bütüncül bir öğrenme ekolojisi yaklaşımına işaret etmektedir.

Tablo 4. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Okul Öncesi Eğitim Programı'nda Güncel Teknolojiyle Zenginleştirilmiş Süreçler ve Değerlendirmeye İlişkin Öğrenme Çıktıları

Tema	Kategori	Kodlar (Programda süreç + değerlendirme vurguları)
Güncel teknolojiyle zenginleştirilmiş süreçler ve değerlendirme	Süreçlerin güncel teknolojiyle zenginleştirilmesi	Öğrenme merkezleri/ortamlarının AR–VR–YZ gibi güncel teknolojilerle zenginleştirilmesi yaklaşımı.
	Okuryazarlık becerilerinin planlara entegre edilmesi	Okuryazarlık öğrenme çıktılarının "tablolar şeklinde verilmediği"; bu nedenle okuryazarlık becerilerinin öğrenme yaşantıları içinde programdaki alan becerileriyle bütünleştirilerek ele alınması gerektiği vurgusu.
	Değerlendirme sürecinde okuryazarlık becerilerinin dikkate alınması	Değerlendirmede "okuryazarlık becerileri dikkate alınarak" kanıt/öğrenme çıktısı üretiminin ele alınması gerektiği ifade ediliyor.
	Öğrenme yaşantılarını destekleyici ilke (okuryazarlık davranışa dönüştürme aracı)	Okuryazarlık becerilerinin "bilgiyi davranışa dönüştürmede kolaylaştırıcı" olduğu ve yaşantılar içinde yer alması gerektiği yaklaşımı.

Tablo 4, programın teknoloji ve okuryazarlık boyutunu süreç tasarımı ve değerlendirme ekseninde ele aldığını göstermektedir. İlk olarak, öğrenme merkezleri ve eğitim ortamlarının AR–VR–YZ gibi güncel teknolojilerle zenginleştirilmesi, teknolojinin pedagojik amaçlarla öğrenme yaşantılarına entegre edilmesine yönelik bir yönelimi yansıtmaktadır. İkinci olarak, okuryazarlık öğrenme çıktılarının "tablolar" şeklinde ayrı bir yapı olarak sunulmaması; buna karşılık okuryazarlık becerilerinin alan becerileriyle bütünleştirilerek öğrenme yaşantıları içinde planlanması gerektiği vurgusu, programın entegrasyon odaklı yaklaşımını güçlendirmektedir. Üçüncü olarak, değerlendirme sürecinde "okuryazarlık becerilerinin dikkate alınması" gerektiğine ilişkin ifade, öğretmenlerin kanıt/ürün toplama ve öğrenme çıktısı üretimini okuryazarlık göstergeleriyle ilişkilendirerek yürütmelerini gerektiren bir ölçme-değerlendirme anlayışına işaret etmektedir. Son olarak, okuryazarlık becerilerinin "bilgiyi davranışa dönüştürmede kolaylaştırıcı" bir işleve sahip olduğunun belirtilmesi, okuryazarlığın programda yalnızca bilişsel bir hedef değil, öğrenmeyi somut performansa taşıyan işlevsel bir aracı ilke olarak konumlandırıldığını düşündürmektedir.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada elde edilen bulgular, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Okul Öncesi Eğitim Programı'nın teknoloji ve dijital okuryazarlığı "araç kullanımı"na indirgemeden; bilgiye erişim, iletişim, görsel/veri temsillerini yorumlama–üretme, okul içi/dışı öğrenme ekolojileri ve değerlendirme ile ilişkilendiren bütüncül bir çerçeve sunduğunu göstermektedir.

Programın dijital okuryazarlığı erişim (dijital bilgiye ulaşma) ve paylaşım/iletişim ekseninde somut öğrenme çıktılarıyla tanımlaması, erken çocuklukta dijital yeterliği "tüketim" değil anlamlı kullanım ve sosyal etkileşim bağlamında ele alma potansiyeli taşımaktadır.

Görsel ve veri okuryazarlığı boyutunda programın; tablo, grafik ve şekil gibi temsillerin yorumlanması ve belirli ölçüde üretilmesi yönünde öğrenme çıktıları içermesi, çağdaş erken çocukluk literatüründeki "veriyle düşünme" yaklaşımıyla uyumludur. Okul öncesinde veri toplama ve analiz becerilerine dönük teknoloji bütünleşik uygulamaların çocukların temel düşünme süreçlerini desteklediğine dair bulgular dikkate alındığında, programdaki bu vurgu önemli bir güçlü yön olarak değerlendirilebilir (Presser, 2022).

Öğrenme ortamları açısından programın; öğrenme merkezlerinin AR/VR/YZ gibi güncel teknolojilerle zenginleştirilmesini ve okul dışı öğrenme ortamları içinde bilim-teknoloji merkezleri ile sanal gerçeklik uygulamalarını açıkça anmasını, ileriye dönük bir vizyon göstergesi olarak okumak mümkündür.

Bu vizyon, OECD'nin yetkinlik temelli çerçevelerinde vurgulanan "dijitalleşme ve yapay zekâ çağında öğrenme ekosistemlerini yeniden düşünme" yaklaşımıyla da örtüşmektedir (Taguma, 2018).

Bununla birlikte bulgular, programın bu kapsamlı çerçevesinin sınıf içi ve okul dışı uygulama örnekleri bakımından görece sınırlı kaldığını; yerel koşullara uyarlamanın önemli ölçüde öğretmen inisiyatifine bırakıldığını düşündürmektedir.

Oysa erken çocuklukta teknoloji kullanımına ilişkin uluslararası ilke metinleri, teknolojinin gelişimsel olarak uygun biçimde seçilmesi, pasif ekran maruziyetinin sınırlandırılması, yetişkin eşliğinde etkileşimli kullanımın güçlendirilmesi ve ekran süresinin halk sağlığı önerileriyle uyumlu yönetilmesi gerektiğini özellikle vurgular (Radich, 2013). Bu nedenle programın "teknolojiyle zenginleştirme" vizyonunun sahada güvenli ve nitelikli biçimde karşılık bulabilmesi için, örnek etkinlik bankaları, plan şablonları, ölçme kanıtı örnekleri/rubrikler ve hizmet içi mesleki gelişim kaynaklarıyla desteklenmesi kritik görünmektedir.

Sonuç olarak bu çalışma, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Okul Öncesi Eğitim Programı'nın teknoloji ve dijital okuryazarlık bileşenlerini tematik olarak görünür kılmış; programın güçlü yönlerini (bütüncül okuryazarlık yaklaşımı, görsel/veri temsillerine vurgu, okul içi/dışı öğrenme ekolojileri) ve geliştirmeye açık yönlerini (uygulama örneklerinin sınırlılığı, öğretmen destek materyali ihtiyacı, sağlıklı ekran kullanımıyla ilişkilendirilmiş somut yönlendirme gereksinimi) ortaya koymuştur. Gelecek araştırmalarda, programın uygulamadaki karşılığını değerlendirmek üzere öğretmen görüşmeleri, sınıf içi gözlem ve örnek uygulama tasarımlarıyla çoklu veri kaynaklarına dayalı çalışmalar yürütülmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Hill, D., Ameenuddin, N., Reid Chassiakos, Y. L., Cross, C., Hutchinson, J., Levine, A., ... & Swanson, W. S. (2016). *Media and young minds. Pediatrics, 138*(5).

Milli Eğitim Bakanlığı. (2024). *Okul öncesi eğitim programı (Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli)*. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı

Presser, A. E. L., Lewis, A. E., & Bargagliotti, A. E. (2022). Exploring preschool data collection and analysis: A pilot intervention to support data practices using a technology-integrated approach. *Education Sciences, 12*(2), 118.

Radich, J. (2013). Technology and interactive media as tools in early childhood programs serving children from birth through age 8. *Every Child, 19*(4), 18-19.

Taguma, M., Feron, E., & Lim, M. H. (2018). *Future of education and skills 2030: Conceptual learning framework.* Organization of Economic Co-operation and Development.

Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. (2022). DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens-With new examples of knowledge, skills and attitudes.

World Health Organization. (2019). Guidelines on physical activity, sedentary behaviour and sleep for children under 5 years of age. World Health Organization.

Scabiosa columbaria subsp. *columbaria* var. *columbaria* L.' NİN YAPRAK VE ÇİÇEĞİNİN ANTİBİYOFİLM ETKİSİ

Uğur KARDİL
Gümüşhane University, Gümüşhane University Vocational School of Health Services, Department of Medical Services and Techniques, 29000, Gümüşhane
ORCID: 0000-0002-1815-5081
Azer ÖZAD DÜZGÜN
Gümüşhane University, Faculty of Health Sciences, Department of Occupational Health and Safety, 29000, Gümüşhane
ORCID: 0000-0002-6301-611X
Zeynep AKAR
Gümüşhane University, Faculty of Health Sciences, Department of Occupational Health and Safety, 29000, Gümüşhane
ORCID: 0000-0001-9262-8070

ÖZET
Antibiyotik direnci, bakterilerde çoklu ilaç direncinin (MDR) giderek yaygınlaşması ve bunun her yıl dünya çapında yüz binlerce insanın yaşamını kaybetmesine yol açması nedeniyle, günümüzde hızla büyüyen ve küresel ölçekte ciddi sonuçlar doğuran bir halk sağlığı sorunu hâline gelmiştir. *Acinetobacter baumannii*, özellikle hastanelerde kullanılan çeşitli tıbbi cihazlarla ilişkili enfeksiyonların önemli bir etkeni olarak öne çıkmakta olup, bu tür enfeksiyonların tamamı bakterinin yüzeylere tutunmasını ve kalıcılığını artıran biyofilm oluşumu ile yakından bağlantılıdır. Biyofilmler, bakterilerin biyotik ya da abiyotik yüzeyler üzerinde organize bir şekilde yerleşerek oluşturduğu ve hücre dışı polimerik maddelerden oluşan koruyucu bir matris içinde yaşamlarını sürdüren mikrobiyal topluluklardır. Yüzyıllar boyunca insanlar, bitkilerin sahip olduğu doğal biyoaktif bileşiklerin iyileştirici etkilerini fark ederek çeşitli sağlık sorunlarını tedavi etmek için bu bitkileri kullanmışlardır. Bu çalışmanın amacı, *Scabiosa columbaria* subsp. *columbaria* var. *columbaria* L. bitki özütünün antibiyofilm potansiyelini nitel ve nicel yöntemlerle incelemek ve değerlendirmektir. Nitel analiz Hava-Sıvı Arayüz Testi ile gerçekleştirilmiş, nicel analiz için kristal viyole boyama kullanılmıştır. *S. columbaria*' nın yaprak ve çiçek kısmının metanol özütünün MİK değeri 2,5 mg/mL olarak gözlenmiş ve antibiyofilm deneyleri özütlerin yarı MİK değeri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. *A. baumannii*' nin güçlü biyofilm etkisi, özütlere maruziyet sonucunda orta düzeyde biyofilm oluşturma yeteneğine dönüşmüştür. Bu iki analizden elde edilen sonuçların birbiriyle uyumlu olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, bu bulgular bitki özütlerinin biyofilm temelli kronik enfeksiyonlarla mücadelede yeni nesil tedavi edici ilaçların geliştirilmesine katkıda bulunabileceğini göstermektedir.
Anahtar Kelimeler: Antibiyofilm, Antimikrobiyal, *S. columbaria*

ANTIBIOFILM EFFECT OF LEAF AND FLOWER OF *Scabiosa columbaria* subsp. *columbaria* var. *columbaria* L.

ABSTRACT
Antibiotic resistance has become a rapidly growing public health problem with serious global consequences due to the increasing prevalence of multidrug resistance (MDR) in bacteria, which is resulting in the loss of life of hundreds of thousands of people worldwide every year. *Acinetobacter baumannii* stands out as an important cause of infections associated with various medical devices used in hospitals, and all such infections are closely linked to biofilm formation, which increases the adherence and persistence of bacteria on surfaces. Biofilms are organized communities of bacteria that settle on biotic or abiotic surfaces and survive within a

protective matrix of extracellular polymeric substances. For centuries, these plants have been used to treat various health problems, and the healing effects of the natural bioactive compounds they possess have been recognized. The objective of the present study was to examine and evaluate the antibiofilm potential of *Scabiosa columbaria* subsp. *columbaria* var. *columbaria* L. plant extract using both qualitative and quantitative methodologies. The qualitative analysis was performed with the Air-Liquid Interface Assay and crystal violet staining utilized for its quantitative. The MIC value of the methanol extract of the leaf and flower part *S. columbaria* of as observed as 2.5 mg/mL and antibiofilm experiments were performed using the half MIC value of the extracts. The strong biofilm effect of *A. baumannii* was converted to a moderate biofilm forming ability as a result of exposure to the extracts. It was observed that the results obtained from these two analyses were compatible with each other. In conclusion, these findings indicate that plant extracts may contribute to the development of new generation therapeutics in combating biofilm-based chronic infections.
Keywords: Antibiofilm, Antimicrobial, *S. columbaria*

1. INTRODUCTION

Antibiotic resistance has emerged as a major global concern due to the growing prevalence of multidrug-resistant bacteria, which lead to hundreds of thousands of deaths each year. *Acinetobacter baumannii (A. baumannii)* is a species in the genus *Acinetobacter* and the family Moraxellaceae, which belongs to the class *Proteobacteria* of the phylum Eubacteria (Gedefie et al. 2021). *A. baumannii* is a Gram-negative, opportunistic, pathogen associated with many hospital epidemics. *A. baumannii* is responsible for a wide range of infections, both those related to medical devices and those affecting hospitalized patients. All of these infections are linked to biofilm formation (Gedefie et al. 2021). Biofilms are populations of bacteria that colonize biotic or abiotic surfaces and reside in an extracellular matrix. They play a significant role in pathogenesis, making it challenging to develop effective treatment options. Therefore, biofilms play a role in many chronic inflammatory diseases and pose serious threats to public health.

For centuries, the healing effects of the natural bioactive compounds found in plants have been recognized, and they have been used to treat a variety of health problems. The evaluation of plant compounds as alternative treatment options is of great importance, particularly in cases of biofilm-related infections. Research has demonstrated that the *S. columbaria* plant possesses a notable antioxidant capacity and is rich in phenolic compounds (Akar 2021). However, its antibiofilm activity has yet to be investigated. This study aims to investigate and evaluate the antibiofilm potential of the methanol extracts from the leaves and flowers of the *S. columbaria* plant using quantitative and qualitative methods.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Preparation of plant extracts

The leaves and flowers of the *S. columbaria* plant were separated and dried. Then, the dried parts were pulverized using a grinder. The extraction process was carried out using methanol for two hours on both the flower and leaf samples. Afterward, the extracts were filtered through 0.45 μm syringe filters to obtain clear solutions. The solvents were then removed from the solutions using a rotary evaporator. Finally, a solution was prepared by adding methanol to reach a 10 mg/mL concentration of the flower and leaf portions.

2.2. Determination of minimum inhibitory concentrations of extracts

The minimum inhibitory concentrations (MICs) of the extracts were determined using the broth microdilution method. The initial concentrations of the extracts were prepared at 10 mg/mL, and the extracts were examined at different concentrations for use in the experiments.

Experiments were performed in triplicate in a 96-well plate. *E. coli Dh5@* was used as a control (Çimen and Düzgün 2020).

2.3. Investigation of antibiofilm properties of extracts

To determine the antibiofilm activity of the extracts, experiments were conducted using half of the determined MIC values. The antibiofilm activity of plant extracts was investigated against antibiotic-resistant clinical isolate of *A. baumannii*, whose biofilm-forming abilities had been previously determined. Experiments were performed in triplicate using 96-well plates, and optical absorbance (A) was measured at 620 nm on a spectrometer. *E. coli* Dh5@ was used as a reference (Çimen and Düzgün 2020).

2.4. Air–liquid interface assay

For the air-liquid interface test, a 1/2 MIC value was used. Coverslips were carefully placed in separate petri dishes, and extracts and prepared bacterial cultures were added. They were incubated at 37°C for 24 hours. After incubation, the coverslips were washed with distilled water, and 0.1% w/v crystal violet solution was added to each coverslip. After incubation for 20 minutes at room temperature, the coverslips were washed three times with distilled water and allowed to dry. Coverslips were examined under a light microscope, and images were captured with a digital camera (Akar et al. 2024).

3. RESULTS AND DISCUSSION

The antibiofilm activity of methanol extracts of leaves and flowers of *S. columbaria* was determined both qualitatively and quantitatively. First, the MIC values of the flower and leaf extracts were investigated against an antibiotic-resistant *E. coli* isolate capable of forming biofilms. Based on the obtained data, the MIC values of the flower and leaf extracts were determined to be 2.5 mg/mL. One-half of the determined MIC value was used in both quantitative and qualitative biofilm assays. Antibiofilm results are shown in Table 1 and Fig. 1.

Table 1. Antibiofilm results of extracts

Strain	**OD**
A.baumannii	0.7094
A.baumannii + Flower extract	0.2053
A.baumannii + Leaf extract	0.1730
E. coli Dh5@	0.0660

The data were evaluated against the results of the control strain, and it was determined that both extracts moderately reduced the biofilm-forming capacity of the *A. baumannii* isolate, which has strong biofilm formation capacity.

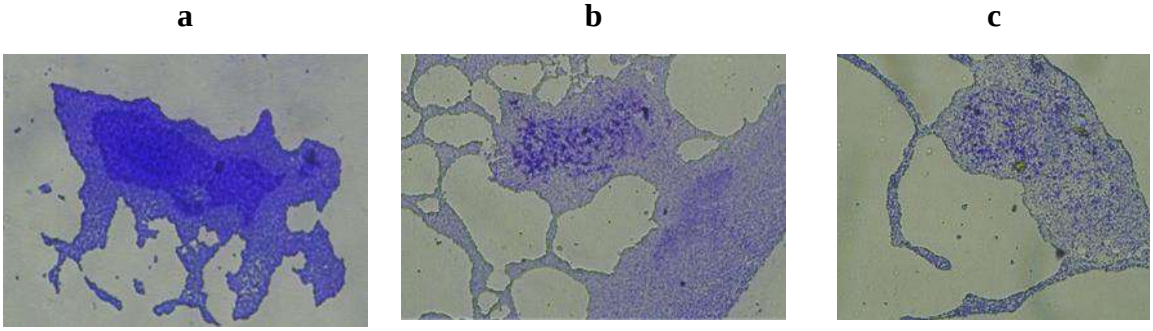


Fig. 1 Qualitative determination of the biofilm formation of the *S. columbaria* flower and leaf extracts by a: *A.baumanii*, b; *A. baumanii* + flower extract, c; *A. baumannii* + leaf extract

In vitro analysis of the antimicrobial, antioxidant, and anti-inflammatory effects of acetone extracts of *Scabiosa columbaria* L. was conducted by Ngobeni in 2025. The extracts were shown to have moderate antimicrobial activity, particularly against *Neisseria gonorrhoeae*, and the study emphasized the support for the therapeutic potential of *S. columbaria* (Ngobeni 2025). In 2021, Akar determined the chemical composition and antioxidant activity of the plant *Scabiosa columbaria* subsp. *columbaria* var. *columbaria*. The study reported that extracts from the plant's leaves and flowers exhibited strong antioxidant activity (Akar 2021). In 2025, the phytochemical components and biological activities of *Scabiosa pseudograminifolia* Hub.-Mor., a distinct endemic species of *Scabiosa* from Türkiye, were investigated, and the methanol extract was reported to exhibit strong antioxidant activity (Öğüt et al. 2025). These studies highlight the importance of the biological activities of *Scabiosa* species. Studies on its phytochemistry and biological activities have highlighted the potential of *S. columbaria* as an herbal medicine. It has also been emphasized that it has direct and indirect effects against microorganisms (Maroyi 2016). This study, combined with the extraction of both aerial and subaerial parts of the species using different solvents, suggests that it may play a role in combating antibiotic-resistant bacteria.

CONCLUSIONS

This study presented the antibiofilm properties of *Scabiosa columbaria* subsp. *columbaria* var. *columbaria* L. plant extract using both qualitative and quantitative methodologies. The results of the qualitative and quantitative analyses were consistent with each other. The extracts were found to reduce the biofilm-forming capacity of the *A. baumannii* isolate, which has a strong biofilm-forming capacity, to a moderate extent. In conclusion, these findings suggest that plant extracts could be used to develop next-generation drugs to combat biofilm-based chronic infections.

REFERENCES

Akar, Z. (2021). Chemical compositions by using LC–MS/MS and GC–MS and antioxidant activities of methanolic extracts from leaf and flower parts of Scabiosa columbaria subsp. columbaria var. columbaria L. Saudi journal of biological sciences, 28(11), 6639-6644.

Akar, Z., Akay, S., Ejder, N., & Özad Düzgün, A. (2024). Determination of the cytotoxicity and antibiofilm potential effect of *Equisetum arvense* silver nanoparticles. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, *196*(2), 909-922.

Çimen, M., & Düzgün, A. Ö. (2021). Antibiotic induced biofilm formation of novel multidrug resistant *Acinetobacter baumannii* ST2121 clone. *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica*, *68*(2), 80-86.

Gedefie, A., Demsis, W., Ashagrie, M., Kassa, Y., Tesfaye, M., Tilahun, M., ... & Sahle, Z. (2021). *Acinetobacter baumannii* biofilm formation and its role in disease pathogenesis: a review. *Infection and drug resistance*, 3711-3719.

Maroyi, A. (2019). Scabiosa columbaria: A review of its medicinal uses, phytochemistry, and biological activities. Asian J. Pharm. Clin. Res, 12(8), 10-14.

Ngobeni, B. (2025). In vitro analysis of antimicrobial, antioxidant, and anti-inflammatory effects of *Scabiosa columbaria* L. acetone extracts. *Pharmacia*, *72*, 1-10.

Öğüt, K., Özek, G., & Özek, T. (2025). Comprehensive Investigation of Phytochemical Constituents and Biological Activities of *Scabiosa pseudograminifolia* Hub.-Mor. *Turkish journal of pharmaceutical sciences*, *22*(2), 104.

12-24 AY ARASI BEBEKLERDE JEST EDİNİMİ

Doç. Dr. Mehmet Akif DUMAN
Necmettin Erbakan University, Social and Humanitarian Sciences, Department of Linguistics, 42090, Meram/KONYA
ORCID ID: 0000-0002-5633-8268

ÖZET
Araştırmalar, bebeklik döneminde jestlerin iletişimde temel bir rol oynadığını ve dil ediniminin erken aşamalarında seslendirmelerden önce geldiğini göstermektedir. Carter'ın (1974, 1979) bulguları, 12–16 ay arasında jestlerin iletişimin zorunlu parçası olduğunu; seslendirmelerin ise ancak fonetik olarak sabitlendiğinde ikinci plana kaydığını ortaya koyar. 12–24 ay arasındaki dönemde jestler, çocuğun başarısız iletişim girişimlerini onarmasını sağlayan destekleyici bir araç hâline gelir. Çalışmalar, sembolik jestlerin ancak çocuk ilgili sözcüğü ya da işareti anlamaya veya üretmeye başladıktan sonra ortaya çıktığını; kelime türlerine ilişkin kısıtlamalardan daha bağımsız kullanıldığını ve jest bilgisinin dilsel bilgiden ayrıştığını göstermektedir. Çocuklar sembolik jestleri özellikle başarısız etkileşimlerde ve genellikle nesne istemek amacıyla kullanırlar.
Kültürler arası gözlemler, işaret etmenin evrensel bir iletişimsel davranış olduğunu göstermektedir. Jest kullanımı ebeveyn jestleriyle desteklenebilir ve ebeveyn eğitim düzeyiyle ilişkili bulunmuştur. Bir yaş civarında bebekler yetişkinin dikkat yönelimini takip eder; 14. ay civarında ortak dikkat çerçevesinde işaret etmeyi anlarlar.
13 aylık bebekler, jest ve kelimeyi birleştirerek referans belirleyebilir. 18. ay civarında bebekler işaret etmeyi kelime öğreniminde aktif olarak kullanır, yanlış iletişim durumlarında jestleri ve işaretleri onarır ve iletişimsel niyet taşıdıklarını gösterir. 1–2 yaş arasında jestler, iletişim niyetinin ana taşıyıcısı olmaktan tamamlayıcı bir role geçer; jest–konuşma kombinasyonları çocuklar tarafından anlaşılır.
Netice itibarıyla erken jest kullanımı, dil gelişimiyle güçlü şekilde ilişkilidir. Bu bulgular, jestlerin erken dil ediniminde hem bilişsel hem sosyal temelli bir köprü görevi gördüğünü kanıtlamaktadır.
Anahtar Kelimeler: dil edinimi, jestler, işaret etme davranışı

GESTURE ACQUISITION IN 12–24-MONTH-OLD BABIES

ABSTRACT
Research shows that gestures play a foundational role in early communication and precede vocalizations in the initial stages of language acquisition. Findings by Carter (1974, 1979) indicate that between 12 and 16 months, gestures constitute the obligatory component of communication, whereas vocalizations become optional additions until they stabilize phonologically. Between 12 and 24 months, gestures function as supportive tools that help children repair failed communicative exchanges. Studies demonstrate that symbolic gestures emerge only after children can comprehend or produce the corresponding spoken word or sign; moreover, they are used across word-type boundaries, suggesting that gestural knowledge is partially independent of linguistic knowledge. Children primarily use symbolic gestures during failed interactions and mainly for requesting objects.
Cross-cultural research shows that pointing is a universal communicative behavior. Gesture use can be enhanced by parental gesturing and varies with parental education level. Around one year of age, infants track adults' attentional orientation, and by 14 months, they understand pointing within joint attention frames.

At 13 months, infants can combine gesture and word to determine reference. By around 18 months, they use pointing actively in word learning and repair miscommunications through repeated or elaborated gestures, demonstrating communicative intent. Between ages 1 and 2, gestures shift from being the primary carriers of communicative intent to more complementary functions; children also understand gesture–speech combinations. Early symbolic gesture use strongly correlates with later language skills. Overall, these findings show that gestures serve as a cognitive and social bridge in early language acquisition.
Keywords: language acquisition, gestures, pointing

10. Giriş

İşaret etme davranışı, insan iletişiminin en erken ortaya çıkan ve en evrensel jest biçimlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Bu davranışın yalnızca Batı toplumlarına özgü bir iletişim biçimi olmadığı, çok farklı kültürlerde yaşayan bebeklerde ve küçük çocuklarda da benzer biçimlerde ortaya çıktığı çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir (Liszkowski ve ark., 2012). Bu bulgu, işaret etmenin çevresel ya da kültürel öğrenmenin ötesinde, insan türüne özgü biyolojik bir eğilim olarak geliştiği fikrini desteklemektedir.

11. 1.İletişimin Temel Taşıyıcıları

Carter (1974, 1979), erken iletişim gelişimini ayrıntılı biçimde incelediği çalışmasında, ele aldığı çocuğun 12 ile 16 ay arasındaki iletişim davranışlarında belirgin bir değişim gözlemler. Bu dönemin başlangıcında jestler, çocuğun iletişim kurma girişimlerinin *zorunlu ve merkezi bileşeni* olarak işlev görmektedir yani çocuk bir niyetini iletmek istediğinde önce jestlere başvurur, seslendirmeler ise bu jestlerin yanına *isteğe bağlı*, anlamı zorunlu olarak belirlemeyen eklemeler şeklinde eşlik eder. Başka bir ifadeyle, jestler iletişimin temel taşıyıcıları iken vokal üretimler henüz istikrarlı bir biçim kazanmamış, tamamlayıcı bir rol üstlenmiştir.

Ancak Carter'ın gözlemleri, bu durumun zamanla önemli bir dönüşüm geçirdiğini göstermektedir. Çocuğun seslendirmeleri fonetik açıdan daha tutarlı hâle geldikçe (yani üretimlerinin ses yapısı sabitlenmeye, belirli hece şablonları yinelenmeye ve vokalizasyonlar daha ayrışabilir bir niteliğe bürünmeye başladıkça) seslendirmeler giderek iletişimin daha baskın ve daha işlevsel bileşeni hâline gelmiştir. Bu aşamada jestlerin rolü azalmakta, daha önce temel iletişim mekanizması olarak kullanılan jestler artık *isteğe bağlı*, tamamlayıcı ya da bağlamı destekleyici bir işlev üstlenmektedir. Böylece iletişimdeki ağırlık jestten sese doğru kayar.

Carter'ın bulguları, jestten söze geçişin ani bir sıçrama değil, zamana yayılan ve iki sistemin bir süre eşzamanlı olarak işlediği bir yeniden yapılanma süreci olduğunu göstermesi bakımından önemlidir. Bu süreç, erken iletişimin çok-modalli doğasını ve jestlerin, seslilik gelişmeden önce, çocuğun anlam iletmek için dayandığı temel araçlardan biri olduğunu açık biçimde ortaya koymaktadır.

12. 2.Destekleyici ve Tamamlayıcı İşlev

Çocukların daha sonraki jest kullanımları (özellikle 12 ile 24 ay arasındaki dönem) iletişimsel gelişimde önemli bir *destekleyici ve tamamlayıcı işlev* üstlenir. Bu jestler, çoğu zaman çocuğun henüz tam olarak ustalaşmadığı birincil dilsel sisteminin (konuşulan ya da işaret edilen dil) tek başına iletemediği anlamları güçlendirmek, netleştirmek veya bir iletişim başarısızlığını telafi etmek amacıyla kullanılır. Başka bir ifadeyle, erken dönemde jestler yalnızca bağımsız iletişim araçları değildir; aynı zamanda çocuğun dilsel biçimlerinin eksik olduğu noktalarda devreye giren bir tür *tamamlama mekanizması* işlevi görür. Bu iddia, gelişimsel araştırmalardan elde edilen çeşitli bulgularla desteklenmektedir. (1) İlk olarak, hem işiten hem de işitme engelli çocuklarda görülen sembolik jestlerin (yani boş elle yapılan ve bir nesneyi temsil eden jestlerin) ancak çocuklar ilgili birincil dilsel biçimi (kelime ya da işaret) anladıktan veya üretmeye başladıktan sonra ortaya çıktığı görülmüştür. Bu gelişimsel sıranın tersine, yani çocuğun sembolik jesti kelimeden önce üretmesi durumuna ilişkin hiçbir bulgu bulunmamaktadır. Bu

önemli gözlem, sembolik jestlerin dilin öncüsü değil, *dilin anlamını pekiştiren ikincil bir araç* olduğunu göstermektedir. Çocuğun bilişsel sistemi, önce kavramı dilsel biçimle ilişkilendirmekte; jest ise bu biçimi desteklemek üzere daha sonra repertuara eklenmektedir. (2) İkinci olarak, küçük çocukların yaklaşık 11. aydan itibaren ürettikleri ilk sözcüksel biçimlerin oldukça kısıtlı olduğu bilinmektedir. Çocuklar bu dönemde yalnızca belirli türde kelimeleri üretirler: çoğunlukla nesne adları, bazı eylem sözcükleri veya temel özellik bildiren kelimeler. Bu, erken sözcük dağarcığının kategorik olarak dar olduğunu gösteren geniş bir literatürle desteklenmiştir (Carey, 1982; Markman, 1989; Petitto, 1988). Ancak aynı dönemde çocukların sembolik jestleri, bu kısıtlı sözcük türleriyle sınırlı kalmaz; jestler, farklı kelime türleri arasında daha geniş bir kavramsal alanı kapsayacak biçimde kullanılır. Bir çocuk, örneğin bir nesneyi temsil eden sembolik jesti hem bir şeyi talep etmek, hem sergilemek, hem de oyun bağlamında yeniden canlandırmak için kullanabilir. Bu durum, jestlerin bilişsel temsili ile kelime öğrenimi için devreye giren dilsel-kavramsal kısıtlamaların birbirinden farklı işlediğini göstermektedir. Böylece jestler, çocuğun erken kavramsal alanı hakkında kelimelerden daha zengin bilgi sunar. (3) Üçüncü olarak, çocukların sembolik jestlerini çoğunlukla birincil dil sistemlerine yardımcı olmak amacıyla kullandıkları görülmektedir. Bu jestler, özellikle bir yetişkin-çocuk etkileşiminde iletişim başarısız olduğunda devreye girer. Yani çocuk bir kelimeyi doğru üretemediğinde veya yetişkin onu anlamadığında sembolik jesti bir açıklama veya güçlendirme aracı olarak kullanır. Üstelik bu jestler neredeyse her zaman *bir nesne talep etmek,* yani bir istek veya gereksinimi karşı tarafa iletmek için kullanılır; çok daha nadiren bir nesneyi tanımlama ya da adlandırma amacı taşırlar. Genel olarak bu bulgular, çocukların jestleri dilsel biçimlerin yerine değil, onların *yanına*, onları desteklemek üzere geliştirdiklerini ortaya koymaktadır. Jestler, özellikle iletişimsel belirsizlik anlarında bir köprü görevi görerek çocuğun niyetini karşı tarafa daha net aktarabilmesini sağlar.

13. 3.İşaret Etme ve İsimlendirme Bağıntısı

Bir kelimeyi doğru biçimde öğrenebilmek için, kelime öğrenen çocuğun konuşmacının *hem sözel üretimine hem de jestsel işaretine* dikkat etmesi gerekir. Kelime ile jest arasında kurulan bu bağ, referansın (yani kelimenin hangi nesne ya da olguya atıfta bulunduğunun) doğru biçimde belirlenmesi için temel bir önkoşuldur. Bu süreç iki aşamalıdır: (1) çocuk hem işaret etme hareketine hem de söylenen kelimeye yönelerek her iki bilgi kaynağını da algısal olarak işlemeli, ardından (2) bu iki girdiyi tutarlı bir bilişsel yorum içinde bütünleştirmelidir. Çocuk, işaret edilen nesnenin aynı zamanda adlandırılan nesne olduğunu kavradığında, kelimenin referansını doğru biçimde çözümler.

Araştırmalar, bu çok-modalli eşleştirme kapasitesinin şaşırtıcı derecede erken bir dönemde ortaya çıktığını göstermektedir. Gliga ve Csibra'nın (2009) bulguları, 13 aylık kadar küçük bebeklerin bile işaret etme ve adlandırma davranışlarını *eş anlamlı, birbirini tamamlayan sinyaller* olarak yorumladıklarını ortaya koymaktadır. Bebekler, bir yetişkin bir nesneye işaret edip farklı bir nesnenin adını söylediğinde ya da jest ile sözel adlandırma birbiriyle uyumsuz olduğunda, sahnedeki tüm nesneleri sistematik bir şekilde taramaya başlarlar. Bu kapsamlı tarama davranışı, bebeklerin "bir kelime, konuşmacının işaret ettiği şeyi ifade eder" varsayımına sahip olduklarını göstermektedir.

Erken ortaya çıkan bu eğilim, bebeklerin yalnızca kelimelere tepki veren pasif alıcılar olmadığını; aksine, sözlü ve sözsüz ipuçlarını aktif olarak birleştirerek referans belirleme sürecine katıldıklarını ortaya koymaktadır. Böylece işaret etme, dil öğreniminin yalnızca yardımcı bir öğesi değil, kelimenin anlamını çözümlemek için kritik bir bilişsel çapa görevi görür.

14. 4.Bakış Referansı

Bebekler, kelime öğrenirken işaret etme davranışını kullanmaya, yaklaşık 18 aylık olduklarında (yani yetişkinin bakış yönünü takip etmeye ve bunu güvenilir bir referans ipucu olarak değerlendirmeye başladıkları dönemde) daha sistematik biçimde başvururlar. Bu aşamada

çocuklar, konuşmacının nereye baktığını, hangi nesneyle ilgilendiğini ve dikkat odağını nasıl yönlendirdiğini bir tür *niyet göstergesi* olarak yorumlamaya başlar. Dolayısıyla bakışı izleme becerisi kelime öğrenimi için önemli bir dönüm noktasıdır. Ancak araştırmalar, işaret etmenin kelime öğreniminde bakıştan bile *daha güçlü ve daha belirleyici* bir sinyal olduğunu ortaya koymaktadır. Booth, McGregor ve Rohlfing'in (2008) çalışmaları, yetişkin bir konuşmacı yeni bir nesneyi adlandırırken aynı zamanda o nesneye işaret ettiğinde, çocukların kelimeyi öğrenme olasılıklarının yalnızca nesneye bakmaları sağlandığında olduğundan belirgin biçimde daha yüksek olduğunu göstermiştir. İşaret etme, çocuğa yalnızca görsel bir odak sunmakla kalmaz; aynı zamanda "bu nesne adlandırılıyor" şeklinde açık ve yönlendirici bir referans çerçevesi sağlar. Bu durum, bebeklerin kelime öğreniminde farklı türde sosyal ipuçlarını bütünleştirme becerisinin zaman içinde geliştiğini göstermektedir. Başlangıçta bakış yönü, çocuğun referansı çözümlemesi için önemli bir araç haline gelir; ancak işaret etme, hem daha belirgin hem de daha az yorum gerektiren bir sinyal olduğu için, çocuğun bir kelimeyi doğru nesneyle eşleştirme sürecini daha güçlü bir şekilde destekler. Böylece işaret etme, erken sözsüz iletişimin ötesine geçerek, *kelime öğreniminin hızını ve doğruluğunu artıran bilişsel bir katalizör* işlevi görür.

15. 5.Karşılıklı Dikkat Oluşturma Tavrı

İlk doğum günlerinden hemen sonraki dönemde bebekler, jest üretimlerini yalnızca motor bir davranış olarak gerçekleştirmekle kalmaz; aynı zamanda jestlerinin iletişimsel etkisini artırmak için yetişkinin dikkat durumunu *aktif biçimde izlemeye* başlarlar. Franco ve Butterworth'un (1996) bulguları, bebeklerin bir jest üretmeden önce yetişkinin dikkatinin kendilerinde olduğundan emin olduklarını ve jesti yaptıktan sonra yetişkinin bu işaret etme hareketini doğru biçimde takip edip etmediğini tekrar kontrol ettiklerini göstermektedir. Bu durum, bebeklerin jest üretimini yalnızca rastlantısal bir tepki olarak değil, karşılıklı dikkat oluşturmayı hedefleyen amaca yönelik bir iletişim aracı olarak kullandıklarını ortaya koyar. Başka bir ifadeyle, bebekler bu aşamada jestlerini *görülmesini* ve *anlaşılmasını* sağlayacak şekilde düzenlemeye başlamışlardır.

Bununla birlikte, bu erken jest kullanımında bebeklerin dinleyicilerinin ne tür bilgiye sahip olduklarını ya da hangi bilgiyi bilmediklerini dikkate aldıklarına dair bir kanıt bulunmamaktadır. Yani bebekler jestlerinin görülüp görülmediğini takip edebiliyor olsalar da, jesti ürettikleri kişinin zihinsel durumunu, bilgi düzeyini veya önceki deneyimlerini henüz hesaba katmazlar. O'Neill'in (1996) çalışması bu noktada kritik bir dönüm noktasını işaret eder: Çocukların jestlerini, annelerinin bir saklanma olayına tanık olup olmadıklarına göre farklı biçimde uyarlamaya başlamaları ancak 2 yaş civarında ortaya çıkmaktadır. Bu bulgu, bebeklerin 18–24 ay arasında iletişimsel niyetlerini iletmek için jestler kullandığını, ancak dinleyicinin zihinsel durumunu değerlendirme (yani başkalarının bilgisine dayalı jestsel uyarlama) becerisinin daha geç geliştiğini göstermektedir.

Erken dönemde işaret etme davranışının önemli bir sınırlılığı da, bu jestlerin yalnızca referansın veya referansın konumunun *doğrudan algısal olarak mevcut* olduğu durumlarda kullanılabilir olmasıdır. Çocuk, işaret ettiği nesnenin ortamda görülür olması gerektiğinden, işaret etme hareketi henüz soyut bilgi iletimi veya uzamsal bağlamdan bağımsız referans aktarımı gibi daha gelişmiş iletişimsel işlevleri karşılamaz. Bu nedenle erken işaret etme, güçlü bir sosyal-görsel yönlendirme aracı olsa da, bilişsel olarak hâlâ bağlama sıkı sıkıya bağlıdır.

16. 6.Ebeveyn Faktörü

Jest kullanımının ortaya çıkışı ve gelişimi tamamen kendiliğinden gerçekleşen bir süreç değildir; ebeveyn davranışları bu süreçte önemli bir rol oynar. Araştırmalar, ebeveynlerin bebekleriyle iletişim kurarken jest kullanımlarını artırmalarının, çocukların kendi jest repertuvarlarının zenginleşmesini ve jestlerin daha işlevsel biçimde kullanılmasını desteklediğini göstermektedir (Zammit & Schafer, 2011). Yani çocuklar yalnızca spontane bir jest üretimi sergilemekle kalmaz; aynı zamanda ebeveynlerin sunduğu çok-modalli iletişim örneklerinden öğrenerek jest kullanımını çeşitlendirir ve sistematikleştirirler. Buna ek olarak,

ebeveynlerin sosyoekonomik durumu ve özellikle eğitim düzeyinin jest kullanım sıklığını etkilediği tespit edilmiştir. Callaghan ve ark. (2011), ebeveynlerin eğitim düzeyi arttıkça çocukların hem jestsel hem de sözel iletişim davranışlarının daha sık gözlemlendiğini belirtmektedir. Bu durum, erken sosyal etkileşimdeki farklılıkların jest gelişiminin hızını ve kapsamını şekillendirebileceğini göstermektedir.

Gelişimsel olarak, bebekler bir yaşına varmadan önce bile yetişkinin dikkatini izleyebildiklerine ilişkin güçlü işaretler vermektedir. Çalışmalar, bu dönemde çocukların yetişkine ve yetişkinin ilgi nesnesine dönüşümlü olarak baktıklarını ve böylece yetişkinin dikkat yönündeki değişiklikleri anladıklarını ortaya koymuştur. Bu davranış, *ortak dikkat* becerisinin ilk işaretlerinden biri olarak değerlendirilir. Ortak dikkat, çocuğun bir nesne ya da olayla ilgili dikkatini bir başkasıyla paylaşma kapasitesini ifade eder ve dil edinimi için kritik bir bilişsel önkoşuldur. Yaklaşık 14. aydan itibaren çocukların işaret etme hareketlerini yalnızca isteme amacıyla değil, aynı zamanda ortak dikkat bağlamında anlama ve uygun şekilde yorumlama yeteneği kazandıkları görülmektedir (Tomasello ve ark., 2007). Bu aşamada çocuk, bir yetişkinin işaretini yalnızca bir davranış olarak değil, belirli bir niyete işaret eden sosyal-bilişsel bir edim olarak yorumlamaya başlar. Moll ve Tomasello (2007), bu yeteneği insan yavrularının doğuştan sahip olduğu *ortak niyetlilik* kapasitesine bağlar. Araştırmacılara göre bebekler, sosyal etkileşimde yer alan diğer bireylerle amaç, dikkat ve niyet paylaşımına biyolojik olarak adapte olacak şekilde evrimleşmişlerdir. Bu nedenle işaret etme hareketinin ortaya çıkışı ve gelişimi, yalnızca iletişimsel bir beceri değil, insan sosyal-bilişsel yapısının temel bir göstergesi olarak değerlendirilmelidir.

17. Sonuç

12–24 ay arasındaki dönem, bebeklerde jest kullanımının hem çeşitlendiği hem de dilsel gelişimle daha sıkı biçimde bütünleştiği kritik bir aşamayı temsil etmektedir. Araştırmalar, jestlerin iletişimsel gelişimde yalnızca erken ortaya çıkan geçici bir araç olmadığını; aksine, bebeklerin sosyal bilişsel kapasitelerini, referans belirleme becerilerini ve kelime edinim süreçlerini doğrudan şekillendiren temel bir mekanizma olduğunu ortaya koymaktadır. Bu dönemde jestler, ilk başlarda iletişimin zorunlu taşıyıcıları olarak işlev görürken, seslendirmelerin fonetik olarak olgunlaşmasıyla birlikte giderek tamamlayıcı ve destekleyici bir role evrilmektedir.

Sembolik jestlerin yalnızca çocuk ilgili kelimeyi veya işareti anlamaya başladıktan sonra ortaya çıkması, jest bilgisinin dilsel bilişten tamamen bağımsız olmadığını, fakat ondan önce gelen bir *ikame dil sistemi* değil, daha çok dilsel temsilleri destekleyen bir araç olduğunu göstermektedir. Bebeklerin sembolik jestleri çoğunlukla iletişimsel başarısızlıkları telafi etmek için kullanması, jest-söz ilişkisinin işlevsel niteliğini ve jestlerin özellikle niyetin netleştirilmesinde oynadığı önemli rolü vurgular.

Bu dönemde işaret etme davranışının hem referans çözümlemesinde hem de kelime öğreniminde kritik bir araç olduğu görülmektedir. Bebeklerin 13. ay civarında işaret etme ile adlandırmayı birleştirerek nesnenin referansını belirleyebilmesi, jest-sözel ipuçlarının entegrasyonunun beklenenden erken geliştiğini göstermektedir. 18. aya doğru bakış izleme becerisinin güçlenmesiyle birlikte bebekler kelime öğrenirken işaret etmeden daha etkin biçimde yararlanmaya başlamakta ve yetişkin yeni bir nesneyi adlandırırken işaret ettiğinde öğrenme hızları belirgin biçimde artmaktadır.

Birinci yılın sonunda ortaya çıkan karşılıklı dikkat hassasiyeti, jest üretiminin sosyal etkileşimsel niteliğini pekiştirir. Ancak bebeklerin jestlerini dinleyicinin bilgi durumuna göre uyarlama becerisinin ancak 2 yaş civarında gelişmesi, jest kullanımının bilişsel değil, öncelikle sosyal-iletişimsel bir yeti olarak yapılandığını göstermektedir. Bu bulgu, erken işaret etmenin algısal olarak mevcut referanslara bağlı, bağlam temelli ve somut iletişim biçimlerine dayanmasını açıklar.

18. Kaynakça

Booth, A. E., McGregor, K. K., & Rohlfing, K. J. (2008). Socio-pragmatics and attention: Contributions to gesturally guided word learning in toddlers. *Language Learning and Development, 4*, 179-202.

Callaghan, T., Moll, H., Rakoczy, H., Warneken, F., Liszkowski, U., Behne, T., & Tomasello, M. (2011). *Early social cognition in three cultural contexts*. Wiley-Blackwell.

Carey, S. (1982). Semantic development: The state of the art. In E. Wanner & L. Gleitman (Eds.), *Language acquisition: The state of the art* (pp. 347-389). Cambridge: Cambridge University Press.

Carter, A. L. (1974). *The development of communication in the sensorimotor period: A case study* (Unpublished doctoral dissertation). University of California.

Carter, A. L. (1979). Prespeech meaning relations: An outline of one infant's sensorimotor morpheme development. In P. Fletcher & M. Garman (Eds.), *Language acquisition* (1st ed.). Cambridge, England: Cambridge University Press.

Franco, F., & Butterworth, G. (1996). Pointing and social awareness: Declaring and requesting in the second year. *Journal of Child Language, 23,* 307-336.

Gliga, T., & Csibra, G. (2009). One-year-old infants appreciate the referential nature of deictic gestures and words. *Psychological Science, 20*, 347-353.

Liszkowski, U., Brown, P., Callaghan, T., Takada, A., & de Vos, C. (2012). A prelinguistic gestural universal of human communication. *Cognitive Science, 36*, 698–713.

Markman, E. (1989). *Categorization and naming in children: Problems of induction*. MIT Press/Bradford Books.

Moll, H., & Tomasello, M. (2007). Cooperation and human cognition: The Vygotskian intelligence hypothesis. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 639–648.

O'Neill, D. K. (1996). Two-year-old children's sensitivity to a parent's knowledge state when making requests. *Child Development, 67,* 659-677.

Petitto, L. A. (1988). 'Language' in the prelinguistic child. In F. Kessel (Ed.), *Development of language and language researchers: Essays in honor of Roger Brown* (pp. 187-221). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Tomasello, M., Carpenter, M., & Liszkowski, U. (2007). A new look at infant pointing. *Child Development, 78*, 705–722.

Zammit, M., & Schafer, G. (2011). Maternal label and gesture use affects acquisition of specific object names. *Journal of Child Language, 38*, 201–221.

İŞİTME ENGELLİ BEBEKLERDE JEST EDİNİMİ

Doç. Dr. Mehmet Akif DUMAN
Necmettin Erbakan University, Social and Humanitarian Sciences, Department of Linguistics, 42090, Meram/KONYA
ORCID ID: 0000-0002-5633-8268

ÖZET
İşitme engelli bebeklerde dil edinimi, insanın doğuştan getirdiği dilsel kapasitenin işaret temelli iletişimi nasıl şekillendirdiğini göstermesi bakımından önemli bir araştırma alanıdır. Görme engelli çocukların bile doğal olarak jest kullanması, jestin insan iletişimindeki temel rolünü ortaya koyar. İşaret dillerinin sağır çocuklar tarafından işiten çocukların konuşulan dili edinmesiyle aynı zaman çizelgesinde öğrenilmesi, dilsel yeterliğin modlar üstü doğasını destekler. Araştırmalar, işitme engelli bebeklerin erken dönemde işaret dilini jestlerden ayırt edebildiğini ve jestlerin yapısal beklentilerini karşılamadığını göstermiştir. Bu durum, dil ediniminin yalnızca genel bilişsel süreçlerle değil, dil-spesifik mekanizmalarla da yönlendirildiğini düşündürür.
Goldin-Meadow'un "home-sign" çalışmaları, geleneksel bir işaret diline maruz kalmayan sağır çocukların, ebeveynlerinin sınırlı jestlerinden kendi iletişim sistemlerini oluşturduklarını ortaya koymuştur. Bu sistemler; tutarlı kelime sırası, jestlerin cümle benzeri kombinasyonları, ilkel morfolojik örüntüler ve yineleme gibi doğal dillere özgü özellikler taşır. Üstelik farklı kültürlerden gelen çocukların geliştirdiği *home-sign* sistemlerinin birbirine benzemesi, bu yapıların çevresel girdiden çok içsel dilsel eğilimlerle ortaya çıktığını düşündürür.
Sağır çocukların hem doğal jestlerle hem de işaret dilinin sembolik işaretleriyle erken dönemde farklı kategoriler oluşturduğu da gösterilmiştir. İşaret diline maruz kalan bebeklerin "elle gevezelik" üretmeleri, konuşan bebeklerin sesli gevezeliğine paraleldir ve hecesel bir örgütlenme gösterir. Ayrıca, bildirimsel işaret etmenin insan bebeklerinde erken ortaya çıkması, sosyal bilişsel gelişimin kritik bir göstergesidir; bu becerinin eksikliği otizm tanısında önemli bir kriterdir. Tüm bu bulgular, insan dil kapasitesinin jestsel ya da işitsel fark etmeksizin doğal olarak yapı aranışı ve sembolik örgütlenme ürettiğini göstermektedir.
Anahtar Kelimeler: dil edinimi, işaret dili, jestler, işitme engellilik

GESTURE ACQUISITION IN DEAF INFANTS

ABSTRACT
Language acquisition in deaf infants is a crucial field for understanding how humans' innate linguistic capacity shapes sign-based communication. Even blind children naturally use gestures, demonstrating the fundamental role of gesture in human interaction. The fact that deaf children acquire sign languages on the same developmental timeline as hearing children acquire spoken languages supports the cross-modal robustness of linguistic competence. Research shows that deaf infants can distinguish sign language from gestures early on and that gestures do not meet infants' structural expectations. This suggests that language acquisition is guided not only by general cognition but also by language-specific mechanisms.
Goldin-Meadow's *home-sign studies* reveal that deaf children with no exposure to conventional sign language construct their own communication systems from their parents' limited gestures. These systems display hallmark linguistic features such as consistent word order, sentence-like gesture combinations, rudimentary morphology, and recursion. Moreover, home-sign systems created by children from different cultures resemble each other, implying that their structure emerges from internal linguistic predispositions rather than environmental input.

Research also shows that deaf children differentiate between natural gestures and symbolic signs of sign languages from an early age. Deaf infants exposed to sign language produce “manual babbling,” which parallels hearing infants’ vocal babbling and exhibits syllabic organization. Additionally, the emergence of declarative pointing in human infants (used not for requesting but for sharing attention) highlights a uniquely human socio-cognitive motivation. Its absence is a key diagnostic criterion for autism.
Together, these findings demonstrate that human linguistic capacity naturally seeks structure and generates symbolic organization, regardless of whether the modality is auditory or visual-manual.
Keywords: language acquisition, sign language, gestures, deafness

19. Giriş

Jestlerin temel bir iletişim aracı olarak taşıdığı önem ve şaşırtıcı derecede yüksek dayanıklılığa sahip olmaları, yalnızca sağlıklı gelişim gösteren çocuklarda değil, aynı zamanda çok küçük yaşlardaki görme engelli çocuklarda bile iletişim kurarken jest kullanımının gözlemlenmesiyle açıkça ortaya konmaktadır. Bu bulgu, jestlerin yalnızca görsel girdilere dayanan öğrenilmiş bir davranış olmadığını, insan iletişiminin doğuştan gelen, evrensel ve güçlü bir bileşeni olduğunu göstermektedir (Iverson ve Goldin-Meadow, 1998). Jest, çocukluk boyunca ve hatta yetişkinlikte insan iletişiminin temel bir unsuru olmaya devam etmektedir (McNeill, 1992). Bu perspektiften bakıldığında, tamamen dilbilgisel yapılara sahip işaret dillerinin varlığı ve bu dillerin sağır çocuklar tarafından doğal bir biçimde, herhangi bir özel yönlendirme gerekmeksizin kolayca edinilmesi şaşırtıcı değildir. Özellikle erken dil edinimi bağlamında, işaret dili öğrenen sağır çocukların, işitme yetisine sahip akranlarının vokal bir dili edinirken izlediği genel gelişimsel zaman çizelgesine büyük ölçüde paralel bir ilerleme göstermesi son derece dikkat çekicidir. Bu durum, insanın doğuştan getirdiği dilsel kapasitenin yalnızca sesli dile özgü olmadığını; aksine, sembolik temsil, sözdizimsel örgütlenme ve iletişimsel niyet gibi temel boyutlarının modaliteden bağımsız bir dayanıklılığa sahip olduğunu göstermektedir.

Sağır ve işiten çocukların dil gelişimi üzerine yapılan klasik çalışmalar, her iki grubun da yaşamın ilk yılı içerisinde benzer türde jestler ürettiklerini göstermektedir (Bates, Camaioni & Volterra, 1975). Ancak bu jestlerin sınıflandırılması, çocuğun işitme durumuna bağlı olarak değişmektedir: Aynı jestler sağır çocuklar tarafından üretildiğinde genellikle *işaret* olarak tanımlanırken, işiten çocuklar tarafından üretildiğinde *jest* kategorisine yerleştirilir. Bu ayrım, jest ve işaret arasında net bir sınır çizmenin her zaman kolay olmadığını ve değerlendirme ölçütlerinin bağlama göre değişebileceğini göstermektedir.

20. 1.Sembolik Dil

Volterra ve Iverson (1995), hem konuşulan dilde hem de jestsel/işaretleyici sistemlerde kullanılan öğelerin ne zaman sembolik ve ne zaman gerçekten dilsel sayılabileceğini belirlemek üzere bir dizi kriter önermiştir. Araştırmacılara göre, bir öğenin *sembolik* kabul edilebilmesi için üç temel özelliğe sahip olması gerekir:

(1) Yakında bulunmayan bir nesne veya olaya gönderme yapabilmesi:
Yani jest ya da kelime, yalnızca mevcut fiziki uyarıcılara bağlı olmadan, zihinsel bir temsile işaret etmelidir.

(2) Farklı bağlamlarda, aynı referansa gönderme yapmak üzere çeşitli iletişimsel amaçlarla kullanılabilmesi: Örneğin çocuk aynı işareti hem isteme, hem gösterme, hem yorumlama amacıyla kullanabiliyorsa, bu ifade sembolik nitelik kazanır.

(3) Tekil bir örneğe değil, referansların bir sınıfına atıfta bulunması:
Bir jest yalnızca tek bir nesneyi değil, o nesnenin ait olduğu genel kategoriyi temsil ediyorsa sembolik statüye yaklaşır. Örneğin yalnızca “anneannesinin kedisi” değil, genel olarak “kedi” kavramı için kullanılabilmesi gibi.

Volterra ve Iverson, bu unsurlar aynı modalitede bir araya gelip düzenli bir biçim kazandığında (yani çocuk sözdizimine özgü ilk yapılaşmaları göstermeye başladığında) bu sembolik

unsurlara *dilbilimsel* statünün verilmesi gerektiğini savunur. Başka bir ifadeyle, sembolik ifade sözdizimsel örgütlenmeyle birleştiğinde artık bir dil ögesine dönüşmüş olur. Bununla birlikte, bu üç kriterden özellikle birincisi konuşulan dil edinimi araştırmalarında yaygın olarak uygulanmaz. Bunun nedeni, erken dönem çocuk iletişiminin çoğunlukla "burada ve şimdi" ile sınırlı olmasıdır; bebeklerin soyut veya uzaktaki nesnelere gönderme yapması nadirdir. İkinci ve üçüncü kriterlerin uygulanması da pratikte güçlük yaratır; çünkü tek bir zaman noktasında çocuğun sembolik ifadeyi çok çeşitli bağlamlarda ya da gündelik kullanımda genelleme yaparak kullandığını gösterecek yeterli veri elde etmek her zaman mümkün değildir. Bu zorluklar, sembolik jestlerle erken işaretlerin nasıl sınıflandırılması gerektiği konusunda araştırmacıların neden dikkatli hareket etmek zorunda olduklarını ve erken dil gelişiminin hangi aşamasında gerçekten *dilsel* bir yapının ortaya çıktığını belirlemenin neden karmaşık olduğunu göstermektedir.

21. 2.Ses Algısı

İşitme engelli çocukların, ağız hareketleriyle üretilen konuşma seslerinin spektral (frekans yapıları) ya da zamansal (süre, ritim, zamanlama) özelliklerinin ne zaman farkına vardıklarına ilişkin doğrudan bir kanıt bulunmamaktadır. Bununla birlikte, yaşamlarının daha ilk haftasında kendi seslerini fark ettiklerine dair güçlü bulgular mevcuttur. Bu durum, işitme engelli bebeklerin işitsel girdiden yoksun olmalarına rağmen, ürettikleri seslere ilişkin bir tür algısal dönüt mekanizmasına sahip olduklarını düşündürmektedir. Araştırmalar, bebeklerin yaklaşık 4–6 aylık olduklarında kendi ses perdeleriyle ilgili bir farkındalığa ulaştıklarını ileri sürmektedir. Bu çıkarım, söz konusu dönemde araştırmacılar tarafından gözlemlenen sistematik perde eşleştirme davranışına dayanmaktadır (Kessen, Levine & Wendrich, 1979). Bebekler, çevrelerindeki seslerin yükseklik düzeylerini kendi çıkardıkları seslerle eşleştirir gibi görünmekte; bu da ses üretimlerinin bazı yönlerini algısal olarak izleyebildiklerine işaret etmektedir.

Bununla birlikte, perde taklidinin mutlaka çocuğun kendi ses frekanslarının bilincinde olmasını gerektirip gerektirmediği henüz kesin olarak bilinmemektedir. Bu tür bir algısal öz-farkındalığın var olduğunu varsaymak bir tür *sağduyu* gibi görünse de, insan bebeklerinde taklit davranışının doğasına ilişkin bulgular bu varsayımı doğrudan desteklememektedir. Örneğin, Meltzoff ve Moore'un (1977) klasik çalışması, kendi yüzlerini hiç görmemiş olan yenidoğanların yetişkinlerin yüz ifadelerini taklit edebildiklerini göstermektedir. Bu durum, bebeklerin taklit davranışı sergilemek için mutlaka kendi davranışlarının görsel geri bildirimine ihtiyaç duymadıklarını ortaya koyar. Dolayısıyla işitme engelli bebeklerin ses perdelerine ilişkin davranışlarının, yetişkin modellemeyi izleyen bilinçli bir öz-farkındalıktan ziyade, daha temel ve muhtemelen biyolojik olarak belirlenmiş bir taklit mekanizmasına dayanıyor olabileceği düşünülmektedir. Bu bulgular, erken dönemdeki vokal davranışın, işitsel deneyimden bağımsız olarak gelişebilen, genetik ve nöro-motor temelli bir bileşeni olduğuna işaret eder.

22. 3.ASL

Petitto'nun (1988) araştırması, sağır çocukların çok erken yaşlarda iki farklı iletişim biçimini birbirinden ayırt edebildiğini göstermiştir. Bu çocuklar, bir yandan tüm bebeklerde görülen doğal jestleri (örneğin bir nesneyi işaret etmek, uzanmak ya da bir şeyi göstermek gibi evrensel ve bağlamsal hareketleri) kendiliğinden kullanırken, diğer yandan Amerikan İşaret Dili'ne (ASL) ait sembolik işaretleri de öğrenmektedir. Dilsel işaretler, belirli bir kelimeyi temsil eden, biçimsel bir yapıya ve dilbilgisel kurallara sahip sembolik hareketlerdir ve doğal jestlerden niteliksel olarak farklıdır. Petitto'nun bulgularına göre sağır çocuklar, bu iki tür işareti daha baştan ayrı kategoriler olarak işlemektedir; özellikle "ben" ve "sen" gibi ASL'de sembolik değer taşıyan işaretlerde tersine çevirme gibi dilsel hatalar yapmaları, onların bu işaretleri sıradan jestler gibi değil, belirli bir sembolik sistemin parçaları olarak öğrendiklerini göstermektedir. Buna karşılık, doğal jestlerde diğer çocuklarla aynı gelişimsel modeli takip

ederler. Tüm bu sonuçlar, sağır çocukların hem doğal jest sistemini hem de dilsel işaret sistemini ayırt ederek edindiklerini ve işaret dilinin, doğuştan gelen dil öğrenme mekanizmalarıyla uyumlu biçimde geliştiğini ortaya koymaktadır.

23. 4.İşaret Dili- Jest Ayrımı

Bir çalışmada, işitme engelli bebeklerin gelişim süreçleri boyunca işaret diline ait biçimleri (kelimelerle işlevsel olarak eşdeğer öğeler) jestlerden sistematik biçimde ayırt ettikleri ortaya konmuştur. Bu bulgu özellikle dikkat çekicidir; çünkü işaret dili ve jestler aynı *görsel-kinestetik* modda yer almakta, hatta bazı işaretler ile jestler hem biçimsel oluşum açısından hem de göndergesel özellikleri bakımından önemli ölçüde örtüşmektedir. Buna rağmen bebeklerin bu iki iletişim türünü tutarlı bir şekilde birbirine karıştırmaması, onların yalnızca yüzeysel benzerliklere değil, girdinin altında yatan daha derin yapısal ipuçlarına duyarlı olduklarını göstermektedir. Bu ayrıştırma yetisi, jestlerin gelişmekte olan dilsel sistemin temelini oluşturan yapısal arayış mekanizmasının beklentileriyle uyumlu olmadığına ve bu mekanizmanın girdiyi yalnızca algılamakla kalmayıp, aynı zamanda belirli bir düzen, düzenlilik ve kurallılık arayışı içinde aktif olarak analiz ettiğine işaret etmektedir. Başka bir ifadeyle, bebekler işaret dili girdisini dilsel bir kategori olarak tanıyacak biçimde örgütlerken, jestleri bu kategoriye dahil etmemektedir; çünkü jestler, biçimsel tutarlılık, sözdizimsel biçimleniş veya morfolojik yapı gibi dilsel organizasyona özgü özelliklerden yoksundur (bkz. Petitto, 1987 ve 1988). Dolayısıyla bu bulgular, insan dil ediniminin belirli yönlerinin, yalnızca genel bilişsel öğrenme mekanizmalarına indirgenemeyeceğini göstermektedir. Dile özgü (language-specific) bilginin ve doğuştan gelen dilsel beklentilerin, bebeklerin girdiyi nasıl yapılandırdığını yönlendirdiği; yani dilin edinilmesinde, modaliteden bağımsız ve insan türüne özgü bir çekirdeksel kapasitenin etkili olduğu anlaşılmaktadır. Bu da dil ediniminin yalnızca bilişsel gelişimin bir yan ürünü değil, daha derin ve uzmanlaşmış bir bilişsel altyapının ürünü olduğunu desteklemektedir.

24. 4.Home-Sign

Evrensel Dilbilgisi (UG) arayışında maruz kalma sorununu aşmanın yollarından biri, ne konuşulan bir dile ne de geleneksel işaret dillerine sistematik biçimde maruz kalmamış sağır çocukların *kendi başlarına ürettikleri iletişim sistemleri*ni incelemektir. Bu yaklaşım, dil ediniminde çevresel girdinin rolünü asgari düzeye indirerek, çocukların hangi dilsel özellikleri kendiliğinden ürettiklerini gözlemleme olanağı sunar. Susan Goldin-Meadow'nun yıllara yayılan çalışmaları tam olarak bu fikre dayanır. Araştırmacı, ebeveynleri yalnızca konuşulan dili kullanarak (ve özellikle işaret dilini bilinçli olarak kullanmayarak) sözlü yöntemi tercih eden sağır eğitiminde yetişen çocukların kendiliğinden ürettikleri işaretleri ayrıntılı biçimde analiz etmiştir (örn. Goldin-Meadow ve Mylander, 1984). Bu çocuklar, beklenebileceği üzere, konuşulan dili anlamada ve kullanmada oldukça sınırlı bir başarı göstermişlerdir. Buna karşın, ebeveynlerinin konuşmalarına eşlik eden doğal el hareketlerine dikkat etmiş ve bu temel jestleri başlangıç noktası olarak kullanmışlardır. Ancak dikkat çekici olan, çocukların bu jestleri yalnızca taklit etmekle kalmayıp, onları düzenleyerek, sistematikleştirerek ve genişleterek kendi özgün işaret tabanlı iletişim sistemlerini geliştirmiş olmalarıdır. Ebeveynlerin niyeti jestleri dil olarak sunmak olmasa bile, çocuklar bu jestleri bir tür ham madde gibi kullanarak yapılandırılmış bir iletişim sistemi yaratmışlardır. Araştırmanın kritik olan bulgusu, bu kendiliğinden gelişen işaret sistemlerinin (literatürde *homesign* olarak adlandırılır) yalnızca rastlantısal jest dizileri olmaması; aksine, Jackendoff'un ifadesiyle "dil için önceden belirlenmiş bir iskeletin çarpıcı kanıtlarını" göstermesidir (2002, s. 99). Başka bir ifadeyle, bu sistemlerde görülen örgütlenme ilkeleri, insan dillerinin temel yapısal özelliklerine dikkat çekici biçimde benzemektedir: jestlerin belirli bir sözdizimsel düzen içinde sıralanması, anlam rollerinin tutarlı biçimde temsil edilmesi, karmaşık olayların parçalara ayrılması ve biçim-anlam eşleşmelerinin düzenli olarak ortaya çıkması gibi. Elbette bu ev işareti sistemleri, tam gelişmiş bir doğal dilin tüm ayrıntılı dilbilgisel katmanlarına sahip değildir; ancak içerik ve yapı

bakımından geleneksel dillerle olan benzerlikleri, çocukların dilsel girdinin eksikliğine rağmen dil üretiminde belirli evrensel eğilimleri izlediğini güçlü biçimde göstermektedir. Bu da, dil ediniminin yalnızca çevresel girdiye bağlı olmadığını, aynı zamanda insan zihninin doğuştan taşıdığı dilsel beklentiler ve örgütleme ilkeleri tarafından yönlendirildiğini bir kez daha doğrulamaktadır.

25. 5.Ev İşaretinin Özellikleri

Ev işaretinin dilsel açıdan özellikle dikkat çekici dört yönü bulunmaktadır. Bu yönler, çocukların sınırlı girdiye rağmen iletişimsel jestleri yalnızca rastgele biçimde bir araya getirmediklerini, aksine dil-benzeri bir sistem inşa ettiklerini göstermektedir.

Birincisi, çocuklar tekil jestleri daha büyük anlamlı bütünler hâline getirerek jest cümleleri oluşturma eğilimindedir. Temel bir nesne jesti, bir eylem jestiyle birleştirilerek yeni bir önerme ifade edilebilir. Örneğin, "fare"yi temsil eden bir jestin, "yemek" eylemini temsil eden bir jestle ardışık biçimde kullanılması, çocuğun *fare yiyor* anlamına gelen iki öğeli bir cümle kurabildiğini göstermektedir. Burada önemli olan, jestlerin yalnızca yan yana getirilmesi değil, anlamı kuran öğeler arasındaki sistematik ilişkiyi ifade edecek biçimde düzenlenmesidir.

İkincisi, bu jest birleşimleri tutarlı bir kelime sırası örüntüsü izlemektedir. Bu örüntü, bütün ayrıntılarıyla olmasa da, doğal dillerde gözlenen temel sözdizimsel ilkeleri andıran ilkel bir sözdizimi oluşturur. Örneğin, çocuklar bir eylemi ifade etmek istediklerinde, eylemin aktörünü temsil eden jesti eylemi temsil eden jestten önce yerleştirme eğilimindedir. Bu nedenle *fare-git* dizilimi üretilirken *git-fare* dizilimi hemen hemen hiç görülmez. Benzer biçimde, nesneleri temsil eden jestler de sistematik olarak eylem jestlerinden önce gelir: *peynir-yemek* dizilimi yaygındır, *yemek-peynir* dizilimi ise neredeyse hiç kullanılmaz. Bu düzenlilik, çocukların jestleri yalnızca iletişimsel niyetle üretmekle kalmayıp, onları hiyerarşik bir yapı içinde örgütlemeye çalıştıklarını göstermektedir.

Üçüncüsü, çocukların jest repertuarları, ilkel bir morfolojik yapı sergilemektedir. Tek başına bir jest kategorisi oluşturmayan bazı hareket biçimleri ile el şekilleri, bir araya getirildiklerinde anlamca yeni ve daha karmaşık işaretler oluşturabilmektedir. Örneğin, bir döndürme hareketinin *OTouch* adı verilen el formuyla birleşimi, *küçük bir nesneyi döndürme* anlamını taşımaktadır. Bu tür birleşimler, çocukların jest repertuarının biçimsel bileşenlerini yarı-üretimsel bir biçimde yeniden düzenleyerek farklı anlamlar yaratabildiğini göstermektedir. Bu özellik, doğal dillerdeki morfolojik süreçlerin erken ve ilkel bir versiyonuna işaret etmektedir.

Dördüncüsü, ev işareti sistemi gelişen çocuklar yalnızca basit iki öğeli diziler üretmekle kalmaz; aynı zamanda birden fazla önermeyi içeren karmaşık iletişimsel diziler oluşturabilirler. Goldin-Meadow ve Mylander'ın (1998) aktardığı çarpıcı bir örnekte, bir çocuk şu jest dizisini üretmiştir:

*alkışlama hareketi – kendine işaret – çevirme hareketi – üfleme hareketi – anneye işaret***.**

Bu jest dizisi, çocuğun annesine üç ayrı fakat birbirine bağlı isteğini ilettiğini göstermektedir: (1) önce kavanozu çevirmesini istemekte, (2) ardından bir baloncuk üflemesini talep etmekte, (3) son olarak da tüm bunları yapması hâlinde ona alkış tutabileceğini ima etmektedir. Bu türden bir *çok-önermeli yapı,* ev işaretinin yalnızca basit iletişim araçları değil, yapısal ilişkileri taşıyabilen bütüncül dilsel sistemler hâline gelebildiğinin güçlü bir göstergesidir.

Bu dört yön birlikte ele alındığında, ev işareti sistemlerinin çocukların zihninde doğuştan var olan dilsel örgütlenme ilkelerini yansıttığını; yani yapılandırılmış bir dil üretme eğiliminin, modaliteden ve girdinin kalitesinden büyük ölçüde bağımsız olarak ortaya çıktığını göstermektedir.

26. 6.Ebeveyn Faktörü

Sağır ebeveynler, işaret dilini ana dili olarak edinen bireyler olduklarında, onların sağır ya da işiten çocukları da işaret dilini birinci dilleri (L1) olarak edinme eğilimindedir. Bu durum, çocukların erken dönemde karşılaştıkları dilsel girdinin niteliğiyle doğrudan ilişkilidir. Yüksek akıcılığa sahip doğal bir işaret dili ortamında büyüyen çocuklar, tıpkı işiten çocukların

konuşulan dili edinmesi gibi, işaret dilini doğal ve zahmetsiz biçimde edinirler. Bununla birlikte, işaret dilini akıcı bir biçimde kullanan sağır ebeveynler yalnızca işaret diline dayalı bir iletişim sağlamaz; aynı zamanda, ev ortamında konuşma diline ilişkin belirli düzeyde bir girdi de sunabilirler. Nitekim birçok sağır ebeveyn, iletişimsel pratiklerinde hem işaret dilini hem de konuşmayı eş zamanlı biçimde kullanmakta, yani iki modaliteyi paralel olarak üretmektedir (Baker & Van den Bogaerde 2008; Van den Bogaerde & Baker 2008). Ebeveynlerin bu iki yönlü iletişim davranışı, çocukların çok-modalli (multimodal) bir dil ortamında gelişmesine yol açarak dilsel girdinin çeşitliliğini artırır. Buna karşın, evlerinde işaret dili kullanmayan sağır ebeveynlerin durumu oldukça farklıdır. Bu ebeveynler, iletişimlerinde konuşma dili öğelerini, jestleri ve zamanla gelişmiş bir ev işareti sistemini bir arada kullanabilirler. Bu iletişim biçimleri, konuşma dilini kullanan işiten ebeveynlerin iletişiminden yüzeysel olarak çok fark etmeyebilir; ancak kritik nokta, sağır yetişkinlerin konuşulan dili üretirken genellikle sınırlı bir sözdizimsel yapıya ve hedef dil normlarından sapan artikülasyon özelliklerine sahip olmalarıdır. Schiff-Myer'in (1988) belirttiği gibi, sağır yetişkinlerin konuşması çoğu zaman belirsiz eklemlenme, değişmiş ses kalitesi, alışılmadık vurgu örüntüleri ve hatalı veya eksik sözdizimsel yapılar içerebilir. Bu özellikler bir araya geldiğinde, çocuğun karşılaştığı konuşma dili girdisinin doğal bir konuşurdan gelen girdiden belirgin bir biçimde farklılaşmasına neden olur. Aynı zamanda, jestlerin ve ev işaretlerinin iletişimde önemli bir yer tutması, çocuğun farklı türde görsel-kinestetik işaretleri ayırt etme ve kategorize etme sürecini daha karmaşık hâle getirir. Sonuç olarak, çocukların maruz kaldıkları girdi hem modalite açısından parçalı hem de biçimsel açıdan heterojen bir yapı kazanır. Dolayısıyla bu farklı ebeveyn profilleri, çocukların dil edinim süreçleri üzerinde doğrudan etkiye sahiptir. Saf ve doğal bir işaret dili girdisiyle büyüyen çocuklar güçlü bir L1 temeli geliştirirken, sınırlı konuşma girdisi, jestler ve ev işaretlerinin bir arada bulunduğu karma iletişim ortamlarında büyüyen çocuklar daha değişken ve potansiyel olarak daha yavaş ilerleyen bir dil edinim süreci yaşayabilir. Bu durum, erken dil ortamının niteliğinin dil gelişiminin temel belirleyicilerinden biri olduğunu göstermekte; aynı zamanda, modaliteler arası tutarlılığın ve dilsel girdinin biçimsel bütünlüğünün dil edinimi açısından ne denli kritik olduğunu ortaya koymaktadır.

27. Sonuç

İşitme engelli bebeklerde dil edinimine ilişkin bulgular, insanın doğuştan getirdiği dil kapasitesinin modaliteden bağımsız olarak işlediğini açık biçimde göstermektedir. İşitme, görme veya motor girdilerdeki farklılıklara rağmen bebeklerin jestleri kullanması, onları sınıflandırması ve belirli yapısal beklentilere göre ayırt etmesi, dilsel örgütlenmenin yalnızca duyusal deneyime dayanan bir süreç olmadığını ortaya koymaktadır. İşaret diline maruz kalan sağır bebeklerin sesli gevezeliğin görsel-kinestetik bir karşılığı olan elle gevezeliği üretmesi; sembolik işaretleri, doğal jestlerden farklı bir kategori olarak işlemeleri ve belirli bir sözdizimsel ve morfolojik düzen geliştirmeleri, insan zihninin girdiden bağımsız biçimde yapı arayan doğasını desteklemektedir.

Home-sign bulguları bu argümanı daha da güçlendirmektedir. Geleneksel bir işaret diline maruz kalmayan sağır çocukların, ebeveynlerinin sınırlı jest repertuarından dahi doğal dillere özgü yapısal özellikler taşıyan iletişim sistemleri inşa etmeleri, dil ediniminin yalnızca çevresel girdiyle açıklanamayacağını göstermektedir. Üstelik bu sistemlerin kültürden bağımsız biçimde benzer örüntüler göstermesi, çocukların dil üretimini yönlendiren içsel, evrensel bilişsel ilkelere işaret etmektedir.

Ebeveyn faktörü de bu çerçevede kritik bir değişkendir. Doğal işaret dili girdisine sahip çocukların hızlı ve tutarlı bir dilsel gelişim göstermelerine karşın, parçalı veya heterojen girdilere maruz kalan çocuklarda dil edinim sürecinin değişkenleşmesi, girdinin niteliğinin öğrenme hızını belirlese de dilsel kapasitenin kendisini belirlemediğini göstermektedir. Buna ek olarak, bildirimsel işaret etmenin insan türüne özgü sosyal-bilişsel motivasyonlarla ilişkili olması ve otizm gibi gelişimsel farklılıkların tanılanmasında belirleyici bir gösterge

oluşturması, jestsel iletişimin yalnızca dilsel değil, aynı zamanda sosyal bilişsel gelişim açısından da temel bir rol oynadığını göstermektedir.

Tüm bu bulgular bir arada değerlendirildiğinde, işitme engelli bebeklerde dil edinimi araştırmalarının güçlü bir biçimde şu sonucu desteklediği söylenebilir: İnsan dili, hangi modalitede ortaya çıkarsa çıksın (işitsel, görsel ya da jestsel) doğuştan gelen, sembolik ve yapısal bir kapasite tarafından şekillendirilir. Çocuğun maruz kaldığı girdi bu kapasitenin hangi biçimde açığa çıkacağını etkileyebilir, ancak dilsel yapı üretme eğiliminin kendisi biyolojik ve evrenseldir. Bu nedenle işaret dili, konuşma dili kadar doğal bir dil formudur ve sağır çocukların dil edinimi, insan dilinin temel bilişsel mimarisini anlamak açısından benzersiz bir pencere sunmaktadır.

28. Kaynakça

Baker, A. E., & Van den Bogaerde, B. (2008). Codemixing in signs and words in input to and output from children. In C. Plaza-Pust & E. Morales Lopez (Eds.), *Sign bilingualism: Language development, interaction, and maintenance in sign language contact situations* (Studies in Bilingualism, 38, pp. 1-27). Amsterdam: John Benjamins.

Bates, E., Camaioni, L., & Volterra, V. (1975). The acquisition of performatives prior to speech. *Merrill-Palmer Quarterly, 21,* 205-226.

Goldin-Meadow, S., & Mylander, C. (1984). Gestural communication in deaf children: The effects and non-effects of parental input on early language development. *Monographs of the Society for Research in Child Development, 49*(3), 1-121.

Goldin-Meadow, S., & Mylander, C. (1998). Spontaneous sign systems created by deaf children in two cultures. *Nature, 391*(6664), 279-281.

Iverson, J. M., & Goldin-Meadow, S. (1998). Why people gesture when they speak. *Nature, 396,* 228.

Jackendoff, R. (2002). *Foundations of language: Brain, meaning, grammar, evolution.* New York: Oxford University Press.

Kessen, W., Levine, J., & Wendrich, K. A. (1979). The imitation of pitch in infants. *Infant Behavior and Development, 2*, 93-99, 179-243.

McNeil, D. (1992). *Hand and mind: What gestures reveal about thought.* University of Chicago Press.

Meltzoff, A. N., & Moore, M. K. (1977). Imitation of facial and manual gestures by human neonates. *Science, 198*(4312), 75-78. p. 243.

Petitto, L. A. (1987). "On the autonomy of language and gesture: Evidence from the acquisition of personal pronouns in American Sign Language." *Cognition, 27*(1), 1-52.

Petitto, L. A. (1988). 'Language' in the prelinguistic child. In F. Kessel (Ed.), *Development of language and language researchers: Essays in honor of Roger Brown* (pp. 187-221). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Schiff-Myer, N. (1988). Hearing children of deaf parents. In D. Bishop & K. Mogford (Eds.), *Language development in exceptional circumstances* (pp. 47-61). Edinburgh, Scotland: Churchill Livingstone.

Van den Bogaerde, B., & Baker, A. (2008). Bi-modal language acquisition in KODA's. In N. Bishop & S. L. Hicks (Eds.), *Hearing, mother-father-deaf: Hearing people in deaf families* (pp. 99-131). Washington, DC: Gallaudet University Press.

Volterra, V., & Iverson, J. M. (1995). When do modality factors affect the course of language acquisition? In K. Emmorey & J. Reilly (Eds.), *Language, sign and space* (pp. 371-390). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

EXPLORING FACTORS SHAPING TEACHERS' EXPERIENCES: SOCIAL-EMOTIONAL COMPETENCE PERSPECTIVE

Assoc. Prof. Dr. Burak AYÇİÇEK
Tokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of Education, Department of Educational Sciences, Tokat
ORCID: 0000-0001-8950-2207
Lecturer Dr. Burcu KARAFİL
Yalova University, School of Foreign Languages, Yalova
ORCID: 0000-0001-7297-7871

ABSTRACT
Teachers' social-emotional competence is increasingly regarded as a core dimension of effective teaching and teacher well-being. In this regard, the purpose of this study is to examine teachers' perspectives on the factors that influence their social-emotional competences by focusing on both individual and contextual dimensions. The study was conducted using phenomenology design, one of the qualitative research methods. The study group was comprised of 22 teachers working in four high schools in Turkey during the 2025-2026 academic year. Convenience sampling was used to select the participants. The data of the study were collected through an open-ended question form developed by the researchers. Content analysis was used for data analysis. The findings indicated that the participants view social-emotional competence as a dynamic construct shaped by both individual and contextual factors. Motivation, personal well-being, openness to new experiences, empathy, previous experiences and commitment to profession were identified as individual factors shaping social-emotional competences. In terms of contextual factors, a supportive school climate, collaboration with colleagues, school policies, professional development opportunities and workload emerged as key factors that affect teachers' social-emotional competences. The study highlights the importance of school policies and professional development initiatives that support teacher well-being, emotionally responsive teaching and strong teacher-student relationships.
Keywords: Social-emotional competence, teachers, school climate

ÖĞRETMENLERİN DENEYİMLERİNİ ŞEKİLLENDİREN FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ: SOSYAL-DUYGUSAL YETERLİK PERSPEKTİFİ

ÖZET
Öğretmenlerin sosyal-duygusal yeterliği, etkili öğretimin ve öğretmen iyi oluşunun temel bir boyutu olarak kabul edilmektedir. Bu doğrultuda, bu çalışmanın amacı, öğretmenlerin sosyal-duygusal yeterliklerini etkileyen faktörlere ilişkin görüşlerini, bireysel ve bağlamsal boyutlara odaklanarak incelemektir. Çalışma, nitel araştırma yöntemlerinden biri olan fenomenoloji deseni kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma grubu, Türkiye'deki dört farklı lisede 2025-2026 eğitim-öğretim yılında görev yapan 22 öğretmenden oluşmaktadır. Katılımcılar, kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemiyle belirlenmiştir. Veriler, araştırmacılar tarafından geliştirilen açık uçlu soru formu aracılığıyla toplanmıştır. Verilerin çözümlenmesinde içerik analizi kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, katılımcıların sosyal-duygusal yeterliği, hem bireysel hem de bağlamsal faktörler tarafından şekillenen dinamik bir yapı olarak gördüklerini ortaya koymuştur. Motivasyon, kişisel iyi oluş, yeni deneyimlere açıklık, empati, önceki deneyimler ve mesleğe bağlılık sosyal-duygusal yeterliği şekillendiren bireysel faktörler olarak

belirlenmiştir. Bağlamsal faktörler açısından ise destekleyici okul iklimi, meslektaşlarla iş birliği, okul politikaları, mesleki gelişim olanakları ve iş yükü, öğretmenlerin sosyal-duygusal yeterliklerini etkileyen temel unsurlar olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışma, öğretmen iyi oluşunu, duygusal açıdan duyarlı öğretimi ve güçlü öğretmen-öğrenci ilişkilerini destekleyen okul politikalarının ve mesleki gelişim girişimlerinin önemini vurgulamaktadır.
Anahtar Kelimeler: Sosyal-duygusal yeterlik, öğretmenler, okul iklimi

1. INTRODUCTION

Teachers are expected to cultivate supportive relationships with both students and colleagues, regulate their emotions in the face of challenging classroom situations, apply constructive conflict resolution strategies when dealing with student disputes, and demonstrate social awareness by remaining responsive to students' needs (Jennings & Greenberg, 2009). Teachers' beliefs about social and emotional processes shape how they respond to such situations and are therefore essential to examine and understand. One social-emotional belief increasingly discussed in the literature is social-emotional competence (SEC).

Over the past several decades, SEC within school settings have attracted growing attention and emphasis (Lozano-Pe˜na et al., 2021; Taylor et al., 2017; Yin et al., 2019). SEC denotes the knowledge, skills, and motivational resources that individuals need in order to handle social and emotional situations effectively (Elias et al., 1997). Teachers' SEC refers to their capacity to preserve their own well-being by effectively managing emotionally demanding social interactions in the classroom, establishing positive relationships with students, maintaining orderly and supportive classroom environments, and competently delivering social-emotional learning instruction (Jennings & Greenberg, 2009).

It has been proposed that strong SEC can serve as a protective factor against emotional exhaustion and its adverse outcomes, including burnout and a decline in the overall classroom climate (Jennings & Greenberg, 2009). Furthermore, these competencies contribute to a range of positive outcomes, including stronger student-teacher relationships, more positive and realistic expectations held by teachers, and improved academic achievement (Frenzel et al., 2021).

Given that teaching is a highly relational profession in which teachers are continuously engaged in multiple social processes within school life, many of the complex situations they encounter center on interpersonal relationships, and prior research shows that the nature of these situations can significantly influence teachers' work, job satisfaction, attitudes, motivation, and intentions to remain in the profession, as well as students' learning outcomes (Plunkett & Dyson, 2011; Schuck et al., 2005). Accordingly, it can be argued that teachers' SEC plays a critical role in how they manage complex and challenging situations that arise within the various relationships in the school.

Based on the related literature, teachers' SEC is increasingly recognized as a core professional capability that supports classroom climate, teacher-student relationships, instructional quality, and teachers' own well-being. However, while there is growing evidence on the outcomes of teacher SEC, much less is known about the factors that shape and sustain these competencies in practice. Addressing this gap is crucial for designing targeted professional development and school-wide interventions that not only promote SEC but also prevent emotional burnout among teachers. By identifying the main factors associated with teachers' SEC, the current study aims to provide an empirical basis for supporting teachers' social-emotional development. In line with this purpose, this study is guided by the following research questions:

1. What are the individual factors that influence teachers' social-emotional competence?
2. What are the contextual factors that influence teachers' social-emotional competence?

2. METHOD

2.1. Study Design

This study was conducted using a phenomenological research design, which focuses on individuals' lived experiences (Creswell, 2007; Merriam 2013). According to Patton (2001), phenomenology examines how individuals perceive and interpret their experiences.

2.2. Study Group

The study group comprised 22 teachers from four high schools in Turkey, selected through convenience sampling. Participants' demographic characteristics are presented in Table 1.

Table 1. Demographic characteristics of the sample

Gender	***f***	**%**
Male	12	55
Female	10	45
Branch		
Turkish	7	32
English	4	18
Biology	4	18
Mathematics	3	14
Music	2	9
Chemistry	2	9
Total	**22**	**100**

2.3. Data Collection Process

In this study, the data were obtained through an open-ended question form prepared by the researchers. The form had two sections: the first gathered basic demographic information about the teachers, and the second included open-ended questions aimed at exploring their views and experiences on the individual and contextual factors shaping their SEC. Data were collected online through Google Forms during the 2025-2026 academic year.

2.4. Data Analysis

The data in this study were analyzed through content analysis. In content analysis, the primary aim is to identify the concepts and relationships that help explain the collected data. For this purpose, similar data are grouped in a meaningful way and then interpreted in a clear and systematic manner (Yıldırım & Şimşek, 2013). Direct quotations were employed to ensure the validity of the study. For reliability, Miles and Huberman (2015) formula, based on independent coding by the researchers and two experts in the department of educational sciences, was used. The agreement coefficient was .95, which is above the .70 threshold and reflects high reliability.

3. FINDINGS

In this section, the findings of the study are given according to the research sub-problems.

3.1. Findings Related to the Individual Factors

Table 2 presents the findings associated with individual factors.

Table 2. Individual factors

Theme	Codes	*f*
Individual factors	Motivation	14
	Personal well-being	12
	Openness to new experiences	11
	Empathy	8
	Previous experiences	8
	Commitment to profession	6

The excerpts below include participants' direct statements corresponding to this theme and its codes.

"I enjoy trying out new methods and activities, even if they do not always work; each attempt teaches me something new about my students and about myself." (T9)

"I often ask myself how I would feel in my students' position, and this helps me respond more gently and patiently."(T11)

"Despite the workload and the challenges, I have never seriously thought about leaving teaching, because I feel this profession is part of who I am." (T14)

3.2. Findings Related to the Contextual Factors

Table 3 presents the findings associated with contextual factors.

Table 3. Contextual factors

Theme	Codes	*f*
Contextual factors	Supportive school climate	12
	Collaboration with colleagues	10
	School policies	7
	Professional development opportunities	5
	Workload	3

The following comments reflect the views of the participants.

"Because the overall atmosphere in our school is respectful and supportive, I feel safer sharing my concerns and trying new approaches with my students." (T4)

"Talking with my colleagues after a difficult lesson helps me process my emotions and see the situation from different perspectives."(T7)

"Whenever the school offers meaningful professional development on classroom management or emotional regulation, I feel my competence in these areas grows." (T12)

4. DISCUSSION, CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

This study explored teachers' perspectives on the factors that influence their SEC, focusing on both individual and contextual dimensions. The findings show that teachers do not view SEC as a personal trait, but as a capacity shaped by their motivation, well-being, previous experiences and professional context. In this sense, SEC appears as a dynamic construct that develops at the intersection of the person and the environment, which is in line with previous research relating teacher SEC to classroom relationships and climate (Jennings & Greenberg, 2009).

Regarding individual factors, teachers frequently emphasized motivation, personal well-being, openness to new experiences, empathy, previous experiences and commitment to profession. Motivation and commitment emerged as central forces that help teachers sustain their efforts in emotionally demanding situations. It can be said that when teachers experience teaching as meaningful and aligned with their professional identity, they may be more willing to invest time and energy in building relationships with students, even under challenging conditions. Empathy was seen as essential for understanding students' perspectives and responding in a more caring and constructive manner. According to Murakami et al. (2009), SEC can be described as a repertoire of applied social and emotional skills required in professional practice, including effective listening, the capacity to adopt others' perspectives, and the ability to collaborate successfully with others

In terms of contextual factors, teachers highlighted the importance of a supportive school climate, collaboration with colleagues, school policies, professional development opportunities and workload. A positive and respectful school climate, together with strong relationships in the school, was perceived as a major source of emotional support and a condition that enables teachers to use their social-emotional skills effectively. In contrast, heavy workload and rigid school policies were seen as factors that can limit teachers' capacity to use their social-emotional skills. These results are consistent with previous research showing that teacher SEC is closely related to the broader social and organizational environment of the school (Jennings & Greenberg, 2009).

Overall, these findings suggest that supporting teachers' SEC requires attention to both individual and contextual dimensions. In this sense, studies have indicated that teachers with strong SEC play a key role in building supportive relationships with their students (Jennings & Greenberg, 2009). The study thus offers an empirical basis for designing holistic approaches to strengthen teachers' SEC and, in turn, improve classroom relationships and learning environments.

School leaders should recognize teacher SEC as a core component of professional practice. This recognition should be reflected in school policies that encourage strong teacher-student relationships and emotionally responsive teaching. Future research could employ longitudinal or mixed-method designs to examine how individual and contextual factors interrelate over time in shaping teachers' SEC and to determine the impact of targeted SEC-focused interventions on both teacher well-being and student outcomes.

REFERENCES

Cresswell, J.W. (2007). *Qualitative inquiry & research design choosing amang five appproaches.* Sage.

Elias, M. J., Zins, J. E., & Weissberg, R. P. (1997). *Promoting social and emotional learning: guidelines for educators.* Association for Supervision and Curriculum Development.

Frenzel, A. C., Daniels, L., & Burić, I. (2021). Teacher emotions in the classroom and their implications for students. *Educational Psychologist*, *56*(4), 250-264. https://doi.org/10.1080/00461520.2021.1985501

Jennings, P. A., & Greenberg, M. T. (2009). The prosocial classroom: Teacher social and emotional competence in relation to student and classroom outcomes. *Review of Educational Research*, *79* (1), 491-525. https://doi.org/10.3102/0034654308325693
Lozano-Peña, G., Sáez-Delgado, F., López-Angulo, Y., & Mella-Norambuena, J. (2021). Teachers' social-emotional competence: History, concept, models, instruments, and recommendations for educational quality. *Sustainability, 13*(21), 12142. https://doi.org/10.3390/su132112142
Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma desen ve uygulama için bir rehber* (S. Turan, Çev.). Nobel Yayınları.
Miles, M. B., & Huberman, A. M. (2015). *Nitel veri analizi.* (Çev. Ed. S. Akbaba-Altun ve A. Ersoy). Pegem Akademi.
Murakami, K., Murray, L., Sims, D., & Chedzey, K. (2009). Learning on work placement: The narrative development of social competence. *Journal of Adult Development*, *16*, 13-24. https://doi.org/10.1007/s10804-008-9044-9
Patton, M. Q. (2001). *Qualitative research & evaluation methods.* Sage.
Plunkett, M., & Dyson, M. (2011). Becoming a teacher and staying one: Examining the complex ecologies associated with educating and retaining new teachers in rural Australia? *Australian Journal of Teacher Education*, *36*(1), 32-47. https://doi.org/10.14221/ajte.2011v36n1.3
Schuck, S., Brady, L., & Griffin, J. (2005). Initiation and rites of passage: Learning the school culture. *Change: Transformations in Education*, *8*(1), 43-54.
Taylor, R. D., Oberle, E., Durlak, J. A., & Weissberg, R. P. (2017). Promoting positive youth development through school-based social and emotional learning interventions: A meta-analysis of follow-up effects. *Child Development*, *88*(4), 1156-1171. https://doi.org/10.1111/cdev.12864
Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.
Yin, H., Huang, S., & Chen, G. (2019). The relationships between teachers' emotional labor and their burnout and satisfaction: A meta-analytic review. *Educational Research Review, 28*, 100283. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.100283

YAŞLANAN İŞGÜCÜ ÇERÇEVESİNDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM ÜZERİNE ARAŞTIRMALARIN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ

Ayşegül ILGAZ
Akdeniz Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi, Halk Sağlığı Hemşireliği AD, Antalya
ORCID ID: 0000-0003-0640-2820

ÖZET

Amaç: Yaşlanan işgücü çerçevesinde dijital dönüşüm, hem deneyimli çalışanların istihdamda kalmasını ve üretkenliğini desteklemek hem de dijital beceri uçurumu, dışlanma ve iş güvencesizliği gibi riskleri yöneterek sürdürülebilir ve kapsayıcı bir çalışma yaşamı kurmak açısından kritik önemdedir. Bu çalışmanın amacı, yaşlanan işgücü bağlamında dijital dönüşüm literatürünü bibliyometrik yöntemlerle analiz ederek alanın gelişimini, öne çıkan temaları, etkili yazarları/kurumları/ülkeleri/dergileri, atıf-iş birliği ağlarını ve gelecekteki araştırma boşluklarını ortaya koymaktır.

Yöntem: Web of Science Core Collection veri tabanında yıl sınırlaması olmadan şu anahtar kelimeler kullanılmış ve taramalar gerçekleştirilmiştir: **("digital transformation" OR "digitalization" OR "technology adoption" OR "workplace technolog*" OR "technolog*" OR "**digital skill" OR "digital workplace"**) AND ("older worker" OR "older employee" OR "senior employee" OR "senior worker" OR "aging workforce").** Elde edilen veri; yıllara göre yayın/atıf eğilimleri, en üretken ve etkili yazar–kurum–ülke–dergiler ile atıf, ortak yazarlık ve anahtar kelime eş-oluşum ağları üzerinden analiz edilmiştir.

Bulgular: 1984–2025 dönemini kapsayan bibliyometrik analizde 115 kaynaktan 130 makale incelenmiş; %7,95 yıllık büyüme ile özellikle 2007 sonrası ve 2022'den itibaren yayın üretiminde güçlü bir ivmelenme görülmüştür. Toplam 464 yazarın katkı verdiği çalışmalarda iş birliği baskın (doküman başına 3,72 ortak yazar) olup uluslararası ortak yazarlık oranı %16,15; atıf düzeyi ise doküman başına ortalama 9,277'dir. Üretkenlikte Kangwon National University (13 makale) ve bazı yazarlar öne çıkarken, tematik olarak 2015 sonrası "age/aging workforce/older workers/workforce" ekseni güçlenmiş; 2022–2025'te "technology–impact–work–performance" odağı belirginleşmiştir.

Sonuç: Bulgular, literatürün özellikle 2007 sonrası hızla büyüdüğünü ve son yıllarda yaşlanma–işgücü temalarının teknoloji ve performans odağıyla birleşerek alanın merkezine yerleştiğini göstermektedir. Gelecek çalışmalar, yaşlanan işgücünde teknoloji kullanımının performans, motivasyon ve sürdürülebilir istihdam üzerindeki etkilerini çok ülkeli/kurumlararası karşılaştırmalı tasarımlarla (ve daha güçlü uluslararası iş birlikleriyle) incelemelidir.

Anahtar Kelimeler: yaşlı çalışan, dijitalleşme, teknoloji, iş yeri teknolojisi, bibliyometri

BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF RESEARCH ON DIGITAL TRANSFORMATION IN THE CONTEXT OF AN AGING WORKFORCE

ABSTRACT

Objective: Digital transformation is essential for fostering the productivity and retention of seasoned workers as well as creating a sustainable and inclusive workplace by mitigating risks including job insecurity, exclusion, and the digital skills gap in the context of an aging workforce. The aim of this study is to analyze the literature on digital transformation in the context of an aging workforce using bibliometric methods to reveal the development of the field, prominent themes, influential authors/institutions/countries/journals, citation-collaboration networks, and future research gaps.

Method: Searches were conducted in the Web of Science Core Collection database using the following keywords without any year limitation: (“digital transformation” OR “digitalization” OR “technology adoption” OR “workplace technolog*” OR “technolog*” OR “digital skill” OR “digital workplace”) AND (“older worker” OR “older employee” OR “senior employee” OR “senior worker” OR “aging workforce”). The obtained data; Publication/citation trends over the years were analyzed through the most productive and influential author-institution-country-journals and citation, co-authorship, and keyword co-occurrence networks.
Results: In the bibliometric analysis covering the period 1984–2025, 130 articles from 115 sources were examined; a strong acceleration in publication production was observed, especially after 2007 and from 2022 onwards, with an annual growth of 7.95%. Collaboration was dominant in the studies, which included contributions from a total of 464 authors (3.72 co-authors per document), with an international co-authorship rate of 16.15%; the citation level averaged 9,277 per document. Kangwon National University (13 articles) and some authors stood out in terms of productivity, while the thematic focus on "age/aging workforce/older workers/workforce" strengthened after 2015; The focus on “technology-impact-work-performance” became prominent between 2022–2025.
Conclusion: The findings show that the literature has grown rapidly, especially since 2007, and that in recent years, the themes of aging and the workforce have become central to the field, combined with a focus on technology and performance. Future studies should examine the effects of technology use on performance, motivation, and sustainable employment in an aging workforce through multi-country/inter-institutional comparative designs (and stronger international collaborations).
Keywords: older worker, **digitalization, technology, workplace technology, bibliometrics**

Giriş

Dünya genelinde demografik yapıda yaşanan köklü değişimler, işgücü piyasalarını ve çalışma yaşamını doğrudan etkilemektedir. Ortalama yaşam süresinin uzaması ve doğurganlık oranlarının düşmesiyle birlikte yaşlanan nüfus olgusu, birçok ülkede işgücünün yaş yapısının giderek yükselmesine yol açmaktadır (Ismail, Ahmad, Hamjah, & Astina, 2021; Reynaud & Miccoli, 2019). Bu durum, emeklilik sistemlerinden üretkenliğe, istihdam politikalarından iş sağlığı ve güvenliğine kadar pek çok alanda yeni tartışmaları beraberinde getirmektedir (Sorensen et al., 2021). Yaşlanan işgücü, sahip olduğu deneyim ve bilgi birikimi açısından önemli bir avantaj sunarken, fiziksel kapasite, dijital beceriler ve teknolojiye uyum gibi konularda belirli zorlukları da gündeme getirmektedir (Ranasinghe, Grosse, Glock, & Jaber, 2024; Vitrano & Micheli, 2025).

Dijital dönüşüm süreci çalışma yaşamını hızla yeniden şekillendirmektedir. Yapay zekâ, büyük veri, otomasyon, nesnelerin interneti ve dijital platformlar gibi teknolojiler, iş yapma biçimlerini, meslekleri ve yetkinlik gereksinimlerini köklü biçimde değiştirmektedir (Schilirò, 2024). Bu dönüşüm, verimlilik artışı ve esnek çalışma olanakları gibi fırsatlar sunarken, özellikle ileri yaş gruplarındaki çalışanlar açısından dijital uçurum, beceri uyumsuzluğu ve dışlanma risklerini de beraberinde getirmektedir (Onyekwere, 2024). Dolayısıyla yaşlanan işgücü ile dijital dönüşüm arasındaki etkileşim, akademik ve politik düzeyde giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Lincoln, 2017). Yapılan bir derlemede, yaşlı çalışanların iş yerlerinin dijitalleşmesini sağlık takibinden çalışma düzenlemelerine kadar çeşitli alanlarda deneyimledikleri belirtilmektedir. Bu derlemeye göre, etkilenen her alanda zorluklar ve fırsatlar ortaya çıkmakta ve bu iki yüzlü durum, sonuçların karmaşıklığının altını çizmekte ve bu sonuçlardaki sosyal eşitsizlikler hakkında sorular ortaya çıkarmaktadır (Komp-Leukkunen et al., 2022). Diğer bir çalışmada, dijital teknolojinin iş yerinde daha (daha az değil) yararlı olarak algılandığı durumlarda, dijital teknoloji eğitiminin erişilebilirliğinin, yaşlı çalışanların iş yerinde özerklik ve yetkinlik ihtiyaçlarının karşılanması yoluyla iş yerinde kalma niyetlerini

dolaylı olarak kolaylaştırdığı bulunmuştur. Ayrıca, dijital teknolojinin iş yerinde algılanan yararlılığının güçlendirici etkileri, daha yüksek gelişim ihtiyacına sahip katılımcılar için daha belirgin olduğu görülmüştür (Xie, Fang, Wang, Liu, & Lv, 2023).

Yaşlanan işgücünün dijital dönüşüm sürecine adaptasyonu, yaşam boyu öğrenme, dijital beceri geliştirme, aktif yaşlanma ve kapsayıcı işgücü politikaları gibi konuları ele alan çalışmalar yürütülmektedir (Ranasinghe et al., 2024). Bu çalışmalar; sosyoloji, ekonomi, insan kaynakları yönetimi, ergonomi ve bilgi teknolojileri gibi farklı disiplinlerin katkılarıyla zenginleşmektedir. Ancak literatürün bu çok boyutlu yapısı, araştırma eğilimlerinin, odak noktalarının ve iş birliği ağlarının bütüncül olarak değerlendirilmesini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle bibliyometrik analiz, belirli bir araştırma alanındaki bilimsel üretimin yapısal özelliklerini ortaya koyan güçlü bir yöntem olarak öne çıkmaktadır (Aria & Cuccurullo, 2017; Bornmann & Mutz, 2015).

Bibliyometrik çalışmalar; yayın sayıları, atıf analizleri, anahtar kelime kümeleri, önde gelen dergiler, yazarlar ve ülkeler gibi göstergeler aracılığıyla literatürün gelişim seyrini sistematik biçimde incelemeye olanak tanımaktadır (Aria & Cuccurullo, 2017; Glanzel, 2003). Yaşlanan işgücü ve dijital dönüşüm kesişimindeki araştırmaların bibliyometrik olarak analiz edilmesi, alanın entelektüel yapısını ve bilgi haritasını görünür kılmak açısından önemli katkılar sunmaktadır. Bu çalışmanın amacı, yaşlanan işgücü çerçevesinde dijital dönüşüm konusunu ele alan akademik yayınları bibliyometrik analiz yöntemiyle inceleyerek, alandaki araştırma eğilimlerini, öne çıkan temaları ve bilimsel iş birliği ağlarını ortaya koymaktır. Bu noktadan hareketle bu çalışma, ilgili literatürün mevcut durumuna kapsamlı bir bakış sunmayı ve gelecekte yapılacak araştırmalar için yol gösterici bir çerçeve oluşturmayı hedeflemektedir. Elde edilen bulguların, hem akademisyenler hem de politika yapıcılar için yaşlanan işgücünün dijital dönüşüme uyumuna yönelik stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlaması beklenmektedir.

Method

Araştırma deseni

Bu araştırma, yaşlı çalışanlarda dijitalleşme konusunu ele alan çalışmaların genel yapısını incelemeyi ve literatürde zaman içinde ortaya çıkan tematik değişimleri görünür kılmayı hedefleyen bir bibliyometrik çalışmadır. Bibliyometrik yöntem; yayınların üretkenliğini (yıllara göre yayın dağılımı), bilimsel etkisini (atıf dinamikleri) ve alanın entelektüel örgüsünü (anahtar kelime/kavram kümelenmeleri ile tematik evrim) eşzamanlı biçimde analiz ederek araştırma alanının kapsamlı bir haritasını sunmaya olanak tanır.

Veri kaynağı ve veri toplama

Bu bibliyometrik analize dahil edilen çalışmalar, Web of Science Core Collection (WoSCC) veri tabanından ve yıl sınırlaması yapılmaksızın elde edilmiştir. Bu veritabanında literatür taraması yapılırken aşağıdaki anahtar kelimeler kullanılmıştır:

- (“digital transformation” OR “digitalization” OR “technology adoption” OR “workplace technolog*” OR “technolog*” OR “digital skill” OR “digital workplace”) AND
- (“older worker” OR “older employee” OR “senior employee” OR “senior worker” OR “aging workforce”).

Bu sorgu stratejisi, (i) yaşlı çalışanları tanımlayan, (ii) dijitalleşmeyi ifade eden kavramları kapsayacak biçimde kurgulanmıştır. Elde edilen kayıtlar bibliyometrik analizlere uygun “BibTeX” formatında dışa aktarılmış ve analiz sürecine alınmıştır.

Dahil Etme ve Dışlama Kriterleri

Bu çalışmada, analiz edilecek yayınlar önceden tanımlanmış bir dizi dahil etme ve hariç tutma kuralı aracılığıyla belirlenmiştir. Buna göre, analiz, Web of Science Core Collection (WoSCC)'de indekslenen dergilerde yayınlanan ve belirtilen anahtar kelime arama

stratejisiyle elde edilen hakemli araştırma makaleleriyle sınırlandırılmıştır. Böylece veri seti, yalnızca özgün araştırma bulgusu sunan akademik dergi makaleleriyle sınırlandırılmıştır. Dışlama kriterleri kapsamında ise derlemeler (review), raporlar, kitap bölümleri, konferans bildirileri (proceedings), dergi makalesi niteliği taşımayan diğer yayın türleri, tekrarlanan kayıtlar ve eksik bibliyografik veriye sahip yayınlar analiz dışında bırakılmıştır. Bu tarama prosedürü, veri setinin doğruluğunu ve güvenilirliğini artırmak ve aynı zamanda yayın türleri arasındaki farklılıklardan kaynaklanabilecek metodolojik değişkenliği en aza indirmek için kullanılmıştır.

Veri seti, orijinal araştırma makaleleriyle sınırlandırılmıştır; derleme makaleleri, konferans bildirileri, raporlar ve kitap bölümleri gibi belge türleri analizden çıkarılmıştır. Bibliyometrik işlemler için gerekli olan tüm meta verileri elde etmek amacıyla, uygun kayıtlar " "Full Record and Cited References (Tam Kayıt ve Atıf Yapılan Referanslar)" seçeneği seçilerek veritabanından "BibTeX" formatında dışa aktarılmıştır. Bu dosya; başlık, yazar(lar), yayın yılı, anahtar kelimeler, özet, atıf sayısı ve yayın türü gibi analizde kullanılan temel bibliyografik bilgileri içerecek şekilde oluşturulmuştur. Analiz öncesinde, R ortamındaki Bibliometrix aracı kullanılarak veri kümesinden yinelenen kayıtlar ve çalışmanın kapsamı dışındaki ilgisiz çalışmalar çıkarılmıştır (Aria & Cuccurullo, 2017). Sonuç olarak, yalnızca kapsam dahilindeki orijinal, farklı yayınlar analiz edilmiştir.

Veri Analizi

WoSCC'den alınan veri seti, analiz için Biblioshiny (R/Bibliometrix) ortamına taşınmadan önce öncelikle veri temizleme işlemlerine tabi tutulmuştur. Yinelenen kayıtlar ve çalışmanın kapsamı dışında kalan yayınlar kaldırılmıştır. Ardından Biblioshiny'nin performans ve bilim-metrik modülleri kullanılarak yıllara göre bilimsel üretim, kaynak (dergi) dağılımları, atıf göstergeleri, yazar üretkenliği ve işbirliği yapıları (ortak yazarlık, uluslararası ortak yazarlık; SCP–MCP ayrımı ve sorumlu yazar ülke analizi) hesaplanmıştır. Ayrıca kavramsal yapı ise yazar anahtar kelimeleri üzerinden frekans, tematik harita (merkezilik–yoğunluk) ve eğilim/popüler konular analizleriyle değerlendirilmiştir.

Etik ilkeler

Bu çalışmada yalnızca WoSCC'de yer alan makalelerden elde edilen, kamuya açık bibliyografik meta veriler kullanılmıştır; bireylerden veri toplanmamıştır. Bu nedenle, bu ikincil veriye dayalı bibliyometrik analiz için etik kurul onayı gerekli değildir.

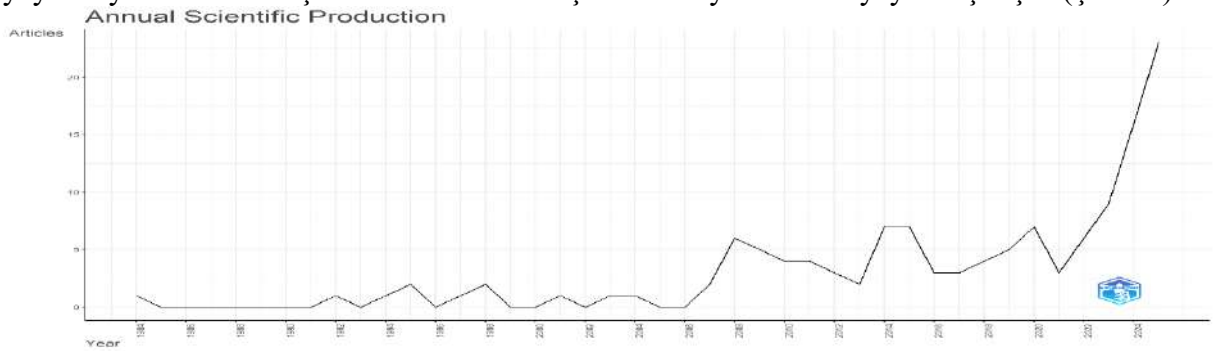
Bulgular

Bu bibliyometrik analize dahil edilen çalışmalar incelenmiş ve 1984–2025 zaman aralığında bu yayınların yayınlandığı görüşmüştür. Veri kümesinde 115 kaynakta yayımlanmış toplam 130 makale bulunmaktadır. Bu makaleler orjinal araştırma makalelerinden oluşmaktadır. Yıllık büyüme oranı %7.95 olarak belirlenmiştir. Çalışmalara 464 yazar katkı vermiş; tek yazarlı yayın üreten yazar sayısı 24, uluslararası ortak yazarlık oranı ise %16.15'tir. Doküman başına ortalama ortak yazar sayısı 3,72, toplam referans sayısı 4710, ortalama doküman yaşı 8,2 yıl ve doküman başına ortalama atıf sayısı 9,277'dir (Şekil 1).



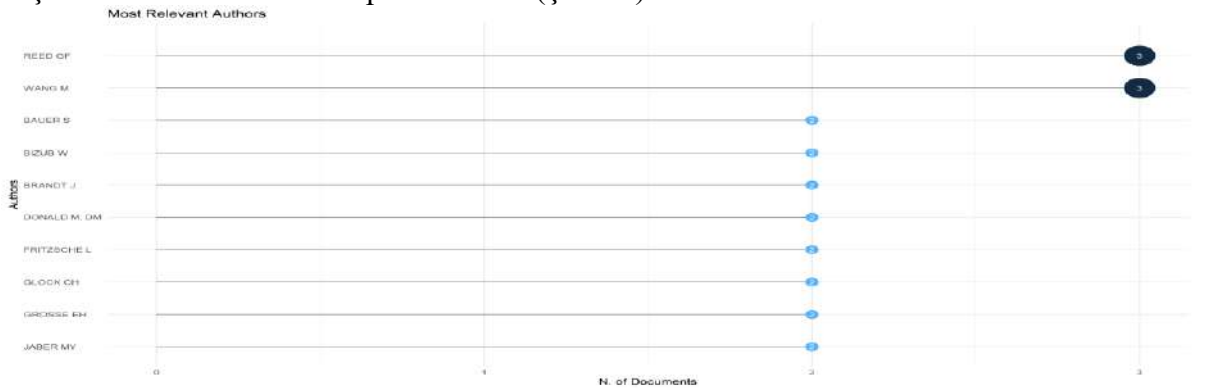
Şekil 1. 1984–2025 Dönemi Bibliyometrik Özet Göstergeleri

Şekil 2, 1984–2025 yılları arasında yıllık bilimsel yayın (makale) sayısının seyrini göstermektedir. 1984–2006 döneminde üretim çok düşük ve düzensizken, 2007'den sonra belirgin bir artış ve 2010'lar boyunca dalgalı bir yükseliş eğilimi görülür. 2022 sonrasında ise yayın sayısı hızla artmış ve 2025'te dönem içindeki en yüksek seviyeye ulaşmıştır (Şekil 2).



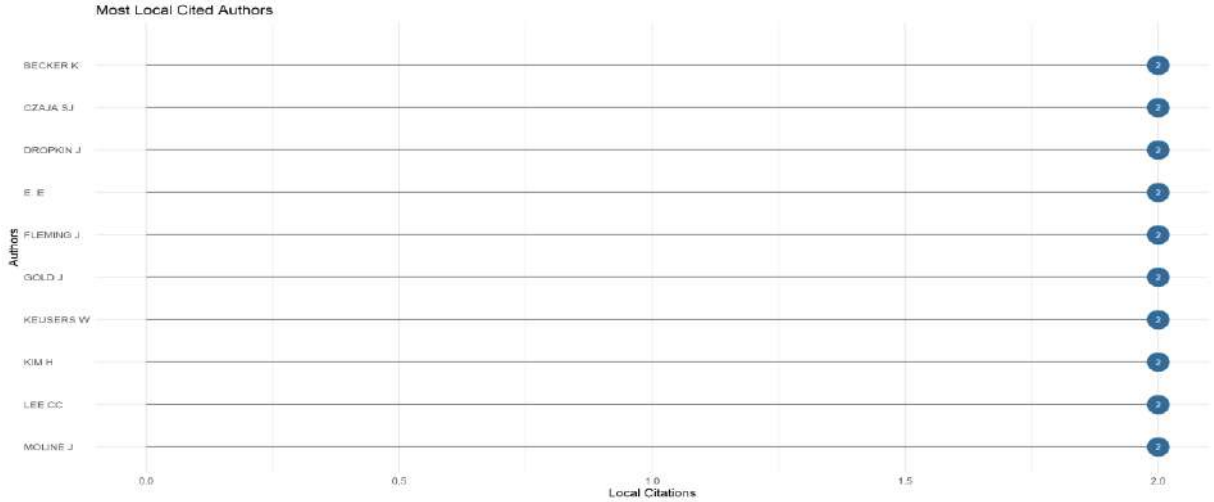
Şekil 2. 1984–2025 Döneminde Yıllık Bilimsel Yayın Üretimi

Şekil 3'te yazarların ürettikleri doküman sayısına göre sıralanarak en üretken isimler görülmektedir. Reed Gf ve Wang M, kişi başı 3 dokümanla en üst sırada yer almaktadır. Bauer S, Bizub W, Brandt J, Donald M. Dm, Fritzsche L, Glock Ch, Grosse Eh ve Jaber MY ise kişi başı 2 dokümanla onları takip etmektedir (Şekil 3).



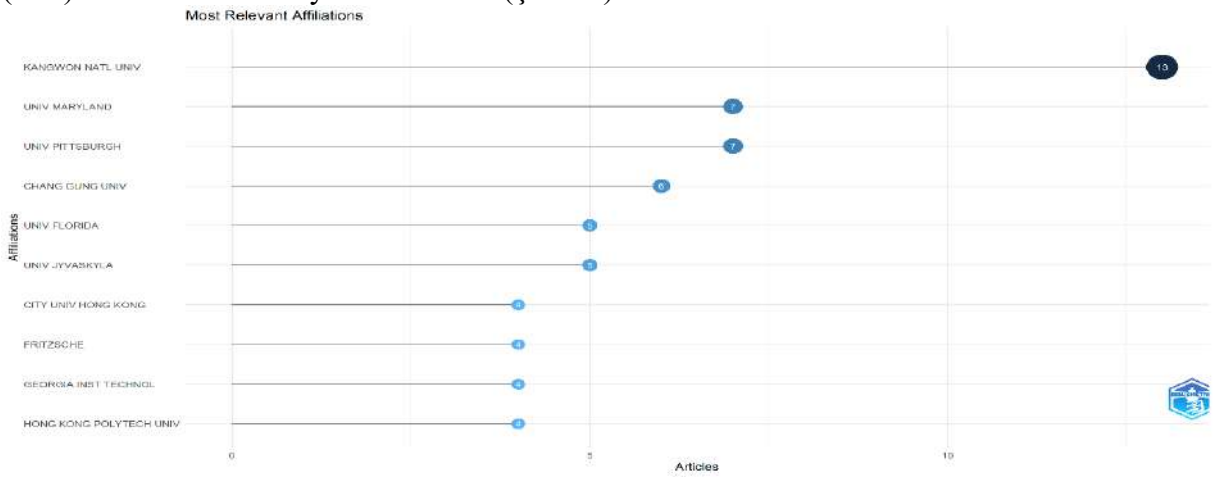
Şekil 3. En İlgili Yazarlar ve Doküman Sayıları

Şekil 4, incelenen veri kümesi içinde en fazla atıf alan yazarları ve aldıkları yerel atıf sayılarını göstermektedir. Becker K, Czaja SJ, Dropkin J, E. E, Fleming J, Gold J, Keijsers W, Kim H, Lee CC ve Moline J'nin her biri 2 yerel atıf ile en üst grupta yer almaktadır. Tüm yazarların aynı değerde (2) toplanması, veri kümesinde yerel atıfların bu yazarlar arasında dengeli dağıldığını ve belirgin bir ayrışma olmadığını düşündürmektedir (Şekil 4).



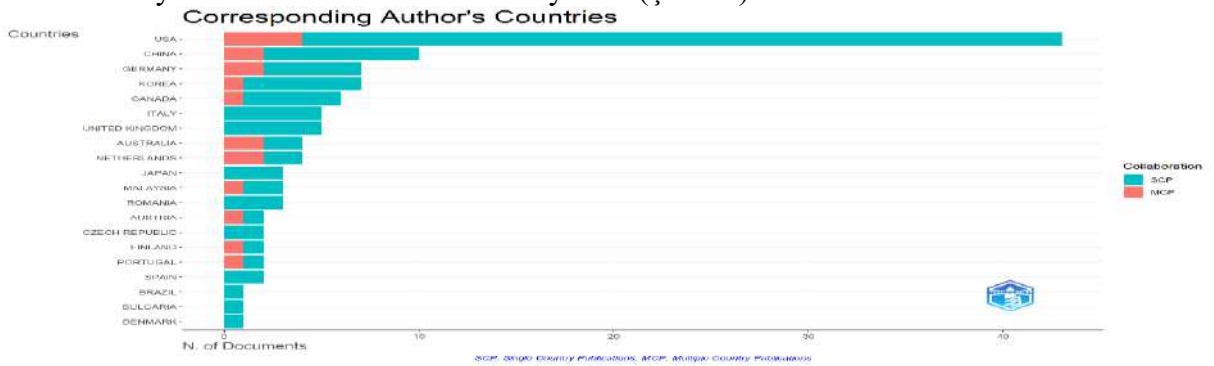
Şekil 4. En Çok Yerel Atıf Alan Yazarlar

Kurumların ürettikleri makale sayısına göre sıralanarak en etkin/üretken kurumlar Şekil 5'te sunulmuştur. Kangwon National University 13 makale ile ilk sırada yer alırken, University of Maryland ve University of Pittsburgh 7'şer makale ile onu izlemektedir. Chang Gung University (6), University of Florida ve University of Jyvaskyla (5'er) ile City University of Hong Kong, Fritzsche, Georgia Institute of Technology ve Hong Kong Polytechnic University (4'er) daha alt sıralarda yer almaktadır (Şekil 5).



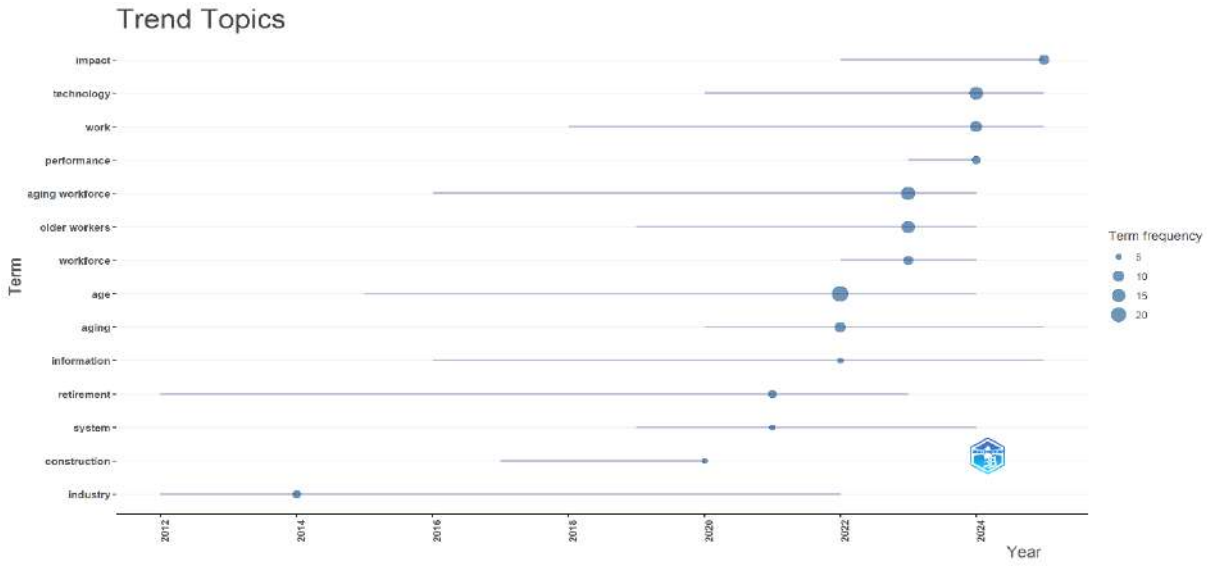
Şekil 5. En İlgili Kurumlar (Affiliations) ve Makale Sayıları

Şekil 6, sorumlu yazarın ülkesine göre doküman sayılarını ve bunların tek ülke (SCP) ya da çok ülkeli (MCP) iş birliğiyle üretildiğini göstermektedir. ABD açık ara en yüksek doküman sayısına sahipken, onu Çin; ardından Almanya, Kore ve Kanada gibi ülkeler daha düşük sayılarla takip etmektedir. Genel olarak SCP yayınlar çoğunluğu oluştururken, MCP payı ülkelerin büyük kısmında daha sınırlı düzeydedir (Şekil 6).



Şekil 6. Sorumlu Yazarın Ülkesine Göre Yayın Sayısı ve İş Birliği Türü

Şekil 7, 2012–2025 arasında öne çıkan terimlerin hangi yıllarda yoğunlaştığını; çizgilerle zaman aralığını, balon büyüklüğüyle de terim sıklığını göstermektedir. "Age/aging", "aging workforce", "older workers" ve "workforce" gibi yaşlanma ve işgücü odaklı temalar 2015 sonrası dönemde belirginleşirken, "retirement" ve "industry" gibi terimler daha erken yıllarda görülmektedir. Son yıllarda (özellikle 2022–2025) "impact", "technology", "work" ve "performance" başlıklarının daha görünür hale gelmesi, araştırma odağının teknoloji/etki ve iş performansı tartışmalarına kaydığını işaret etmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. 2012–2025 Dönemi Trend Konular ve Terim Sıklıkları

Tartışma

Bu bibliyometrik analiz, yaşlı çalışanlar ve dijitalleşme konulu yayınların 2007 sonrasında ivme kazandığını ve özellikle 2022–2025 döneminde belirgin bir artış gösterdiğini ortaya koymuştur. Yıllık büyüme oranının %7.95 olması, konunun giderek daha fazla akademik ilgi çektiğini göstermektedir. Bu eğilim, dijital dönüşümün işgücü üzerindeki etkilerinin özellikle yaşlanan nüfus bağlamında daha görünür hâle geldiğini belirten literatürle örtüşmektedir (Eurofund, 2020; OECD, 2019). Bulgular, yaşlanan işgücünün dijital dönüşüm bağlamında küresel bir araştırma gündemi hâline geldiğini göstermektedir. Gelecek çalışmalar, bu artışın politika belgeleri ve kurumsal uygulamalarla nasıl etkileştiğini incelemelidir.

Yazar ve iş birliği analizleri, doküman başına ortalama 3,72 ortak yazar bulunduğunu ve uluslararası ortak yazarlık oranının %16.15 ile sınırlı kaldığını göstermektedir. Bu durum, alanın hâlen büyük ölçüde ulusal araştırma ağları içinde geliştiğini düşündürmektedir. Oysa dijitalleşme ve yaşlanma gibi küresel sorunların disiplinlerarası ve uluslararası iş birlikleriyle daha etkili biçimde ele alınması gerektiği literatürde sıklıkla vurgulanmaktadır (Czaja & Sharit, 2016; Van Laar, van Deursen, van Dijk, & De Haan, 2019). Bu noktadan hareketle, alanın olgunlaşma sürecinde olmakla birlikte uluslararası entegrasyonunun görece zayıf kaldığı söylenebilir. Çok ülkeli karşılaştırmalı çalışmalar ve ortak projeler teşvik edilmelidir.

Atıf analizleri, yerel atıfların yazarlar arasında dengeli dağıldığını ve belirgin bir "çekirdek yazar" grubunun oluşmadığını göstermiştir. Bu durum, alanın hâlen parçalı bir yapıya sahip olduğunu ve teorik merkezileşmenin sınırlı kaldığını düşündürmektedir. Benzer şekilde, yaşlı çalışanlar ve teknoloji ilişkisini ele alan çalışmalarda kavramsal dağınıklığın bulunduğu önceki araştırmalarda da ifade edilmektedir (Becker, 2005; Sundstrup et al., 2022; Venkatesh, Thong, & Xu, 2012). Bulgular, literatürde ortak teorik çerçevelerin yeterince yerleşmediğine işaret etmektedir. Gelecek araştırmalar, teknoloji kabul modelleri ve yaşam boyu öğrenme yaklaşımları gibi çerçeveleri yaşlı çalışan bağlamında bütünleştirmelidir.

Kurum ve ülke bazlı sonuçlar, ABD'nin açık ara en üretken ülke olduğunu; Çin, Almanya, Kore ve Kanada'nın ise daha sınırlı katkı sunduğunu göstermektedir. Bu dağılım, dijital teknolojiler ve yaşlanma politikalarına erken yatırım yapan ülkelerin akademik üretimde de öne çıktığını ortaya koymaktadır. Literatürde, özellikle ABD ve Avrupa merkezli çalışmaların yaşlı çalışanların teknoloji kullanımı ve iş performansı üzerindeki etkileri detaylı biçimde ele aldığı bilinmektedir (Fazi, Zaniboni, & Wang, 2025; Rašticová, Šácha, Lakomý, & Mishra, 2025). Bulgular, coğrafi üretim yoğunluğunun sosyoekonomik ve politika öncelikleriyle ilişkili olduğunu göstermektedir.

Gelişmekte olan ülkelerden veri içeren çalışmalar artırılarak literatürdeki bölgesel dengesizlik azaltılmalıdır.

Tematik evrim analizi, erken dönemde "retirement" ve "industry" gibi kavramların öne çıktığını; son yıllarda ise "technology", "impact", "performance" ve "work" temalarının belirginleştiğini göstermektedir. Bu değişim, literatürün yaşlı çalışanları pasif bir emeklilik sürecinden ziyade, dijital dönüşüm içinde aktif bir aktör olarak ele almaya başladığını göstermektedir (Komp-Leukkunen et al., 2022; Zhang, 2023). Bu bulgu, aktif yaşlanma ve üretken yaşlanma yaklaşımlarını vurgulayan çalışmalarla uyumludur (Lin, Ning, Mumtaz, & Li, 2021; World Health Organization, 2015). Bulgular, araştırma odağının koruyucu yaklaşımlardan performans ve etki temelli yaklaşımlara kaydığını ortaya koymaktadır. Gelecek çalışmalar, dijital teknolojilerin yaşlı çalışanların sürdürülebilir istihdamı üzerindeki uzun vadeli etkilerine odaklanmalıdır.

Sonuç

1984–2025 dönemini kapsayan bu bibliyometrik analiz, 115 kaynakta yayımlanmış 130 özgün araştırma makalesi üzerinden alanın zaman içinde istikrarlı biçimde büyüdüğünü ve özellikle son yıllarda hızla ivmelendiğini göstermektedir: yıllık büyüme oranı %7,95 olup yayın üretimi 1984–2006'da düşük ve düzensiz seyrederken 2007 sonrası belirgin artmış, 2022'den itibaren hızlanarak 2025'te en yüksek düzeye ulaşmıştır. Toplam 464 yazarın katkı verdiği veri kümesinde doküman başına ortalama 3,72 ortak yazar bulunması iş birliği eğilimine işaret ederken, 24 tek yazarlı çalışma ve %16,15'lik uluslararası ortak yazarlık oranı uluslararası ağların görece sınırlı kaldığını düşündürmektedir; ayrıca 4710 referans, ortalama 8,2 yıllık doküman yaşı ve doküman başına ortalama 9,277 atıf alanın olgunlaşan fakat güncel tartışmalarla da beslenen bir yapıda olduğunu desteklemektedir. En üretken yazarlar kişi başı 3 makale ile Reed Gf ve Wang M olurken, yerel atıfların birçok yazar arasında eşit dağılması (üst grupta 2 yerel atıfla kümelenme) alanda tekil bir "atıf lideri"nden ziyade daha dengeli bir etki dağılımına işaret etmektedir; kurumsal düzeyde Kangwon National University'nin (13) belirgin üstünlüğü, University of Maryland ve University of Pittsburgh'un (7'şer) takipçiliği dikkat çekmektedir. Ülke bazında ABD'nin açık ara liderliği ve SCP yayınların baskınlığı, MCP'nin daha sınırlı kalmasıyla birlikte alanın merkez-çevre iş birliği yapısını ortaya koyarken; tematik evrim, 2015 sonrası "age/aging", "aging workforce", "older workers" ve "workforce" gibi yaşlanan işgücü odaklı kavramların güçlendiğini, 2022–2025'te ise "impact", "technology", "work" ve "performance" terimlerinin öne çıkmasıyla araştırma odağının teknoloji/etki ve performans tartışmalarına kaydığını göstermektedir. Bu çerçevede, gelecekteki çalışmaların uluslararası ortak yazarlığı artıracak çok ülkeli projelere yönelmesi ve teknoloji–iş performansı ekseninde yaşlanan işgücü bağlamını boylamsal ve karşılaştırmalı tasarımlarla derinleştirmesi önerilir.

Kaynaklar

Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of informetrics, 11*(4), 959-975.

Becker, K. (2005). Individual and organisational unlearning: directions for future research. *International journal of organisational behaviour, 9*(7), 659-670.

Bornmann, L., & Mutz, R. (2015). Growth rates of modern science: A bibliometric analysis based on the number of publications and cited references. *Journal of the association for information science and technology, 66*(11), 2215-2222.

Czaja, S. J., & Sharit, J. (2016). *Designing training and instructional programs for older adults*: CRC Press.

Eurofund. (2020). Living, working and COVID-19. Publications Office of the European Union. Retrieved from https://www.eurofound.europa.eu/en/publications/all/living-working-and-covid-19

Fazi, L., Zaniboni, S., & Wang, M. (2025). Age differences in the adoption of technology at work: a review and recommendations for managerial practice. *Journal of Organizational Change Management, 38*(8), 138-175.

Glanzel, W. (2003). *Bibliometrics as a research field a course on theory and application of bibliometric indicators*.
Ismail, Z., Ahmad, W. I. W., Hamjah, S. H., & Astina, I. K. (2021). The Impact of Population Ageing: A Review. *Iran J Public Health, 50*(12), 2451-2460. doi:10.18502/ijph.v50i12.7927
Komp-Leukkunen, K., Poli, A., Hellevik, T., Herlofson, K., Heuer, A., Norum, R., . . . Klingebiel, A. M. (2022). Older workers in digitalizing workplaces: A systematic literature review. *The Journal of Aging and Social Change, 12*(2), 37.
Lin, K., Ning, Y., Mumtaz, A., & Li, H. (2021). Exploring the Relationships Between Four Aging Ideals: A Bibliometric Study. *Front Public Health, 9*, 762591. doi:10.3389/fpubh.2021.762591
Lincoln, J. (2017). An Ageing Workforce in The Digital Era: Older Workers, Technology and Skills. *Business in the Community, The Prince's Responsible Business Network, Tata Consultancy Services*.
OECD. (2019). Working better with age. OECD Publishing. Retrieved from https://www.oecd.org/en/publications/working-better-with-age_c4d4f66a-en.html
Onyekwere, L. A. (2024). Digital Divide in Remote Work among Employees and Organizational Effectiveness in South-South Nigeria. *South Asian Research Journal of Humanities and Social Sciences, 6*(4), 142-155.
Ranasinghe, T., Grosse, E. H., Glock, C. H., & Jaber, M. Y. (2024). Never too late to learn: Unlocking the potential of aging workforce in manufacturing and service industries. *International Journal of Production Economics, 270*, 109193. doi:https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2024.109193
Rašticová, M., Šácha, J., Lakomý, M., & Mishra, P. K. (2025). Technostress Among Older Workers: A Central European Perspective. *Psychol Res Behav Manag, 18*, 1211-1225. doi:10.2147/prbm.S508500
Reynaud, C., & Miccoli, S. (2019). Population ageing in Italy after the 2008 economic crisis: A demographic approach. *Futures, 105*, 17-26.
Schilirò, D. (2024). Digital transformation and its impact on organizations. *International Journal of Business and Management, 19*(6), 71.
Sorensen, G., Dennerlein, J. T., Peters, S. E., Sabbath, E. L., Kelly, E. L., & Wagner, G. R. (2021). The future of research on work, safety, health and wellbeing: A guiding conceptual framework. *SOCIAL SCIENCE & MEDICINE, 269*, 113593. doi:https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2020.113593
Sundstrup, E., Meng, A., Ajslev, J. Z. N., Albertsen, K., Pedersen, F., & Andersen, L. L. (2022). New Technology and Loss of Paid Employment among Older Workers: Prospective Cohort Study. *Int J Environ Res Public Health, 19*(12). doi:10.3390/ijerph19127168
Van Laar, E., van Deursen, A. J., van Dijk, J. A., & De Haan, J. (2019). Determinants of 21st-century digital skills: A large-scale survey among working professionals. *Computers in Human Behavior, 100*, 93-104.
Venkatesh, V., Thong, J. Y., & Xu, X. (2012). Consumer acceptance and use of information technology: extending the unified theory of acceptance and use of technology. *MIS quarterly*, 157-178.
Vitrano, G., & Micheli, G. J. L. (2025). Rethinking Work in Industry 5.0: Leveraging Technology for an Ageing Workforce. *Public Health Chall, 4*(3), e70130. doi:10.1002/puh2.70130
World Health Organization. (2015). *World report on ageing and health*: World Health Organization.
Xie, H., Fang, Y., Wang, M., Liu, J., & Lv, A. (2023). Providing Digital Technology Training as a Way to Retain Older Workers: The Importance of Perceived Usefulness and Growth Need. *Work, Aging and Retirement, 9*(4), 376-392. doi:10.1093/workar/waad004
Zhang, M. (2023). Older people's attitudes towards emerging technologies: A systematic literature review. *Public Underst Sci, 32*(8), 948-968. doi:10.1177/09636625231171677

DİJİTALLEŞMENİN GÖÇMENLERİN SOSYAL DAHİL OLMA SÜREÇLERİNE ETKİSİNE DAİR LİTERATÜRÜN BİLİMSEL AĞ ANALİZİ

Ayşegül ILGAZ
Akdeniz Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi, Halk Sağlığı Hemşireliği AD, Antalya
ORCID ID: 0000-0003-0640-2820

ÖZET

Amaç: Dijitalleşme göçmenlerin bilgiye, kamu hizmetlerine ve sosyal ağlara erişimini kolaylaştırarak dilsel/coğrafi engelleri azaltıp sosyal dahil olmayı ve aidiyeti güçlendirebilir; ancak dijital uçurum, düşük dijital okuryazarlık, maliyet, veri gizliliği ve önyargılı algoritmalar bazı grupları dışlayarak sosyal dahil olmayı zayıflatabilir. Bu çalışmanın amacı, dijitalleşmenin göçmenlerin sosyal dahil olmasına etkisine ilişkin literatürü bibliyometrik/bilimsel ağ analiziyle haritalayarak alanın gelişimini, öne çıkan aktörleri ve temel temaları ile araştırma boşluklarını ortaya koymaktır.

Yöntem: Web of Science Core Collection veri tabanında yıl sınırlaması olmaksızın "dijitalleşme, göçmen ve sosyal dahil olma" anahtar kelimelerin kombinasyonları ile taramalar gerçekleştirilmiştir. Bibliometrix (R) programı kullanılarak yıllık yayın eğilimleri, en etkili yazar–ülke–kurum–dergiler ile ortak yazarlık, ortak atıf ve anahtar kelime eş-oluşum ağları üzerinden bilimsel haritalama yapılmıştır.

Bulgular: 2003–2025 döneminde toplam 90 yayın 76 kaynağa dağılmıştır. Doküman başına ortalama ortak yazar sayısı 3.22 ve toplam 287 yazar katkı sunmuştur. Uluslararası ortak yazarlık oranı %25.56'dır. Yıllık büyüme oranı %0, yayınların ortalama yaşı 4.5 yıl ve doküman başına ortalama atıf sayısı 13.92'dir; yıllık üretim 2003–2016'da düşük/düzensiz, 2017 sonrası artış eğilimli, 2020–2022'de görece düşük ve 2023 sonrası yeniden artarak 2025'te en yüksek düzeydedir. Atıflarda Alam & Imran (2015) 226 atıfla en yüksek değere sahiptir; anahtar kelimelerde "social inclusion" en sık ve en merkezi terimdir ve "migration/migrants/refugees", "technology/information" ile "digital divide/digital inclusion" öne çıkan diğer temalardır.

Sonuç: Bulgular, 2017 sonrası artan ancak atıf etkisi sınırlı sayıda çekirdek çalışmada yoğunlaşan göçmenlerin sosyal dahil olma literatüründe, teknoloji/bilgiye erişim ve dijital eşitsizlik odağını güçlendirecek çok ülkeli işbirlikleriyle yürütülen karşılaştırmalı ve uzunlamasına araştırmaların artırılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Dijitalleşme, göçmen, sosyal dahil olma, sosyal katılım, veri görselleştirme

A SCIENTIFIC NETWORK ANALYSIS OF THE LITERATURE ON THE IMPACT OF DIGITALIZATION ON THE SOCIAL INCLUSION PROCESSES OF MIGRANTS

ABSTRACT

Objective: Digitalization can facilitate migrants' access to information, public services, and social networks, thereby reducing linguistic/geographical barriers and strengthening social inclusion and belonging; however, the digital divide, low digital literacy, cost, data privacy, and biased algorithms can weaken social inclusion by excluding certain groups. The aim of this study is to map the literature on the impact of digitalization on the social inclusion of migrants using bibliometric/scientific network analysis, revealing the development of the field, prominent actors, key themes, and research gaps.

Method: Searches were conducted in the Web of Science Core Collection database using combinations of the keywords “digitalization, migrant, and social inclusion” without any year limitation. Using the Bibliometrix(R) program, scientific mapping was performed based on annual publication trends, the most influential author-country-institution-journals, and co-authorship, co-citation, and keyword co-occurrence networks.
Results: A total of 90 publications were distributed across 76 sources during the 2003–2025 period. The average number of co-authors per document was 3.22, and a total of 287 authors contributed. The international co-authorship rate was 25.56%. The annual growth rate was 0%, the average age of publications was 4.5 years, and the average number of citations per document was 13.92; annual output was low/irregular in 2003–2016, showed an upward trend after 2017, was relatively low in 2020–2022, and increased again after 2023, reaching its highest level in 2025. Alam & Imran (2015) had the highest number of citations with 226; "social inclusion" was the most frequent and central keyword, and "migration/migrants/refugees," "technology/information," and "digital divide/digital inclusion" were other prominent themes.
Conclusion: The findings reveal that in the literature on the social inclusion of migrants, which has increased since 2017 but is concentrated in a limited number of core studies with limited citation impact, there is a need for more comparative and longitudinal research conducted through multi-country collaborations that will strengthen the focus on technology/information access and digital inequality.
Keywords: Digitalization, immigration, social inclusion, social participation, data visualization

Giriş

Günümüzde uluslararası ve iç göç hareketleri, hem sayısal büyüklük hem de toplumsal etkiler bakımından ülkelerin temel gündemlerinden biri hâline gelmiştir. Göçmenlerin barınma, istihdam, eğitim, sağlık ve kamusal hizmetlere erişim gibi alanlarda “sosyal dâhil olma” süreçleri; ev sahibi toplumla kurulan ilişkiler, aidiyet hissi ve toplumsal katılım pratikleriyle birlikte değerlendirilmek zorundadır (IOM, 2020). Aynı dönemde dijitalleşme, gündelik yaşamın neredeyse tüm boyutlarını yeniden şekillendirerek iletişimden kamu hizmetlerine, iş arama kanallarından sosyal etkileşim biçimlerine kadar geniş bir dönüşüm yaratmıştır (Paul et al., 2024). Bu iki olgunun kesişimi, göçmenlerin sosyal dâhil olma deneyimlerinde hem yeni fırsatlar hem de yeni kırılganlıklar üretmektedir (Solano, Poelen, Farokh, & Omosomwan, 2026).

Dijitalleşmenin göçmenlerin sosyal dâhil olmasına etkisi, çok katmanlı bir mekanizma üzerinden ilerler (AbuJarour, 2020). Sosyal medya ve mesajlaşma uygulamaları, göçmenlerin hem kendi topluluklarıyla hem de ev sahibi toplumla bağlarını sürdürmesini kolaylaştırırken; bilgiye erişim, dil öğrenimi, çevrimiçi eğitim ve psikososyal destek gibi alanlarda yeni imkânlar sunar (Łukaszewska-Bezulska, 2026; Valgas, Groot Kormelink, de Haan, & Kruikemeier, 2025). Öte yandan çevrimiçi randevu sistemleri ve dijital kimlik/doğrulama süreçleri, kamusal hizmetlere erişimde belirleyici hâle geldikçe dijital okuryazarlık, cihaz ve internet erişimi gibi unsurlar “dâhil olmanın” ön koşullarından biri hâline gelebilir. Bu bağlamda dijitalleşme, bir yandan köprü kuran sosyal sermayeyi artırabilen; diğer yandan dijital uçurum, ayrımcılık, yanlış bilgiye maruz kalma ve gözetim/sınıflandırma pratikleri gibi risklerle dışlanmayı pekiştirebilen çift yönlü bir etki taşır (Koukiadis, 2025; Molala & Makhubele, 2021). Yapılan bir çalışmada, sivil toplum kuruluşları iletişim, savunuculuk ve hizmet sunumunda bilgi ve iletişim teknolojileri yoğun biçimde kullanarak görünürlük/erişim, çok dilli-uzaktan hizmet ve fon/kurumsal kimlik açısından önemli faydalar elde ederken; eşitsiz erişim ve düşük dijital okuryazarlık, çevrimiçi katılımın zayıflığı ve standartlaşmanın kişisel bağı zayıflatması gibi zorluklarla da karşılaşmaktadır (Solano et al., 2026). Diğer bir çalışmada ise sosyal ağlarla bağlantı kurmak için dijital teknolojiden yararlanan ve bu sayede depresyon belirtileri azalan genç mültecilerin aksine, İsveç'teki yaşlı mültecilerin sosyal bağlarını sürdürmek için dijital

teknolojiyi benimsemedikleri bildirilmiştir (Tinghög, Al-Saffar, Carstensen, & Nordenfelt, 2010). Ayrıca dijital teknolojiye erişim ve kullanım eksikliği, yaşlı göçmenleri ve mültecileri ana akım bilgilerden dışlanma riskiyle karşı karşıya bırakarak entegrasyonlarını ve yeniden yerleşime erişimlerini zorlaştırabileceği belirtilmektedir (Alam & Imran, 2015).

Literatürde dijitalleşme–göç–sosyal dâhil olma ekseninde hızla artan bir üretim görülmekle birlikte çalışmaların disiplinler arası dağınık bir yapıda geliştiği dikkat çekmektedir (IOM, 2025; Nguyen, 2020; Şeker, 2024). Sosyoloji, iletişim çalışmaları, kamu yönetimi, eğitim bilimleri, insan coğrafyası ve bilgi sistemleri gibi farklı alanlarda yürütülen araştırmalar; "dijital dâhil olma", "e-devlet", "platform ekonomisi", "dijital emek", "uzaktan hizmetler", "dijital vatandaşlık" gibi kavramlar etrafında çeşitlenen temalar üretmiştir (Chohan & Hu, 2022; Peeters, Miller, & Schuilenburg, 2025). Bu çeşitlilik, alanın genel görünümünü ve tematik/kavramsal kümelerini izlemeyi zorlaştırarak baskın temalar, coğrafi odaklar, işbirliği ağları ve zaman içindeki değişimi bütüncül biçimde değerlendirmeyi güçleştirir. Bu nedenle literatürün haritalanması ve alanın yapısal dinamiklerinin görünür kılınması gerekmektedir (Aria & Cuccurullo, 2017). Bu çalışma, dijitalleşmenin göçmenlerin sosyal dâhil olma süreçlerine etkisine dair literatürü bibliyometrik yöntemle inceleyerek alanın genel yapısını, eğilimlerini ve bilgi ağlarını ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Yöntem

Araştırma deseni

Bu çalışma, yaşlı çalışanlar arasında dijitalleşme üzerine yapılan araştırmaların genel yapısını karakterize etmek ve alanın temalarının zaman içinde nasıl değiştiğini izlemek için bibliyometrik bir yaklaşım kullanmaktadır. Bilimsel çıktı göstergelerini (yıllık yayın kalıpları), etkiyi (atıf yörüngeleri) ve alanın kavramsal yapısını (anahtar kelime/kavram kümelenmesi ve tematik gelişim) birleştirerek, bibliyometrik analiz literatüre bütünleşik, panoramik bir bakış sunmaktadır (Aria & Cuccurullo, 2017).

Verilerin toplanması

Bu çalışmada bibliyometrik analiz için veri seti, Web of Science Core Collection veritabanından sistematik bir tarama stratejisiyle toplanmıştır. Tarama, araştırma konusunu temsil eden anahtar sözcükler ve eşanlamlıları kullanılarak Boolean operatörleri (AND/OR) ile oluşturulan arama dizgesi üzerinden; başlık, özet ve anahtar kelime alanlarında yürütülmüştür: ("Digitalization" OR "Digitalisation" OR "Digital transformation" OR "Information and Communication Technolog*" OR "technolog*" OR "Digital Tool" OR "Digital technolog*" OR "Digital platform" OR "Information and communication technolog*" OR "ICT") AND ("Migrant" OR "Refugee" OR "Displaced person" OR "Displaced people" OR "Asylum seeker" OR "Immigrant") AND ("Social inclusion" OR "Social integration" OR "Social cohesion" OR "Social participation"). Elde edilen kayıtlar, bibliyometrik çözümleme için gerekli tüm bibliyografik alanları (yazar, kurum/ülke, dergi, özet, anahtar kelimeler, atıf bilgileri ve mümkünse kaynakça/cited references) içerecek biçimde dışa aktarılmıştır. Daha sonra tekrar eden kayıtların ayıklanması, yazar–kurum adlarının standardizasyonu ve anahtar kelimelerin eşleştirilmesi gibi ön işleme adımlarıyla temizlenerek analize hazır nihai veri seti oluşturulmuştur.

Dahil Etme ve Dışlama Kriterleri

Bu çalışmada, hangi yayınların analiz edileceğini belirlemek için önceden tanımlanmış bir dizi dahil etme ve hariç tutma kuralı uygulanmıştır. Buna göre, veri seti, belirtilen anahtar kelime aramasıyla elde edilen ve Web of Science Core Collection (WoSCC)'de indekslenen dergilerde yayınlanan hakemli araştırma makaleleriyle sınırlandırılmıştır. Sadece orijinal ampirik veya teorik bulguları bildiren araştırma makaleleri seçilmiştir. Derleme makaleleri, raporlar, kitap bölümleri, konferans bildirileri, temel bibliyografik ayrıntıları eksik kayıtlar, mükerrer kayıtlar ve dergi makalesi olarak sınıflandırılmayan

diğer belge türleri hariç tutulmutur. Bu tarama stratejisi, yayın formatlarındaki farklılıklardan kaynaklanan metodolojik heterojenliği en aza indirmek ve nihai veri setinin doğruluğunu ve güvenilirliğini güçlendirmek için uygulanmıştır.

Veri setine yalnızca orijinal araştırma yayınları dahil edilmiştir; raporlar, kitap bölümleri, konferans bildirileri ve derleme makaleleri analize dahil edilmemiştir İlgili kayıtlar, bibliyometrik işlem için gerekli tüm meta verileri toplamak amacıyla "Full Record and Cited References" seçeneği kullanılarak veritabanından "BibTeX" formatında dışa aktarılmıştır. Başlık, yazar veya yazarlar, yayın yılı, anahtar kelimeler, özet, atıf sayısı ve yayın türü dahil olmak üzere analizde kullanılan temel bibliyografik veriler bu dosyaya dahil edilmiştir. R ortamındaki Bibliometrix aracı kullanılarak, analizden önce veri setinden yinelenen kayıtlar ve çalışmanın kapsamı dışındaki diğer araştırmalar çıkarılmıştır. Bu nedenle, yalnızca kapsam dahilinde olan benzersiz, orijinal çalışmalar incelenmiştir.

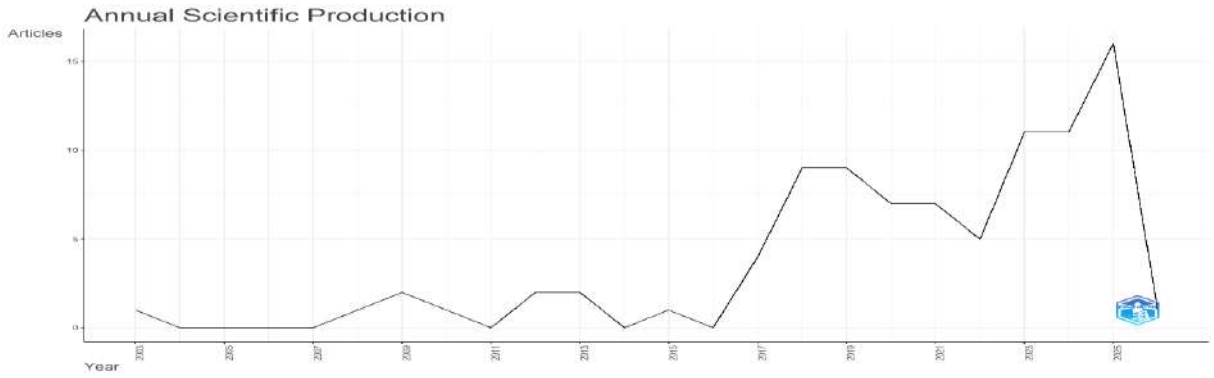
Veri Analizi

WoSCC kayıtlarını Biblioshiny (R/Bibliometrix) arayüzüne aktarmadan önce, veri seti temizlendi ve standartlaştırılmıştır. Çalışma kapsamıyla uyuşmayan makaleler ve yinelenen kayıtlar kaldırılmıştır (Aria & Cuccurullo, 2017). Daha sonra Biblioshiny'nin performans ve bilimsel ölçüm fonksiyonlarını kullanılarak yıllık yayın eğilimleri, kaynak (dergi) dağılımları, atıf tabanlı göstergeleri, yazar verimliliği ölçümleri ve iş birliği modelleri (ortak yazarlık ağları, uluslararası iş birliği, SCP-MCP ayrımı ve ilgili yazar ülke ölçütleri dahil) hesaplanmıştır. Alanın kavramsal yapısını incelemek için ayrıca tematik haritalar (merkezilik-yoğunluk) oluşturulmuştur, yazar anahtar kelimelerine dayalı eğilim ve popülerlik analizleri yapılmıştır ve anahtar kelime sıklıkları değerlendirilmiştir.

Bulgular

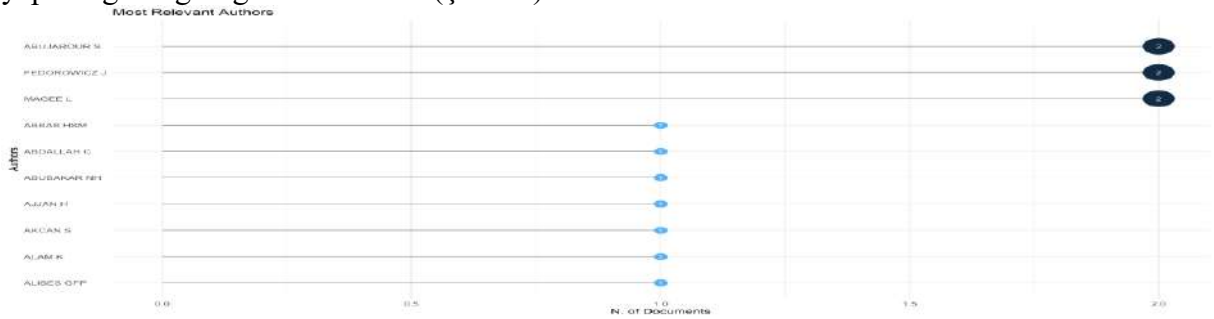
2003–2025 dönemini kapsayan bu çalışmada toplam 90 yayın ve 76 kaynak yer almaktadır. Bu durum literatürün görece sınırlı hacme karşın çok sayıda farklı dergi/kanala dağılmış bir yapıya sahip olduğuna işaret etmiştir. Toplam 287 yazarın katkı sunduğu örneklemde doküman başına ortalama ortak yazar sayısı 3.22 olup, tek yazarlı yayın üreten yazar sayısının 28'de kalması araştırmaların büyük ölçüde ekip çalışmasıyla yürütüldüğünü göstermektedir. Uluslararası ortak yazarlık oranının %25.56 olması, alanın orta düzeyde sınır-ötesi işbirliği ürettiğini düşündürürken, 426 farklı yazar anahtar kelimesi tematik çeşitliliğin yüksek olduğunu göstermektedir. Yayınların ortalama yaşının 4.5 yıl ve doküman başına ortalama atıf sayısının 13.92 olması literatürün görece güncel ve belirli bir etki düzeyine sahip olduğunu gösterirken, yıllık büyüme oranının %0 olarak raporlanması söz konusu dönemde yayın üretiminde belirgin bir artış eğiliminin gözlenmediğini ortaya koymaktadır (Şekil 1).

Yıllık yayın üretiminin sunulduğu grafik, 2003–2016 döneminde yıllık yayın sayısının oldukça düşük ve düzensiz seyrettiğini, 2017 itibarıyla ise belirgin bir artış eğiliminin başladığını göstermektedir. 2018–2019'da üretim yüksek seviyelere ulaştıktan sonra 2020–2022 arasında görece bir gerileme görülmektedir. 2023'ten itibaren yeniden güçlü bir yükseliş gerçekleşmiş, 2025'te zirveye çıkmıştır (Şekil 1).



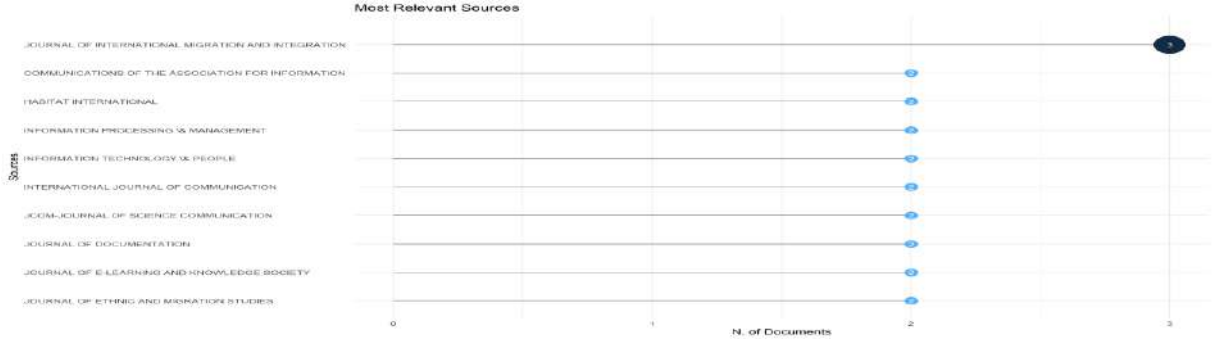
Şekil 1. Yıllara göre yıllık bilimsel üretim (2003–2025) ve yayın sayısındaki değişim eğilimi

Şekil 2, veri setindeki en üretken yazarları doküman sayısına göre göstermekte ve **Abujarour S, Fedorowicz J** ve **Magee L**'nin her birinin **2 yayın** ile ilk sırada yer aldığını ortaya koymaktadır. Diğer listelenen yazarların tamamı (**Abbas HSM, Abdallah C, Abubakar NH** vb.) **birer yayın** ile temsil edilmektedir. Bu dağılım, alanın belirgin bir "çekirdek yazar" grubuna güçlü biçimde yoğunlaşmadığını, üretimin farklı araştırmacılar arasında **dağınık** bir yapı sergilediğini göstermektedir (Şekil 2).



Şekil 2. En üretken yazarlar ve doküman sayıları

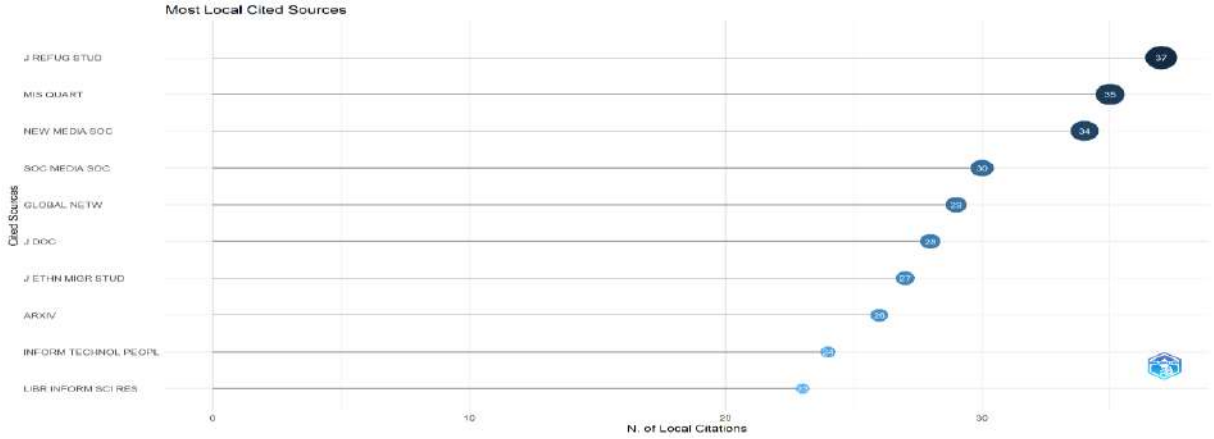
Göçmen bireylerin sosyal dahil olması ile ilgili en fazla yayın yapan dergiler Şekil 3'te sunulmuştur. Bu konuda en fazla yayının **Journal of International Migration and Integration** dergisinde yayınlandığı ve bu kaynağın **üç doküman** ile ilk sırada yer aldığını göstermektedir. Diğer öne çıkan dergilerin büyük çoğunluğu (ör. *Habitat International, Information Processing & Management, Information Technology & People, International Journal of Communication* vb.) **ikişer doküman** ile onu izlemektedir. Bu dağılım, literatürün tek bir dergide yoğunlaşmaktan ziyade **farklı disiplin ve yayın kanallarına yayılan** parçalı bir yayın yapısına sahip olduğuna işaret etmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. En ilgili/üretken yayın kaynakları ve doküman sayıları

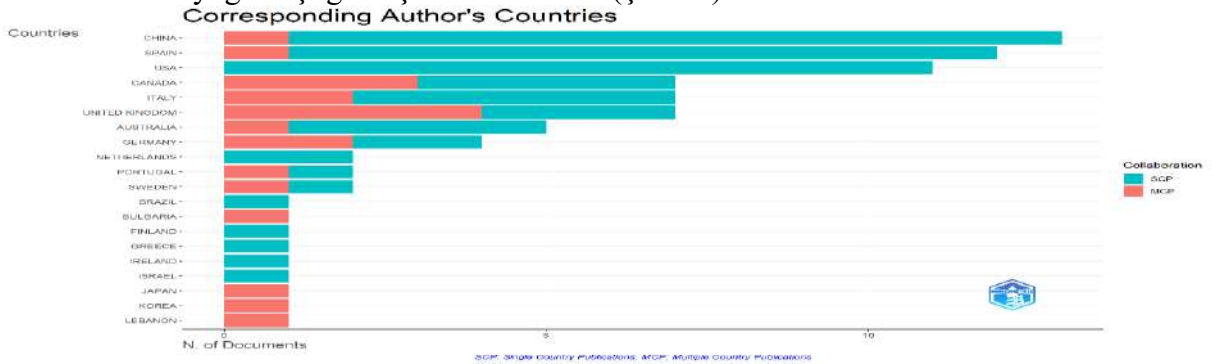
Şekil 4, bibliyometrik analize dahil edilen çalışmaların kaynakçası içinde **en sık atıf yaptığı (yerel atıf)** dergileri göstermekte olup, **Journal of Refugee Studies** 37 yerel atıf ile ilk sırada yer almaktadır. Bunu **Migration Studies** (35) ve **New Media & Society** (34) izlerken, **Social Media & Society** (30) ve **Global Networks** (29) gibi dergiler de yüksek yerel atıf düzeyleriyle

öne çıkmaktadır. Bu dağılım, literatürün referans temelinin ağırlıklı olarak **göç/mültecilik çalışmaları** ile **medya–iletişim** ekseninde yoğunlaştığını göstermektedir (Şekil 4).



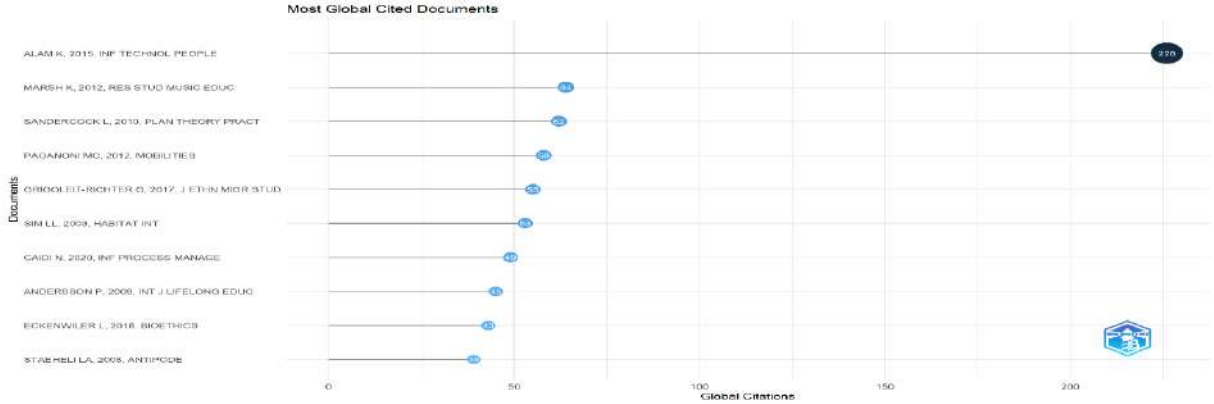
Şekil 4. En çok yerel atıf alan dergiler ve yerel atıf sayıları

Sorumlu yazarın ülkesine göre yayın sayılarının dağılımını ve bu yayınların **tek ülke** (SCP) ile **çok ülkeli işbirliği** (MCP) olarak ayrımı Şekil 5'te sunulmuştur. Yayın üretiminde **Çin** ilk sırada yer alırken, **İspanya** ve **ABD** onu izlemekte; diğer ülkeler daha düşük sayılarla katkı sunmaktadır. Genel olarak yayınların önemli bir kısmı **SCP** niteliğinde görünmekle birlikte, bazı ülkelerde **MCP payının** daha belirgin olması uluslararası işbirliğinin alanın belirli merkezlerinde yoğunlaştığına işaret etmektedir (Şekil 5).



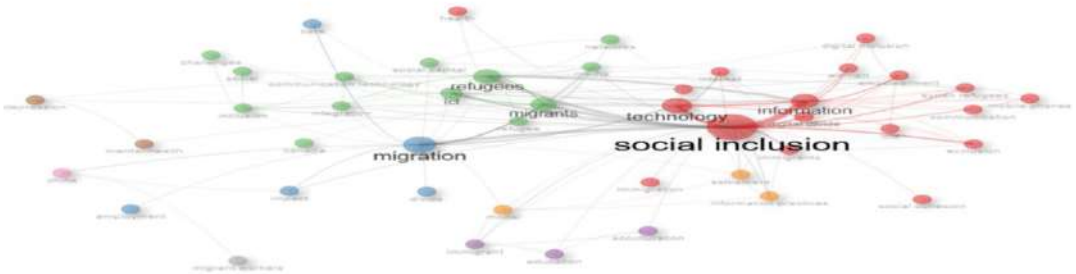
Şekil 5. Sorumlu yazarın ülkelerine göre yayın sayıları ve işbirliği türü (SCP/MCP) dağılımı

Şekil 6, analize dahil edilen yayınlar içinde **küresel atıf** açısından en etkili dokümanları göstermektedir. **Alam K (2015,** *Information Technology & People***)** 226 atıfla açık ara ilk sırada yer alırken (Alam & Imran, 2015), diğer yüksek etkili çalışmaların atıf sayıları yaklaşık **39–64** bandında yoğunlaşmaktadır (örn. Marsh 2012; Sandercock 2010; Paganoni 2012). Bu dağılım, alanın atıf etkisinin belirli "çekirdek" yayınlarda yoğunlaştığını ve tek bir çalışmanın belirgin biçimde öne çıktığını ortaya koymaktadır (Şekil 6).



Şekil 6. En çok küresel atıf alan yayınlar ve küresel atıf sayıları

Şekil 7, anahtar kelimelerin birlikte görülme (co-occurrence) ilişkilerini gösteren bir ağ haritası olup **“social inclusion”** düğümünün en merkezi ve en büyük düğüm olarak literatürün ana odağını oluşturduğunu göstermektedir. **“technology”** ve **“information”** düğümleri sosyal dahil olma ile güçlü bağlantılar kurarak dijital araçlar, iletişim ve bilgiye erişim ekseninin baskın bir tema olduğunu; buna eşlik eden **“digital divide/digital inclusion”, “mobile phones”, “women/empowerment”** gibi kavramların alt temalar halinde kümelendiğini işaret etmektedir. Ayrıca **“migrants–refugees–migration”** çevresinde oluşan küme, sosyal dahil olma tartışmalarının göç/entegrasyon bağlamıyla sıkı biçimde kesiştiğini ve bu kavramların ağ içinde köprü rolü üstlendiğini göstermektedir (Şekil 7).



Şekil 7. Anahtar kelimelerin eş-oluşum (co-occurrence) ağı: dijitalleşme ve göçmenlerin sosyal dahil olma literatüründeki tematik kümeler

Kelime bulutu, anahtar kelimelerin literatürde görülme sıklığını yansıtarak **“social inclusion”** kavramının en baskın tema olduğunu göstermektedir. **“migration”, “migrants”** ve **“refugees”** terimlerinin yüksek görünürlüğü, çalışmaların göçmen/mülteci odaklı sosyal dahil olma tartışmalarında yoğunlaştığına işaret etmektedir. Ayrıca **“technology”, “information”** ve **“digital divide”** gibi kavramların öne çıkması, dijital araçlar, bilgiye erişim ve dijital eşitsizlik ekseninin alanın temel alt temaları arasında yer aldığını göstermektedir (Şekil 9).



Şekil 9. Anahtar kelime bulutu: dijitalleşme ve göçmenlerin sosyal dahil olmasına ilişkin literatürde öne çıkan kavramlar

Tartışma

Literatürün 2003–2025 döneminde 90 yayınla sınırlı bir hacme sahip olmasına karşın 76 farklı kaynağa dağılması ve 426 farklı anahtar kelime üretmesi, alanın parçalı ve tematik açıdan genişlediğini göstermektedir. Göç, entegrasyon ve dijitalleşme kesişimindeki çalışmaların literatürde farklı disiplinlere (göç çalışmaları, iletişim, bilgi bilimleri, kent çalışmaları, kamu yönetimi vb.) yayıldığı ve bu nedenle tek bir “çekirdek” yayın kanalında toplanmadığı sıkça vurgulanmaktadır. Benzer şekilde bibliyometrik araştırmalar, disiplinler arası yeni alanlarda dergi çeşitliliğinin artmasının kavramsal çoğullukla birlikte ilerlediğini ve ortak bir terminoloji eksikliğinin parçalanmayı güçlendirebildiğini belirtir. Bizim bulgularımız da yüksek kaynak çeşitliliği ve anahtar kelime zenginliğiyle bu disiplinler arası dağınıklığı doğrularken, alanın bütünleşik bir çekirdeğe henüz tam oturmadığını düşündürmektedir. Bu nedenle gelecekte alanın kavramsal tutarlılığını artırmak için ortak kavram setleri/anahtar kelime sözlükleri ve belirli dergilerde tematik özel sayılar gibi birleştirici yayın stratejileri önerilir.

Ortak yazarlık ortalamasının 3.22 olması, tek yazarlı üretimin 28 yazarla sınırlı kalması ve uluslararası ortak yazarlığın %25.56 düzeyinde seyretmesi, araştırmaların ekip temelli ama sınır-ötesi işbirliği bakımından orta yoğunlukta ilerlediğine işaret etmektedir. Literatürde göçmenlerin dijital pratiklerini inceleyen çalışmaların çoğu zaman saha erişimi, çok dilli veri toplama ve kurumsal/ülkesel farklılıkları karşılaştırma gerektirdiği için ekip çalışmasına ve ağ temelli işbirliklerine daha yatkın olduğu ifade edilmektedir (Matlin et al., 2025; Ponzanesi & Leurs, 2022). Bununla birlikte uluslararası ortak yazarlığın; fon kaynakları, veri paylaşımı, etik onay süreçleri ve farklı ülkelerdeki idari/kurumsal bariyerler nedeniyle her zaman yüksek düzeye çıkamadığı da belirtilen bir bulgudur. Bizim sonuçlarımız, ekip çalışmasının güçlü olduğunu doğrularken uluslararası işbirliğinin belirli ülkelerde (ör. yayın üretiminde öne çıkan Çin gibi merkezlerde) yoğunlaşması nedeniyle alan genelinde daha dengeli bir ortaklık yapısına ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda, karşılaştırmalı tasarımları teşvik eden çok ülkeli proje çağrıları ve ortak veri havuzlarıyla MCP oranını artırmaya dönük araştırma konsorsiyumları önerilebilir.

Yıllık yayın grafiği 2003–2016 arasında düşük ve düzensiz bir üretime, 2017 sonrasında ivmelenmeye, 2025'te zirveye ve son yılda (muhtemelen indeksleme gecikmesi kaynaklı) düşüşe işaret ederken, yayınların ortalama yaşının 4.5 yıl olması literatürün görece güncel bir dönemde yoğunlaştığını göstermektedir. Literatürde dijitalleşme temalı göç araştırmalarının özellikle akıllı telefonların yaygınlaşması, platformlaşma ve çevrimiçi kamu hizmetlerinin artmasıyla 2010'ların ikinci yarısında belirgin şekilde hız kazandığı tartışılmaktadır (Mirzaye & Mohiuddin, 2025; Olusegun & Olanrewaju, 2023). Ayrıca kriz dönemleri ve hızlı politika değişimlerinin (ör. uzaktan hizmetlere geçiş, dijital kimlik/doğrulama uygulamaları) belirli yıllarda tematik "sıçramalar" yaratarak yayın üretimini dalgalandırabildiği belirtilmektedir. Bizim bulgularımız 2017 sonrası yükselişle bu anlatıyı desteklerken, 2020–2022 arasındaki göreli gerileme alanın her zaman doğrusal büyümediğini ve araştırma üretiminin dönemsel koşullardan etkilenebildiğini düşündürmektedir. Bu nedenle, verilerin belirli aralıklarla güncellenmesi ve dönemsel dalgalanmaları açıklayabilecek politika/olay temelli değişkenlerle birlikte izlenmesi önerilir.

En üretken yazarların 2 yayınla sınırlı kalması çekirdek bir yazar grubunun belirginleşmediğini, buna karşın atıf etkisinin Alam & Imran (2015) gibi az sayıda "çekirdek" çalışmada yoğunlaştığını (Alam & Imran, 2015) ve yerel atıfların Journal of Refugee Studies, Migration Studies, New Media & Society gibi dergiler etrafında toplandığını göstermektedir. Literatürde yeni/çapraz alanlarda üretimin çok sayıda araştırmacıya yayıldığı, ancak kavramsal çerçeve ve yöntem tercihlerini etkileyen az sayıdaki temel çalışmanın atıf ağında baskın hâle gelebildiği sıkça belirtilir (Mazov, Gureev, & Glinskikh, 2020; Wang, 2014). Göç/mültecilik dergileri ile medya–iletişim eksenindeki dergilerin birlikte yüksek atıf alması ise dijitalleşme tartışmalarının hem entegrasyon/aidiyet hem de iletişim altyapıları ve aracı teknolojiler üzerinden kurulduğunu gösteren yaygın bir örüntüdür (Alencar, 2018; Brunetti et al., 2020). Bizim sonuçlarımız, yazar üretiminin dağınık fakat referans temelinin belirli dergi ve çalışmalar etrafında yoğunlaştığı hibrit bir yapı olduğunu ortaya koyarak alanın kuramsal birikiminin birkaç eksene yaslanma eğilimini teyit etmektedir. Bu çerçevede, farklı alt literatürleri bir araya getiren bütünleştirici derleme/meta-sentez çalışmalarının ve çekirdek bulguları farklı bağlamlarda sınayan çoğaltma (replication) araştırmalarının artırılması önerilir.

Anahtar kelime eş-oluşum ağı "social inclusion" düğümünü merkezde konumlandırırken "technology" ve "information" ile güçlü bağlar kurmakta, "digital divide/digital inclusion", "mobile phones" ve "women/empowerment" gibi alt temaların kümelendiğini göstermektedir. Literatürde dijital uçurum yaklaşımı, göçmenlerin hizmetlere erişiminde cihaz–internet erişimi, dijital beceri ve dil yeterliği gibi faktörlerin sosyal dâhil olmayı doğrudan etkilediğini açıklamak için yaygın biçimde kullanılmaktadır (Fung, Lai, Hung, Yu, & He, 2025; Sanders & Scanlon, 2021). Benzer şekilde mobil telefonlar, bilgiye erişim ve ağ kurma pratiklerinin

göçmenlerin günlük yaşam stratejilerinde kritik bir rol oynadığı; toplumsal cinsiyet boyutunda ise dijital erişim ve güvenlik risklerinin "kadınların güçlenmesi" ya da kırılganlıkları üzerinden tartışıldığı sıkça raporlanır (Hoan, Chib, & Mahalingham, 2016; Women, 2022). Bizim kavramsal haritamız bu ana tartışmaları güçlü biçimde doğrularken, bazı yükselen konuların (ör. algoritmik ayrımcılık, veri temelli yönetişim, yapay zekâ destekli karar süreçleri) görece daha zayıf temsil ediliyor olabileceğine de işaret etmektedir. Bu nedenle gelecekte, dijitalleşmenin gözetim/algoritmik kararlar ve platform ekonomisiyle kesiştiği alanlara ve cinsiyet–statü–dil–yaş temelli daha ayrıntılı analizlere odaklanan çalışmalar önerilir.

Sonuç

Bu bibliyometrik inceleme, 2003–2025 döneminde dijitalleşmenin göçmenlerin sosyal dâhil olma süreçlerine etkisine ilişkin literatürün nicel olarak sınırlı (90 yayın) ancak yayın kanalları ve temalar bakımından oldukça dağınık ve çeşitlenmiş (76 kaynak; 426 anahtar kelime) bir yapıda olduğunu; çalışmaların çoğunlukla ekip temelli üretildiğini (doküman başına 3.22 ortak yazar) ve uluslararası işbirliğinin orta düzeyde seyrettiğini (%25.56) ortaya koymuştur. Yıllık üretim örüntüsü 2017 sonrası belirgin bir ivmelenmeye, 2020–2022 arasında geçici bir gerilemeye ve 2023'ten itibaren yeniden güçlü yükselişe işaret ederken, alanın atıf etkisinin birkaç çekirdek çalışmada (özellikle Alam & Imran, 2015) yoğunlaştığı; buna karşılık üretken yazarların dahi düşük yayın sayılarıyla temsil edilmesi nedeniyle "çekirdek yazar" kümesinin netleşmediği görülmüştür. Referans temelinde göç/mültecilik dergileri ile medya–iletişim ekseninin (Journal of Refugee Studies, Migration Studies, New Media & Society vb.) baskın olması, alanın kavramsal omurgasının entegrasyon ve dijital iletişim/bilgiye erişim tartışmalarıyla örüldüğünü desteklerken; anahtar kelime ağları "social inclusion" odağında "technology–information" bağlantılarının, dijital uçurum/dijital dâhil olma ve mobil teknolojiler gibi alt temaların öne çıktığını göstermiştir. Bu bulgular ışığında, gelecekte ortak kavramsal çerçevelerin güçlendirilmesi (standart anahtar kelime/kavramsal sözlük), daha dengeli uluslararası ortaklıkların teşvik edilmesi (çok ülkeli projeler, ortak veri altyapıları), yükselen ama görece az temsil edilen konulara (algoritmik yönetişim, veri temelli ayrımcılık, platform emeği, yapay zekâ destekli hizmetler) odaklanan araştırmaların artırılması ve farklı bağlamlarda bulguların karşılaştırmalı/çoğaltıcı çalışmalarla sınanması önerilmektedir.

Kaynaklar

AbuJarour, S. a. (2020). *Social inclusion of refugees through digital learning: Means, needs, and goals.* Paper presented at the Proceedings of the Pacific Asia Conference on Information Systems.

Alam, K., & Imran, S. (2015). The digital divide and social inclusion among refugee migrants: A case in regional Australia. *Information Technology & People, 28*(2), 344-365.

Alencar, A. (2018). Refugee integration and social media: A local and experiential perspective. *Information, Communication & Society, 21*(11), 1588-1603.

Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of informetrics, 11*(4), 959-975. doi:https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007

Brunetti, F., Matt, D., Bonfanti, A., De Longhi, A., Pedrini, G., & Orzes, G. (2020). Digital transformation challenges: Strategies emerging from a multi-stakeholder approach. The TQM Journal, 32 (4), 697–724. In: DOI 10.1108/TQM-12-2019-0309.

Chohan, S. R., & Hu, G. (2022). Strengthening digital inclusion through e-government: cohesive ICT training programs to intensify digital competency. *Information technology for development, 28*(1), 16-38.

Fung, K. K., Lai, C. Y., Hung, S. L., Yu, Y., & He, L. (2025). A Systematic Review of the Digital Divide Experienced by Migrant Women. *Journal of International Migration and Integration, 26*(2), 1177-1204. doi:10.1007/s12134-024-01222-0

Hoan, N. T., Chib, A., & Mahalingham, R. (2016). *Mobile phones and Gender Empowerment: Enactment of'Restricted Agency'.* Paper presented at the Proceedings of the Eighth International Conference on Information and Communication Technologies and Development.

IOM. (2020). MIGRATION, INCLUSION AND SOCIAL COHESION: CHALLENGES, RECENT DEVELOPMENTS AND OPPORTUNITIES. Retrieved from https://publications.iom.int/system/files/pdf/wmr_2020_en_ch_6.pdf

IOM. (2025). Digital inclusion. Retrieved from https://www.iom.int/digital-inclusion

Koukiadis, D. I. (2025). Digital Exclusion, Social Exclusion, the Workplace Digital Divide, Algorithmic Decision-Making, and the Digital Transformation of the Enterprise from a Legal-Social Perspective. In *European Identities, Inclusion and Equality: Social Exclusion of Vulnerable Groups in the European Union* (pp. 293-318): Springer.
Łukaszewska-Bezulska, J. (2026). "And Only the Internet Remains…": Social Media's Role in Building Social Capital Among Migrant Students. *Social Inclusion, 14*.
Matlin, S. A., Hanefeld, J., Corte-Real, A., da Cunha, P. R., de Gruchy, T., Manji, K. N., . . . Saso, L. (2025). Digital solutions for migrant and refugee health: a framework for analysis and action. *Lancet Reg Health Eur, 50*, 101190. doi:10.1016/j.lanepe.2024.101190
Mazov, N., Gureev, V., & Glinskikh, V. (2020). The methodological basis of defining research trends and fronts. *Scientific and Technical Information Processing, 47*(4), 221-231.
Mirzaye, S., & Mohiuddin, M. (2025). Digital Transformation in International Trade: Opportunities, Challenges, and Policy Implications. *Journal of Risk and Financial Management, 18*(8), 421. Retrieved from https://www.mdpi.com/1911-8074/18/8/421
Molala, T. S., & Makhubele, J. C. (2021). The connection between digital divide and social exclusion: Implications for social work. *Humanities & Social Sciences Reviews, 9*(4), 194-201.
Nguyen, A. (2020). Digital inclusion: Social inclusion in the digital age. In *Handbook of social inclusion: Research and practices in health and social sciences* (pp. 1-15): Springer.
Olusegun, J., & Olanrewaju, D. M. A. A. (2023). Digital transformation and ease of migration process (a case-study of Lithuania). *Psychological Research (in the Balkans), 26*(2).
Paul, J., Ueno, A., Dennis, C., Alamanos, E., Curtis, L., Foroudi, P., . . . Marvi, R. (2024). Digital transformation: A multidisciplinary perspective and future research agenda. *International Journal of Consumer Studies, 48*(2), e13015.
Peeters, R., Miller, S. M., & Schuilenburg, M. (2025). Digital government inclusion: Exploring strategies for inclusive government automation. *Government Information Quarterly, 42*(2), 102028.
Ponzanesi, S., & Leurs, K. (2022). Digital migration practices and the everyday. Communication, Culture and Critique, 15 (2), 103-121. In.
Sanders, C. K., & Scanlon, E. (2021). The Digital Divide Is a Human Rights Issue: Advancing Social Inclusion Through Social Work Advocacy. *J Hum Rights Soc Work, 6*(2), 130-143. doi:10.1007/s41134-020-00147-9
Solano, G., Poelen, I., Farokh, S., & Omosomwan, S. (2026). Digital Technologies and Refugees' Social Inclusion: The Use of ICTs by NGOs. *Social Inclusion, 14*.
Şeker, B. D. (2024). Dijitalleşme ve Göç: Teknolojik Dönüşümün Göçmen Uyumu Üzerindeki Etkileri. *Uluslararası Sosyal ve Ekonomik Çalışmalar Dergisi, 5*(2), 479-498.
Tinghög, P., Al-Saffar, S., Carstensen, J., & Nordenfelt, L. (2010). The association of immigrant-and non-immigrant-specific factors with mental ill health among immigrants in Sweden. *International Journal of Social Psychiatry, 56*(1), 74-93.
Valgas, C. M., Groot Kormelink, T., de Haan, Y., & Kruikemeier, S. (2025). Navigating news across borders: Everyday news consumption among immigrants. *Journalism*, 14648849251363132.
Wang, J. (2014). Unpacking the Matthew effect in citations. *Journal of informetrics, 8*(2), 329-339.
Women, U. (2022). Gender analysis in technical areas: digital inclusion. *New York: UN Women*, 1-49.

SUBOKSİPİTAL GEVŞETMENİN LİTERATÜRDE ÇOK YÖNLÜ ETKİLERİ

Durdana SHİRİNLİ
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü**,** Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon **ORCID:** 0009-0009-3674-7724

Ayşe Neriman YILMAZ
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, S.B.F. Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü
ORCID: 0000-0002-4338-9461

ÖZET

Çalışmamız, Pub Med veri tabanı 2020-2025 yılları arasında "suboccipital release" anahtar kelimesi ile yapılan literatür taraması incelenerek düzenlenmiştir. Suboksipital gevşetme(SG) yaklaşımları, baş-boyun bölgesiyle ilişkili yakınmalarda giderek daha sık kullanılmaktadır. Suboksipital bölge; beyin sapı, üst servikal omurga ve fasyal zincirle olan yakın ilişkisi nedeniyle, uygulanan manuel tekniklere geniş yanıt verebilen, yalnızca lokal kas gerginliğini azaltmakla kalmayıp, stres yanıtı, duruş ve ağrı algısı üzerinde de etkili olan bir alandır.
Literatürde SG'nin elektroensefalografi ile değerlendirilen beyin dalgalarında düzenleyici değişiklikler oluşturduğunu, öznel iyi oluşu kısa sürede artırabildiğini, servikal hareket açıklığını geliştirmesinin yanında, fasyal zincir bağlantıları sayesinde hamstring gibi uzak kas gruplarında da esneklik artışı sağlayabildiğini bildirmektedir. Yüksek düzeyde tekrarlayıcı ve zaman baskılı işlerde çalışan bireylerde, SG'nin tükürük kortizol düzeylerini düşürdüğü ve öznel stres algısını azalttığı gösterilmiştir. Servikal bölgede ağrı, basınç eşiği, hareket açıklığı ve propriyosepsiyon gibi parametreler üzerinde yapılan değerlendirmelerde, SG'nin kısa sürede anlamlı iyileşme sağladığı; sham müdahalelerle karşılaştırmalarda ise bu etkilerin büyük ölçüde spesifik manuel girişime bağlı olduğu görülmüştür. İleri baş duruşu olan bireylerde SG'nin kraniyoservikal fleksiyon egzersiziyle birleştirilmesi, boyun hizalanmasını iyileştirmekte, boyun kaslarının aşırı aktivitesini azaltmakta ve duruş kontrolünü desteklemektedir. Mekanik veya kronik non-spesifik boyun ağrısı olan hastalarda SG masaj, ultrason ve TENS içeren standart fizik tedavi programlarıyla karşılaştırılabilir, bazı durumlarda ise daha üstün düzeyde ağrı kontrolü ve fonksiyonel iyileşme sağlayabilmektedir. Ayrıca hastanın kendi kendine uygulayabildiği self-myofascial release araçlarının, terapist tarafından uygulanan tekniklere yakın klinik yarar sunabildiği gösterilmektedir.
İncelenen tün çalışmalar ışığında, SG yaklaşımlarının beyin fonksiyonu, stres sistemi, fasiyal zincir, duruş ve ağrı mekanizmaları üzerinde çok katmanlı etkiler oluşturduğunu ve bütüncül tedavi programlarının değerli bir bileşeni olabileceğini göstermektedir.
Anahtar Kelimeler: Suboksipital gevşetme, beyin dalgaları, stres, duruş, mekanik boyun ağrısı

THE MULTIFACETED EFFECTS OF SUBOCCIPITAL RELEASE IN THE LITERATURE

ABSTRACT

Our study was organized by examining the literature search conducted in the PubMed database between 20202025 using the keyword "suboccipital release". Suboccipital release (SG) approaches are increasingly used in complaints related to the head and neck region. The suboccipital region, due to its close relationship with the brainstem, upper cervical spine, and fascial chain, is an area that can respond broadly to applied manual techniques, not only reducing local muscle tension but also affecting stress response, posture, and pain perception.

The literature reports that SG creates regulatory changes in brainwaves assessed by electroencephalography, and can quickly improve subjective well-being, enhance cervical range of motion, and increase flexibility in distant muscle groups such as the hamstrings thanks to fascial chain connections. In individuals working in highly repetitive and time-pressured jobs, SG has been shown to reduce salivary cortisol levels and decrease subjective stress perception. Evaluations of parameters such as pain pressure threshold, range of motion, and proprioception in the cervical region show that SG provides significant improvement in a short time; comparisons with sham interventions show that these effects are largely due to the specific manual intervention. In individuals with forward head posture, combining SG with craniocervical flexion exercises improves neck alignment, reduces overactivity of neck muscles, and supports postural control. In patients with mechanical or chronic non-specific neck pain, SG can provide comparable, and in some cases superior, pain control and functional improvement to standard physical therapy programs including massage, ultrasound, and TENS. Furthermore, self-myofascial release devices have been shown to offer clinical benefits comparable to therapist administered techniques.
In light of all the studies reviewed, it is shown that SG approaches have multifaceted effects on brain function, the stress system, the fascial chain, posture, and pain mechanisms, and can be a valuable component of holistic treatment programs.
Keywords: Suboccipital release, brain waves, stress, posture, mechanical neck pain

GİRİŞ

Boyun ağrısı, modern toplumlarda en sık görülen kas-iskelet sistemi problemlerinden biri olup yaşam boyu görülme sıklığının %60'ın üzerinde olduğu bildirilmektedir. Uzun süreli masa başı çalışma, ekran kullanımı, stres düzeyindeki artış ve postüral bozukluklar, servikal bölgeye binen mekanik yükü artırarak kronik boyun ağrısına zemin hazırlamaktadır. Bununla birlikte son yıllarda, boyun ağrısının yalnızca lokal biyomekanik faktörlerle açıklanamayacağı; santral sinir sistemi duyarlılığı, stres yanıtı ve otonom dengesizliklerin de önemli rol oynadığı vurgulanmaktadır(Pérez-Martínez and Gogorza-Arroitaonandia 2020).

Suboksipital bölgeye yönelik manuel terapi yaklaşımları, fizyoterapi ve manuel tıp alanında uzun süredir kullanılan teknikler arasında yer almaktadır. Ancak son yıllarda bu bölgeye uygulanan gevşetme tekniklerinin yalnızca lokal kas gevşemesi ile sınırlı kalmadığı; santral sinir sistemi, otonom düzenleme ve stres yanıtı üzerinde de etkiler oluşturabildiği yönünde artan sayıda bilimsel kanıt bulunmaktadır(Rodríguez-Huguet, …, and 2020 n.d.). Bu derlemenin amacı, Pub Med veri tabanı 2020-2025 yılları arasında "suboccipital release" anahtar kelimesi ile yapılan literatür taraması incelenerek, suboksipital ve miyofasyal gevşetme tekniklerinin nörofizyolojik ve klinik etkilerini güncel literatür ışığında bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirmektir.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Suboksipital bölgenin anatomik ve nörofizyolojik alt yapısına bakıldığında; Suboksipital kas grubu; M. Rectus capitis posterior major ve minor ile M. Obliquus capitis superior ve inferior kaslarından oluşmakta olup, üst servikal omurganın stabilitesi ve ince motor kontrolünden sorumludur. Bu kasların kas iğciği yoğunluğunun yüksek olması, suboksipital bölgenin proprioseptif bilgi üretimi ve iletiminde merkezi bir rol üstlendiğini göstermektedir. Suboksipital kaslardan beyin sapına iletilen afferent girdiler, vestibüler ve okülomotor sistemlerle entegrasyon içinde çalışarak postüral kontrolü ve baş-boyun koordinasyonunu düzenlemektedir(Rowlands and Pozun 2022).

Literatürde tanımlanan myodural köprü, suboksipital kaslar ile spinal dura mater arasında doğrudan bir anatomik bağlantı bulunduğunu ortaya koymuştur. Bu yapı aracılığıyla suboksipital kaslardaki mekanik gerilimlerin dura mater üzerinde stres oluşturabileceği ve dolaylı olarak santral sinir sistemi fonksiyonlarını etkileyebileceği ileri sürülmektedir. Ayrıca bu bölgenin vagus siniri ile olan anatomik yakınlığı, parasempatik aktivasyonun manuel müdahaleler yoluyla modüle edilebileceğini düşündürmektedir(Rowlands and Pozun 2022).

Miyofasyal gevşetme ve fasyal zincir yaklaşımını anlamak için fasyanın kaslar, kemikler ve organlar arasında süreklilik gösteren ve mekanik iletim sağlayan dinamik bir bağ dokusu ağı olduğunu göz ardı etmemek gerekir. Miyofasyal gevşetme teknikleri, bu ağ üzerindeki kısıtlılıkları azaltarak doku kayganlığını artırmayı ve nörofizyolojik inhibitör yanıtları tetiklemeyi amaçlamaktadır. Fasyal zincir yaklaşımına göre, vücudun bir segmentine uygulanan müdahaleler anatomik süreklilik yoluyla uzak segmentlerde de etkiler oluşturabilmektedir. Suboksipital gevşetme sonrası hamstring kas esnekliğinde artış bildiren çalışmalar, posterior fasyal zincir boyunca iletilen etkilerin klinik bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Bu durum, suboksipital bölgenin tüm vücut biyomekaniği üzerinde düzenleyici bir rol üstlenebileceğini düşündürmektedir(Corum et al. n.d.).

Stres yanıtı, hipotalamus-hipofiz-adrenal (HPA) ekseni ve otonom sinir sistemi arasındaki karmaşık etkileşimlerle düzenlenmektedir. Stres, HPA ekseni ve beyin fonksiyonları üzerindeki etkilerine bakıldığında; Kortizol, bu yanıtın temel biyokimyasal belirteci olup, kronik stres durumlarında artmış kortizol düzeylerinin ağrı algısını güçlendirdiği bilinmektedir(Silva et al. 2021).

Randomize kontrollü pilot çalışmalarda, suboksipital fasyal gevşetme uygulamaları sonrasında tükürük kortizol düzeylerinde anlamlı azalmalar saptanmıştır.(Silva et al. 2020) EEG çalışmalarında ise alfa dalga aktivitesinde artış bildirilmiş; bu durum santral uyarılmışlık düzeyinde azalma ve parasempatik aktivasyon ile ilişkilendirilmiştir(Sillevis and Hansen 2024). Suboksipital gevşetme tekniklerinin boyun ağrısı, fonksiyon ve proprioseptif kontrol mekanizmalarına olan etkisine bakıldığında; Boyun ağrısı olan bireylerde servikal hareket açıklığında azalma, ağrı basınç eşiğinde düşüş ve proprioseptif kontrol bozuklukları sık görülmektedir. Randomize kontrollü ve sham kontrollü çalışmalarda, suboksipital ve miyofasyal gevşetme uygulamaları sonrası ağrı şiddetinde azalma, servikal hareket açıklığında artış ve proprioseptif doğrulukta iyileşmeler rapor edilmiştir(Fernández-Pérez et al. 2013). Ayrıca ileri baş duruşu olan bireylerde suboksipital gevşetmenin kraniyoservikal fleksiyon egzersizleriyle birlikte uygulanmasının postüral hizalanmayı iyileştirdiği bildirilmiştir(Silva et al. 2021).

SONUÇ

Suboksipital ve miyofasyal gevşetme teknikleri, beyin, stres ve boyun ağrısı arasındaki karmaşık etkileşimleri hedefleyen bütüncül bir manuel terapi yaklaşımı sunmaktadır. Bu tekniklerin, santral etkileri de dikkate alan multidisipliner fizyoterapi ve rehabilitasyon programlarının önemli bir bileşeni olarak değerlendirilmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Corum, M, T Aydin, CM Ceylan, FN Kesiktas - Complementary Therapies in, and undefined 2021. “The Comparative Effects of Spinal Manipulation, Myofascial Release and Exercise in Tension-Type Headache Patients with Neck Pain: A Randomized Controlled.” *Elsevier*. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1744388121000189 (December 23, 2025).

Fernández-Pérez, Antonio Manuel, Maria Isabel Peralta-Ramírez, Andrzej Pilat, Carmen Moreno-Lorenzo, Carmen Villaverde-Gutiérrez, and Manuel Arroyo-Morales. 2013. "Can Myofascial Techniques Modify Immunological Parameters?" *Journal of Alternative and Complementary Medicine* 19(1): 24–28. doi:10.1089/acm.2011.0589.
Pérez-Martínez, C, and K Gogorza-Arroitaonandia. 2020. "INYBI: A New Tool for Self-Myofascial Release of the Suboccipital Muscles in Patients with Chronic Non-Specific Neck Pain: A Randomized Controlled Trial." https://journals.lww.com/spinejournal/fulltext/2020/11010/INYBI__A_New_Tool_for_Self_Myofascial_Release_of.4.aspx (December 23, 2025).
Rodríguez-Huguet, M, … D Rodríguez-Almagro - Journal of Manipulative, and undefined 2020. "Treatment of Neck Pain with Myofascial Therapies: A Single Blind Randomized Controlled Trial." *Elsevier*. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0161475420300105 (December 23, 2025).
Rowlands, E, and A Pozun. 2022. "Osteopathic Manipulative Treatment: Suboccipital Release." https://europepmc.org/article/nbk/nbk582126 (December 23, 2025).
Sillevis, Rob, and Anne Weller Hansen. 2024. "Could the Suboccipital Release Technique Result in a Generalized Relaxation and Self-Perceived Improvement? A Repeated Measure Study Design." *Journal of Clinical Medicine* 13(19). doi:10.3390/jcm13195898.
Silva, Bruna Luísa, Lara Alves de Oliveira, Camila Medeiros Costa, Cristiano Queiroz Guimarães, Leonardo Sette Vieira, and Andrei Pereira Pernambuco. 2021. "A Pilot Study of the Effects of Suboccipital Fascial Release on Heart Rate Variability in Workers in the Clothing Industry: Randomized Clinical Trial." *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 25(2): 223–29. doi:10.1016/j.jbmt.2020.10.020.
Silva, Bruna Luísa, Lara Alves De Oliveira, Camila Medeiros Costa, Cristiano Queiroz Guimarães, Leonardo Sette Vieira, and Andrei Pereira Pernambuco. 2020. "A Pilot Study of the Effects of Suboccipital Fascial Release on Cortisol Levels in Workers in the Clothing Industry–Randomized Clinical Trial." *pmc.ncbi.nlm.nih.gov* 64(2): 109. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7500232/ (December 23, 2025).

FARKLI MİYOFASYAL GEVŞETME TEKNİKLERİNİN GENEL EKLEM HAREKET AÇIKLIĞINA VE VÜCUT ESNEKLİĞİNE ETKİLERİ

Aysun VURAL
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon
ORCID: 0000-0002-4701-830X
Ayşe Neriman YILMAZ
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, S.B.F. Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü
ORCID: 0000-0002-4338-9461

Özet
Fasya, dinamik bir yapı olarak tensegrity özelliğiyle çevrelediği dokulara destek sağlayan, kasa göre 10 kat daha fazla duyu siniri reseptörüne ve sinir sistemine benzer entegre bir mekanosensitif sinyalizasyon sistemine sahiptir. Kendisine dayatılan hem iç hem de dış gerilim taleplerine yanıt olarak sürekli olarak şekil değiştirir. Kas-iskelet sisteminin fonksiyonelliği, fasyanın fonksiyonlarını eksiksiz gerçekleştirmesiyle ilgilidir.
Fasya ile ilgili olarak, miyofasyal gevşetme, bağ dokusu masajı ve fasyal manipülasyon dahil olmak üzere çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Miyofasyal gevşetme, bağ dokusunu gevşetmeyi amaçlayan, hafif şiddette uzun süre temas uygulanarak fasyal yapışıklıkları ve ağrıyı azaltma, kası optimal uzunluğa döndürme, fonksiyonelliği artırma gibi etkileri olan tekniktir. Literatürde Direk, İndirekt, Self miyofasyal gevşetme teknikleri tanımlanmıştır. Tekniklerin, doku üzerindeki tedavi edici etkileri ve fasyal değişimleri Ultrason ve MRG görüntüleri ile gösterilmektedir. Ağrıyı azaltma, yumuşak doku esnekliğini ve günlük yaşam aktivitelerindeki fonksiyonelliği artırma potansiyeline sahip olduğu çalışmalarla desteklenmektedir. Miyofasyal gevşetme, suboksipital inhibisyon, Leg Pull, Arm Pull, Cross-Hand teknikleri ile örneklendirilebilir. Literatürde çoğunlukla kas iskelet sistemi problemlerinde çalışılmış olup ayrıca disk patolojileri, vertigo, anksiyete, fibromiyalji gibi çeşitli konularda da yayınlar mevcuttur. Bu çalışmalarla, fasyanın kesintisiz bütünlüğü sayesinde; sadece sorunlu alanda değil uzak bölge ve uzuvlarda da miyofasyal tekniklerin etkili olduğu gösterilmektedir.
Miyofasyal gevşetme teknikleri fizyoterapi ve rehabilitasyon programlarına dahil edilebilecek kolay uygulanabilir, konforlu-ağrısız ve risksiz bir yöntemdir. Fasyal bütünlüğün anlaşılmasıyla; etkilenen bölgeye çeşitli sebeplerle ulaşılamadığında aynı miyofasyal hat üzerinde çalışarak iyileşmenin desteklenebileceğini önermekteyiz.
Anahtar kelimeler: Miyofasyal Gevşetme, Fasya, Esneklik, Fonksiyonellik

EFFECTS OF DIFFERENT MYOFASCIAL RELEASE TECHNIQUES ON GENERAL JOINT RANGE OF MOTION AND BODY FLEXIBILITY

Abstract
Fascia, as a dynamic structure with tensegrity, provides support to the surrounding tissues and possesses 10 times more sensory nerve receptors than muscle, along with an integrated mechanosensitive signaling system similar to the nervous system. It constantly changes shape in response to both internal and external stress demands imposed upon it. The functionality of the musculoskeletal system depends on the fascia performing its functions completely.
Regarding fascia, various methods are applied, including myofascial release, connective tissue massage, and fascial manipulation. Myofascial release is a technique that aims to relax connective tissue through mild, prolonged contact, reducing fascial adhesions and pain, returning muscle to optimal length, and improving functionality. Direct, indirect, and self-

myofascial release techniques have been described in the literature. The therapeutic effects of these techniques on the tissue and the fascial changes are demonstrated with ultrasound and MRI images. Studies support the potential of these techniques to reduce pain, increase soft tissue flexibility, and improve functionality in daily living activities. Myofascial release can be exemplified by techniques such as suboccipital inhibition, leg pull, arm pull, and cross-hand techniques. In the literature, it has mostly been studied in musculoskeletal problems, but there are also publications on various topics such as disc pathologies, vertigo, anxiety, and fibromyalgia. These studies show that, thanks to the uninterrupted integrity of the fascia, myofascial techniques are effective not only in the problematic area but also in distant regions and limbs.
Myofascial release techniques are an easily applicable, comfortable, painless, and risk-free method that can be included in physiotherapy and rehabilitation programs. By understanding fascial integrity, we suggest that healing can be supported by working along the same myofascial line when the affected area is inaccessible for various reasons.
Keywords: Myofascial Release, Fascia, Flexibility, Functionality

1. GİRİŞ

Fasya yıllarca ihmal edilmiş bir organ iken, son yıllarda ciddi anlamda ilgi görmeye başlamıştır. Bu ihmalin sebepleri olarak; her yerde bulunabilen düzensiz yapısıyla net ayrımlarının yapılamıyor olması, yeterince ölçüm aracının bulunmuyor olması sayılabilir. Bu durum son yıllarda önemli ölçüde değişmeye başlamıştır (Akkoyun Sert Ö, 2015).
Aslında, "a" kası diye bir şey olmadığı iddia edilebilir, çünkü fasya her kası bir sonrakine ve diğer tüm yapılara sürekli bir ağ olarak bağlar. Fasya bir gerilim kuvveti aktarım sistemi olduğundan (tensegrity), uyarılara uyum sağlar; bununla birlikte, yaralandığında, etkilenen gerilim hatları boyunca işlev bozukluğu barındıracak ve bu da asıl yaralanmanın olduğu bölgeden uzakta sayısız semptomlara yol açacaktır (Van der Wal, 2009).
Fasya ile ilgili olarak, miyofasyal gevşetme (Barnes, 1997), bağ dokusu masajı (Holey, 2000) ve fasyal manipülasyon (Picelli et al., 2011) dahil olmak üzere çeşitli yöntemler ve sistemler önerilmiştir . Klinik amaçlar için, çeşitli odaklanmış terapötik hedeflere ulaşmak için miyofasyal veya bağ dokusu katmanlarını manipüle etmek ve germek için çeşitli fasyal teknikler entegre edilebilir (Sherman et al., 2006).
Fasyal yapılar üzerinde çalışan bu yaklaşımlardan, miyofasyal gevşetme tekniğinin ağrıyı azaltma, esnekliği artırma, günlük yaşam aktivitelerinde işlevi artırma potansiyeline sahip olduğu düşünülmektedir (Takei, 2001). Miyofasyal gevşetme tekniği, kas ve fasya gibi yumuşak doku yapılarına kuvvet uygulanan çeşitli fiziksel ve manuel fizyoterapi tekniklerinin daha geniş bir yelpazesini kapsayan bir terim olarak bilinir (McKenney vd. 2013).
Literatüre bakıldığında miyofasyal gevşetme teknikleri 3 başlık altında toplanmıştır. Bunlar;

1. Direk Miyofasyal Gevşetme Tekniği: Bu teknikte uygulayıcı, limitasyon olan dokuya direk bir alet yardımıyla, parmak boğumu, dirseği veya önkolunun medial kısmı ile belli bir kuvvetle baskı veya germe uygular (Ajimsha et al., 2015)(Kutner et al., 2008). Genellikle tetik nokta, fasyal mobiliteyi artırmak ve adezyonlar için kullanılır (Kutner et al., 2008) (Clark et al., 2007).

2. İndirekt Miyofasyal Gevşetme Tekniği: Bu teknikte uygulayıcı elini kullanarak birkaç gramlık kuvveti sabit bir şekilde 3-5 dakika kadar limitasyon yönünde uygular ve böylece fasyayı gererek dokunun gevşemesini sağlar (Ajimsha et al., 2015)(Kutner et al., 2008). Bu teknik sayesinde dokunun esnekliği artar, skar ve adezyonlar çözülür (Paolini, 2009).

3. Self Miyofasyal Gevşetme Tekniği: Uygulamayı terapistin değil kişinin kendi kendine gerçekleştirdiği bir tekniktir (Beardsley et al., 2015). Bu teknikte birey, kendi ağırlığını kullanır ve tenis topu, köpük rulo, masaj aleti vb. ekipmanları yumuşak dokunun üzerinde gezdirerek gerçekleştirir (Gerald et al., 2013) (Bhowmick et al., 2009).

Miyofasyal gevşetme teknikleri, miyofasyal kompleksi manipüle etmek için özel olarak yönlendirilmiş, düşük yük ve uzun süreli mekanik kuvvetleri içerir (Takei, 2001). Bu teknik fizyolojik fonksiyonları iyileştirmek için yaygın olarak kullanılan bir manuel terapi şeklidir (Ajimsha et al., 2015). Miyofasyal gevşetme teknikleri, mekanik özelliklerinde değişikliklere uğramış, örneğin normal esneklik ve kıvamını kaybetmiş fasya gibi yapıların doku esnekliğini korumayı amaçlar (Barnes, 1997). Miyofasyal gevşetme tekniklerinin etkinliği, ayak bileği kırıkları, bel ağrısı, karpal tünel sendromu, şiddetli astım, migren ve fibromiyalji dahil olmak üzere bir dizi rahatsızlıkta gösterilmiştir (Tozzi P., 2012). Ayrıca literatürde miyofasyal gevşetmenin esnekliği arttırdığına yönelik kanıtlar elde edilmiştir. Bir çok çalışma, spazmın hafifletilmesinin, yapışıklıkların azaltılmasının, kan akışının ve lenfatik drenajın arttırılmasının esnekliğin artmasına yardımcı olduğu konusunda hemfikirdi (Bhowmick et al., 2009)(Paolini, 2009)(Stone JA, 2000). Bizde bu derleme ile miyofasyal gevşetme tekniklerinin genel eklem hareket açıklığı ve vücut esnekliği üzerine etkilerini güncel literatür taramasıyla incelemek amacıyla tasarlandık.

2. YÖNTEM

Çalışmamızda Kasım-Aralık 2025 tarihleri arasında "myofascial release", "range of motion" ve "flexibility" anahtar kelimelerini kullanarak PubMed, Scopus ve Google Akademik elektronik veri tabanları taranmıştır. Tarama 2021-2025 yıllarını kapsayacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Arama sonuçlarına göre miyofasyal gevşetme uygulamalarının herhangi farklı bir müdahale ile kıyaslandığı ve esneklik ve eklem hareket açıklığı değerlendirmelerini barındıran çalışmalar dahil edilmiştir.

3. SONUÇLAR

Literatürde miyofasyal gevşetme teknikleri farklı bir çok örneklem üzerinde çalışılmıştır. Khan ve ark. 2022 yılında yaptıkları bir çalışmada spesifik olmayan boyun ağrılı bireylerde miyofasyal gevşetme ve post-izometrik relaksasyon uygulamalarını karşılaştırmış ve servikal eklem hareket açıklığı açısından her iki grupta da anlamlı sonuçlar elde edilmiş ancak post-izometrik relaksasyon uygulamasının miyofasyal gevşetme uygulamasına göre daha etkili olduğu görülmüştür (Khan et al., 2022). Güneş ve ark. 2023 yılında yaptıkları bir çalışmada torakolumbal fasyaya uygulanan miyofasyal gevşetme ve graston uygulamalarını karşılaştırmış ve her iki uygulamanın akut olarak lumbal bölge hareket açıklığını ve propriosepsiyonu etkili bir şekilde iyileştirdiği gösterilmiştir (Güneş et al., 2023). Kweon ve ark. 2023 yılında yaptıkları bir çalışmada sağlıklı yetişkinlerde miyofasyal gevşetme ve fasyal distorsiyon modelini karşılaştırmış ve her iki grupta da düz bacak kaldırma açısı ve parmak-yer mesafesinde anlamlı artış gözlenmiş, ancak gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (Kweon et al., 2023). Vijayakumar ve ark. 2025 yılında meme kanseri nedeniyle ameliyat/yardımcı radyoterapi gören ve komplikasyon geliştiren bireyler üzerinde yaptıkları bir çalışmada miyofasyal gevşetme ve manuel lenf drenaj uygulamalarını karşılaştırmış ve manuel lenf drenaj grubuyla karşılaştırıldığında, miyofasyal gevşetme grubunda ağrıda anlamlı bir azalma, omuz hareket açıklığında iyileşme, omuz fonksiyon bozukluğunda azalma ve yaşam kalitesinde iyileşme gözlemlenmiştir (Vijayakumar et al., 2025). Çetinyol ve ark. 2025 yılında yaptıkları bir çalışmada kronik bel ağrısı olan bireylerde miyofasyal gevşetme ve klasik masaj uygulamasının akut etkilerini karşılaştırmış ve miyofasyal gevşetme tekniği, ağrının giderilmesi ve esnekliğin artırılması için klasik masaja kıyasla daha etkili bulunmuştur (Çetinyol et al., 2025).

Literatürde self-miyofasyal gevşetme tekniklerinin değerlendirildiği bir çok çalışma mevcuttur. Sulowska-Daszyk ve ark. uzun mesafe koşucularında kendi kendine miyofasyal gevşetmenin kas esnekliği üzerindeki akut etkisini değerlendirmek amacıyla yaptıkları çalışmada piriformis, adduktör ve tensor fasciae latae kaslarında foam-roller ile kendi kendine uygulanan miyofasyal terapi tekniği sonrasında daha yüksek değerler kaydedilmiştir. Rektus femoris ve iliopsoas kaslarında ise daha düşük değerler gözlemlenmiştir. Tüm bu sonuçlar, daha büyük kas esnekliği ile ilgili iyileşmeyi ve buna bağlı olarak hareket açıklığında artışı göstermiştir (Sulowska-

daszyk, 2022). Khan ve ark. 2024 yılında tekerlekli sandalye kullananlarda yaptıkları bir çalışmada kas enerji tekniği ve foam-roller kullanılarak yapılan kendi kendine miyofasyal gevşetme yöntemlerinin etkinliğini karşılaştırmış ve hamstring kas esnekliğini, dinamik dengeyi ve fiziksel engelliliği iyileştirmede etkilidir; ancak self-miyofasyal gevşetmenin kas enerji tekniklerinden daha etkili olduğu bulunmuştur (Khan et al., 2024). Yan ve ark. 2024 yılında kalça hipomobilite sendromu olan adolesan futbolcularda yaptıkları bir çalışmada geleneksel statik germe ve kendi kendine miyofasyal gevşetmenin etkisini karşılaştırmış ve her iki müdahalenin hem hareket açıklığı hem kas fonksiyonu asimetrisini de iyileştirmede etkili olduğu bulunmuştur (Yan et al., 2024). Vicente-Mampel ve ark. miyofasiyal ağrı sendromu bulunan bireylerde kendi kendine miyofasyal gevşetme ve kuru iğneleme müdahalelerini karşılaştırmış ve her iki müdahaleninde ayak bileği dorsifleksiyonu iyileştirmede etkili olduğu bulunmuştur (Vicente-Mampel et al., 2024). Çil ve ark. 2025 yılında basketbolcularda yaptıkları bir çalışmada terapist tarafından uygulanan ve kendi kendine uygulanan miyofasyal gevşetme tekniklerini kıyaslamış, her iki grupta da anlamlı iyileşmeler bulunmuş ancak terapist tarafından uygulanan miyofasyal gevşetme tekniğinin, kendi kendine uygulanan miyofasyal gevşetme tekniğine kıyasla esneklik ve sıçrama parametrelerini önemli ölçüde daha fazla geliştirdiğini göstermektedir (Çil et al., 2025).

29. Literatür taraması esnasında miyofasyal gevşetme uygulamalarının değerlendirildiği randomize kontrollü çalışmaların dışında dikkat çeken bazı sistematik derlemelerde bulundu. França ve ark. 2023 yılında atletik performans için miyofasyal gevşetme stratejileri ve teknik önerileri belirlemek için yaptıkları sistematik derlemede alet destekli yumuşak doku mobilizasyonunun, dorsifleksiyon ve plantar fleksiyon hareket açıklığını, diz eklemi kinetik kuvvetini, tepe torkunu ve açısal hızı artırdığını bulmuşlardır.Foam-roller ile kendi kendine miyofasyal gevşetme uygulamasının ise doku elastikiyetini geri kazandırma eğiliminde olduğu için esnekliği artırdığı, ancak aerobik aktiviteyi iyileştirmediği sonuçlarına ulaşmışlardır (França et al., 2023). Piotr ve ark. 2023 yılında yaptıkları bir sistematik derlemede kronik bel ağrısı olan hastalarda izole miyofasyal gevşetme terapilerinin etkilerini araştırmak amacıyla beş makaleyi incelemişlerdir. Çalışmalar doğrultusunda miyofasyal gevşetme uygulamalarının hareket açıklığı üzerindeki etkilerinin anlamlı olduğu sonuçlarına ulaşmışlardır (Piotr et al., 2023). Bizim derlememizin sonuçlarıyla paralelellik gösteren bu sonuçlarla birlikte eklem hareket açıklığının ve esnekliğin artırılması istenen durumlarda miyofasyal gevşetme uygulamalarından faydalanabileceği görüşündeyiz.

Sonuç olarak hem terapist tarafından uygulanan hem kendi kendine uygulanan miyofasyal terapi uygulamalarının, farklı eklemlerde hareket açıklıklarını artırdığı ve esneklik değerlendirmelerinde de olumlu etkilerinin olduğu görülmüştür. Miyofasyal gevşetme teknikleri fizyoterapi ve rehabilitasyon programlarına dahil edilebilecek kolay uygulanabilir, konforlu, ağrısız ve risksiz bir yöntemdir. Ayrıca fasyal bütünlüğün anlaşılmasıyla; etkilenen bölgeye çeşitli sebeplerle müdahale edilemediği durumlarda aynı miyofasyal hat üzerinde çalışarak uzak yapılara da etki edilerek iyileşmenin desteklenebileceğini önermekteyiz.

KAYNAKLAR

Ajimsha, M. S., Al-Mudahka, N. R., & Al-Madzhar, J. A. (2015). Effectiveness of myofascial release: Systematic review of randomized controlled trials. *Journal of Bodywork and Movement Therapies, 19*(1), 102–112. https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2014.06.001

Akkoyun Sert Ö. (2015). Vücudu Saran Gergin Bir Ağ Olarak Fasya. In: Schleip R, editor. Spor ve Harekette Fasya. *1.Baskı, Ankara, Hipokrat Yayınevi*, 3–11.

Barnes, M. F. (1997). The basic science of myofascial release: morphologic change in connective tissue. *Journal of Bodywork and Movement Therapies, 1*(4), 231–238. https://doi.org/10.1016/S1360-8592(97)80051-4

Beardsley, C., and Škarabot, J. (2015). Effects of Self-Myofascial Release: A Systematic

Review. *Journal of Bodywork & Movement Therapies*, *19*(4), 747–758.
Bhowmick, S., Singh, A., Flavell, R.A., Clark, R.B., O'Rourke, J., and Cone, R. E. (2009). The sympathetic nervous system modulates CD4+FoxP3+ regulatory T cells via a TGF-beta-dependent mechanism. *Journal of Leukocyte Biology*, *86*(6), 1275-1283.
Çetinyol O, Saka S, Ç. A. (2025). Acute effects of myofascial release technique on flexibility and pain: Outcome for chronic low back pain. *J Bodyw Mov Ther., 41:194-198*.
Çil ET, Kocakılıç B, Yeşilkaya H, Yeral A, Ç. A. (n.d.). Comparison of the acute effects of self- and therapist-administered myofascial release techniques on muscle flexibility and jumping performance in professional male basketball players: A randomized controlled trial. *J Bodyw Mov Ther.*
Clark M, Corn R, L. S. (2007). Inhibitory Techniques: Self-Myofascial Release. *National Academy of Sports Medicine*.
França MED, Amorim MDS, Sinhorim L, Santos GM, do N. I. (2023). Myofascial release strategies and technique recommendations for athletic performance: A systematic review. *J Bodyw Mov Ther., 36:30-37.*
Gerald H. Pollack. (2013). *The Fourth Phase of Water: Beyond Solid, Liquid, and Vapor*.
Güneş M, Y. M. (2023). Acute effects of thoracolumbar fascia release techniques on range of motion, proprioception, and muscular endurance in healthy young adults. *J Bodyw Mov Ther., 35:145-150*.
Holey, E. A. (2000). Connective tissue massage: A bridge between complementary and orthodox approaches. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, *4*(1), 72–80. https://doi.org/10.1054/jbmt.1999.0125
Jean S. Kutner, Mellis, B. K., Beaty, B., Felton, S., Yamashita, T. E., Bryant, L. L., & Fairclough, D. L. (2008). Massage Therapy versus Simple Touch to Improve Pain and Mood in Patients with Advanced Cancer. *Annals of Internal Medicine*, 369–380.
Khan, T., Rizvi, M. R., Sharma, A., Ahmad, F., Hasan, S., Uddin, S., Sidiq, M., Ammari, A., Iqbal, A., & Alghadir, A. H. (2024). Assessing muscle energy technique and foam roller self-myofascial release for low back pain management in two-wheeler riders. *Scientific Reports*, *14*(1), 12144. https://doi.org/10.1038/s41598-024-62881-8
Khan, Z. K., Ahmed, S. I., Ahmed, A., Baig, M., & Farooqui, W. A. (2022). Effect of post - isometric relaxation versus myofascial release therapy on pain , functional disability , rom and qol in the management of non - specific neck pain : a randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 1–11. https://doi.org/10.1186/s12891-022-05516-1
Kweon M, K. J. (2023). Comparison of immediate effects of myofascial release and fascial distortion model on the range of motion, pain pressure threshold, and balance in healthy adults. *J Bodyw Mov Ther., 35:33-37.*
McKenney, K., Elder, A. S., Elder, C., & Hutchins, A. (2013). Myofascial Release as a Treatment for Orthopaedic Conditions: A Systematic ReviewMyofascial Release as a Treatment for Orthopaedic Conditions: A Systematic Review. *Journal of Athletic Training*, *48*(4), 522–527.
Paolini, J. (2009). Review of myofascial release as an effective massage therapy technique. *Athletic Therapy Today*, *14*(5), 30–34.
Picelli, A., Ledro, G., Turrina, A., Stecco, C., Santilli, V., Smania, N., & Manipulation, F. (2011). *Effects of myofascial technique in patients with subacute whiplash associated disorders: a pilot study*. *47*(4), 561–568.
Piotr, O. (2023). *Effects of Isolated Myofascial Release Therapy in Patients with Chronic Low Back Pain — A Systematic Review*.
Sherman, K. J., Dixon, M. W., Thompson, D., & Cherkin, D. C. (2006). Development of a taxanomy to descirbe massage treatments for musculoskeletal pain. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, *6*, 1–7. https://doi.org/10.1186/1472-6882-6-24

Stone JA. (2000). Miyofascial Release. *Athl Ther Today*.
Sulowska-daszyk, I. (2022). *The Influence of Self-Myofascial Release on Muscle Flexibility in Long-Distance Runners*.
Takei, H. (2001). Myofascial release. In *Rigakuryoho Kagaku* (Vol. 16, Issue 2). https://doi.org/10.1589/rika.16.103
Tozzi P. (2012). Selected fascial aspects of osteopathic practice. *J Bodyw Mov Ther., 16(4):503-*.
van der Wal, J. (2009). The architecture of the connective tissue in the musculoskeletal system-An often overlooked functional parameter as to proprioception in the locomotor apparatus. *International Journal of Therapeutic Massage and Bodywork: Research, Education, and Practice*, *2*(4), 9–23. https://doi.org/10.3822/ijtmb.v2i4.62
Vicente-Mampel J, Bautista IJ, López-Soler J, Torregrosa-Valls J, Falaguera-Vera F, Gargallo P, B.-V. L. (2024). Acute effects of self-myofascial release compared to dry needling on myofascial pain syndrome related outcomes: Range of motion, muscle soreness and performance. A randomized controlled trial. *J Bodyw Mov Ther, 40:632-639*.
Vijayakumar C, Jain A, Kalaranjani M, Kumbhar US, Kumar N, S. G. (2025). Effectiveness of Myofascial Release Compared to Manual Lymphatic Drainage in Reducing Post-Treatment Shoulder Pain and Stiffness Among Patients Who Underwent Breast Cancer Surgery and Adjuvant Radiotherapy: Randomised controlled trial. *Sultan Qaboos Univ Med J., 25(1):328-*.
Yan, S., Jiang, Q., & Song, M. (2024). *Effect of improving asymmetry through self-myofascial release in adolescent soccer player with hypomobility syndrome hip*. *32*(May).

GEBELİKTE PERİODONTAL SAĞLIĞIN ÖNEMİ

Doç. Dr. Ebru SAĞLAM
Istanbul Medeniyet University, Faculty of Dentistry, Department of Periodontology, 34956 Istanbul, ORCID**:** 0000-0002-7329-8085

ÖZET
Periodontal sağlığın gebelik sürecindeki rolünü, gebelikte periodontal dokularda gözlenen değişiklikleri ve periodontal hastalığın maternal ve fetal sonuçlar üzerindeki olası etkilerini değerlendirmek amacıyla son beş yıl içinde yayımlanan klinik araştırmalar, kohort ve olgu-kontrol çalışmaları ile sistematik derlemeler taranarak gebelikte periodontal durum, advers gebelik sonuçları, olası biyolojik mekanizmalar ve koruyucu-yönetsel yaklaşımlar değerlendirilmiştir. Gebelikte artan östrojen ve progesteron düzeyleri, vasküler permeabilite ve gingival vaskülarizasyonu artırarak dental plak varlığında gingival inflamasyonu şiddetlendirmekte, sondlamada kanama ve gingival indeks skorlarında belirgin artışa yol açmaktadır. Güncel çalışmalar, periodontitisli gebelerde preterm doğum ve düşük doğum ağırlığı riskinin periodontal olarak sağlıklı gebelere kıyasla anlamlı şekilde arttığını, bazı meta-analizlerde olasılık oranlarının iki katı aştığını bildirmektedir. Benzer şekilde periodontitisin, preeklampsi ve gestasyonel diyabet gibi diğer advers gebelik sonuçlarıyla da ilişkili olabileceği; bu ilişkide sistemik inflamatuvar yük artışı, endotel disfonksiyonu, oksidatif stres ve uteroplasental perfüzyon bozukluğunun aracı roller üstlendiği gösterilmektedir. Deneysel çalışmalar, özellikle *Porphyromonas gingivalis* dış membran veziküllerinin trophoblast hücre metabolizmasını ve invazyon kapasitesini bozarak fetoplasental ünitede fonksiyonel bozulmalara yol açabileceğini ve bunun preterm doğum ile fetal büyüme kısıtlılığı açısından biyolojik olasılık sunduğunu ortaya koymaktadır. Klinik veriler, periodontal tedavinin gebelikte güvenle uygulanabildiğini ve periodontal parametreleri iyileştirdiğini, ancak preterm doğum ve düşük doğum ağırlığı üzerine etkisine ilişkin sonuçların heterojen olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte prekonsepsiyonel ve erken gebelik döneminde periodontal değerlendirmenin yapılması, plak kontrolünün sağlanması, cerrahi olmayan periodontal tedavinin planlanması ve obstetri–periodontoloji iş birliğinin güçlendirilmesi, hem maternal periodontal sağlığı hem de gebelik prognozunu iyileştirme potansiyeline sahip görünmektedir. Güncel kanıtlar, periodontal hastalıkların gebelikte modifiye edilebilir bir risk faktörü olarak ele alınması gerektiğini ve gebelik takibine sistematik periodontal değerlendirmenin entegre edilmesinin anne ve fetus açısından olası advers sonuçların azaltılmasına katkı sağlayabileceğini düşündürmektedir.
Anahtar Kelimeler: Periodontitis, Gebelik Komplikasyonlar, Erken Doğum, Düşük Doğum Ağırlıklı Bebek, Preeklampsi

THE IMPORTANCE OF PERIODONTAL HEALTH IN PREGNANCY

ABSTRACT
In order to evaluate the role of periodontal health in the course of pregnancy, the changes observed in periodontal tissues during pregnancy, and the potential effects of periodontal disease on maternal and fetal outcomes, clinical studies, cohort and case–control studies, and systematic reviews published over the last five years were screened, and periodontal status in pregnancy, adverse pregnancy outcomes, possible biological mechanisms, and preventive–management approaches were assessed. Increasing estrogen and progesterone levels during pregnancy enhance vascular permeability and gingival vascularization, thereby exacerbating gingival inflammation in the presence of dental plaque and leading to a marked increase in bleeding on probing and gingival index scores. Current studies report that, in pregnant women

with periodontitis, the risk of preterm birth and low birth weight is significantly higher compared to periodontally healthy pregnant women, and that in some meta-analyses the odds ratios exceed two. Similarly, periodontitis may also be associated with other adverse pregnancy outcomes such as preeclampsia and gestational diabetes; in this relationship, an increase in systemic inflammatory burden, endothelial dysfunction, oxidative stress, and disturbances in uteroplacental perfusion have been shown to play intermediary roles. Experimental studies, particularly those focusing on outer membrane vesicles of Porphyromonas gingivalis, demonstrate that these structures can impair trophoblast cell metabolism and invasive capacity, thereby leading to functional disturbances in the fetoplacental unit, which in turn provides biological plausibility for preterm birth and fetal growth restriction. Clinical data indicate that periodontal treatment can be safely administered during pregnancy and improves periodontal parameters, yet the results regarding its impact on preterm birth and low birth weight are heterogeneous. Nevertheless, performing periodontal assessment in the preconceptional and early pregnancy periods, ensuring plaque control, planning non-surgical periodontal therapy, and strengthening collaboration between obstetrics and periodontology appear to have the potential to improve both maternal periodontal health and pregnancy prognosis. Contemporary evidence suggests that periodontal diseases should be regarded as a modifiable risk factor in pregnancy and that integrating systematic periodontal assessment into routine antenatal care may contribute to reducing possible adverse outcomes for both mother and fetus.
Key Words: Periodontitis, Pregnancy Complications, Preterm Birth, Low Birth Weight Infant, Preeclampsia

1. GİRİŞ

Periodontal hastalıklar, dişleri çevreleyen destek dokularda mikrobiyal dental plak kaynaklı kronik inflamasyon ile karakterize, yaygın görülen enfeksiyöz durumlar olup, sistemik inflamatuvar yükü artırarak çeşitli sistemik hastalıklarla ilişkilendirilmektedir (Chapple et al., 2018; Raju & Berens, 2021). Gebelik ise, hormonal, immünolojik ve metabolik değişikliklerin belirginleştiği, anne organizmasının fizyolojisinin yeniden düzenlendiği bir dönemdir ve bu süreçte periodontal dokular başta olmak üzere oral kavitede belirgin değişiklikler ortaya çıkmaktadır (Raju & Berens, 2021; Ye & Kapila, 2021).

Son yıllarda gözlemsel çalışmaar ve sistematik derlemeler, gebelikte periodontal hastalık ile preterm doğum, düşük doğum ağırlığı, preeklampsi ve diğer advers gebelik sonuçları arasındaki ilişkiyi incelemiş; periodontal hastalığın gebelik açısından potansiyel olarak modifiye edilebilir bir risk faktörü olabileceğini ortaya koymuştur (Le et al., 2022; Lee et al., 2022; Nannan, Xiaoping, & Ying, 2022; Tsikouras et al., 2024). Bu sebeple gebelikte periodontal sağlığın korunması, yalnızca ağız-diş sağlığı açısından değil, maternal ve fetal sonuçlar bakımından da önemli bir halk sağlığı önceliği olarak ele alınmaktadır (Nannan et al., 2022; Tsikouras et al., 2024).

Periodontal sağlık; klinik ataşman kaybı olmaksızın veya stabil ataşman kaybı varlığında minimal kanama ile seyreden, inflamasyon belirteçlerinin düşük düzeyde olduğu durum olarak tanımlanmaktadır (Chapple et al., 2018). Periodontal sağlığın yalnızca klinik ataşman düzeyi ile değil, inflamasyonun biyobelirteç düzeyleri ve hastanın sistemik durumuyla da ilişkili olduğu vurgulanmakta; böylece periodontal sağlığın sistemik sağlıkla çift yönlü ilişkisi kavramsallaştırılmaktadır (Chapple et al., 2018; Raju & Berens, 2021).

Periodontitis ise, dişeti inflamasyonunun periodontal bağ dokusu ve alveoler kemik destrüksiyonu ile seyrettiği, çoğunlukla gram-negatif anaerop patojenlerin baskın olduğu, lokal doku yıkımının yanı sıra sistemik dolaşıma salınan sitokinler ve akut faz yanıtı üzerinden sistemik inflamasyon yükünü artıran bir kronik enfeksiyon olarak tanımlanmaktadır (Nannan et al., 2022; Raju & Berens, 2021; Ye & Kapila, 2021).

Bu çalışmada, gebelikte periodontal ve oral değişiklikler, periodontitisi olan gebelerde gebelik sonuçları ile fetüs ve anne açısından olumsuz etkiler literatür ışığında incelenerek; bu olumsuzluklardan korunmaya yönelik önleme ve yönetim stratejileri ele alınmıştır.

2. GEBELİKTE PERİODONTAL VE ORAL DEĞİŞİKLİKLER

Gebelik döneminde artan östrojen ve progesteron düzeyleri, vasküler permeabilite ve gingival vaskülarizasyonu artırmakta; bu hormonal değişiklikler, dental plak varlığında gingival inflamasyona yatkınlığı belirgin şekilde yükseltmektedir (Raju & Berens, 2021; Ye & Kapila, 2021). Prospektif çalışmalar, gebelerin önemli bir kısmında gebelik öncesine kıyasla gingival indeks ve sondlamada kanama skorlarında belirgin artış olduğunu, klinik ataşman kaybının ise daha çok önceden mevcut periodontitis varlığında ilerlediğini bildirmektedir (Chen, Hong, & Yu, 2022; Raju & Berens, 2021; Ye & Kapila, 2021).

Periodontal mikrobiom açısından bakıldığında, gebelik süresince hormonal ve immünolojik değişikliklere paralel olarak supragingival ve subgingival plakta kompozisyonel kaymalar, özellikle gram-negatif anaeropların ve bazı proteolitik türlerin artışı gösterilmiştir (Ye & Kapila, 2021). Sistematik derlemeler, gebelikte oral mikrofloranın daha inflamatuvar profilli bir yapıya evrildiğini ve bu değişikliklerin preterm doğum ve düşük doğum ağırlığı gibi advers gebelik sonuçlarıyla ilişkilendirilebileceğini bildirmektedir (Nannan et al., 2022; Ye & Kapila, 2021).

Gebelerde periodontitis prevalansının kullanılan tanı ölçütlerine göre %20–50 arasında değiştiği ve gingivitis prevalansının %60–70'e ulaşabildiği gösterilmektedir (P. Chen et al., 2022; Raju & Berens, 2021). Bununla birlikte gebeliğin tek başına periodontal hastalık için nedensel bir faktör olmadığı, daha çok mevcut inflamatuvar durumun şiddetini artıran ve klinik bulguları belirginleştiren modifiye edici bir faktör olarak rol oynadığı vurgulanmaktadır (Raju & Berens, 2021).

3. PERİODONTAL HASTALIĞI OLANLARDA GEBELİK SONUÇLARI

Maternal periodontitis ile preterm doğum ve düşük doğum ağırlığı arasındaki ilişkinin büyük ölçüde tutarlı olduğu gösterilmektedir (Nannan et al., 2022; Tsikouras et al., 2024). Periodontitisli gebelerin preterm doğum riskinin periodontal olarak sağlıklı gebelere göre yaklaşık iki kat arttığı, bazı çalışmalarda bu riskin daha da yüksek oranlarda rapor edildiği bildirilmiştir (Tsikouras et al., 2024). Periodontal acil tedavi ihtiyacı veya tedavi edilmeyen periodontal durum varlığının, özellikle preterm düşük doğum ağırlıklı bebek doğurma riskini anlamlı biçimde yükselttiği rapor edilmiştir (J. J. Chen et al., 2022; Lee et al., 2022). Bu bulgular, periodontal inflamasyonun sistemik inflamatuvar yanıtı artırarak uteroplasental dolaşımı bozabileceği, prostaglandin ve matriks metalloproteinaz üretimini tetikleyerek fetal membranların zayıflamasına ve servikal olgunlaşmanın erken başlamasına katkıda bulunabileceği verileriyle de uyumludur (Lara et al., 2023; Nannan et al., 2022).

Periodontitis ve preeklampsi arasındaki ilişkiyi değerlendiren güncel sistematik derleme ve meta-analiz, periodontitisli gebelerde preeklampsi riskinin anlamlı derecede arttığını ve olasılık oranlarının 3 civarında seyrettiğini bildirmiştir (Le et al., 2022). Aynı çalışmada kohort alt grup analizinde risk artışının daha da belirgin olduğu ve özellikle düşük-orta gelirli ülkelerde etkinin daha yüksek bulunduğu vurgulanmıştır (Le et al., 2022). Periodontal hastalıkla ilişkili sistemik inflamasyonun, endotel disfonksiyonu, oksidatif stres ve plasental perfüzyon bozukluğu yoluyla preeklamptik süreçlere katkıda bulunabileceği öne sürülmektedir (Le et al., 2022; Nannan et al., 2022). Türkiye'de yürütülen bir kesitsel çalışmada, serum ve plasenta düzeylerinde aktif MMP-8 ve miyeloperoksidaz (MPO) ölçümleri ile klinik periodontal parametreler arasındaki ilişki incelenmiş ve preterm doğum, preterm-preeklampsi kombinasyonu ve periodontal inflamasyon varlığında bu biyobelirteç düzeylerinin anlamlı derecede yüksek olduğu gösterilmiştir (Alan et al., 2025). Bu veriler, periodontal kökenli proteolitik ve oksidatif stres yanıtının hem preterm doğum hem de preeklampsi patogenezinde rol oynayabileceğini desteklemektedir (Alan et al., 2025; Le et al., 2022; Nannan et al., 2022).

Periodontal patojenlerin ve ürünlerinin fetoplasental ünitede gösterilmesi, periodontal hastalığın doğrudan fetal çevreyi etkileyebileceğini ortaya koymuştur (Lara et al., 2023; Nannan et al., 2022). Deneysel bir çalışmada, *Porphyromonas gingivalis*'e ait dış membran veziküllerinin trophoblast hücre metabolizmasını bozarak, enerji metabolizması, hücre göçü ve invazyonu ile ilişkili fonksiyonları olumsuz etkilediği, bunun da fetal büyüme kısıtlılığı ve preeklampsi ile ilişkili olabileceği gösterilmiştir (Lara et al., 2023).

Gözlemsel klinik veriler, maternal periodontal hastalığın; preterm doğan bebeklerde solunum sıkıntısı, neonatal yoğun bakım ihtiyacı, intraventriküler kanama ve uzun dönemde nörogelişimsel sorunlar gibi preterm doğuma bağlı komplikasyonların artmış prevalansı ile dolaylı olarak ilişkili olabileceğini göstermektedir (Nannan et al., 2022; Tsikouras et al., 2024). Bununla birlikte mevcut çalışmaların çoğunda periodontal durum ile uzun dönem pediatrik nörogelişimsel sonuçlar arasındaki ilişkinin ele alındığı prospektif çalışmalara ihtiyaç olduğu vurgulanmaktadır (Nannan et al., 2022; Tsikouras et al., 2024).

Periodontitis, gebelikte yalnızca obstetrik sonlanımları değil, maternal inflamatuvar ve metabolik profili de etkileyebilmektedir. Prospektif kohort verileri, periodontitisli gebelerde C-reaktif protein ve çeşitli proinflamatuvar sitokin düzeylerinin periodontal olarak sağlıklı gebelere göre daha yüksek seyrettiğini ve bu inflamatuvar yükün gebelik hipertansiyonu, gestasyonel diyabet ve diğer komorbiditelerle ilişkili olabileceğini bildirmektedir (Le et al., 2022; Nannan et al., 2022). Ayrıca, periodontal inflamasyonun gebelik sonrası dönemde de devam etmesi, kadınlarda ilerleyen yıllarda kardiyovasküler hastalıklar ve metabolik sendrom açısından risk profilini olumsuz etkileyebilecek kronik bir inflamatuvar durumun sürmesine katkıda bulunabileceği düşünülmektedir (Nannan et al., 2022; Raju & Berens, 2021). Bu nedenle gebelik döneminde periodontal sağlığın korunması, yalnızca o gebelikteki obstetrik riskleri değil, kadının yaşam boyu sağlığını da ilgilendiren bir fırsat penceresi sunmaktadır (Raju & Berens, 2021; Tsikouras et al., 2024).

4. KORUNMA VE YÖNETİM: NELER YAPILABİLİR, NELERE DİKKAT EDİLMELİDİR?

4.1. Gebelik Öncesi ve Gebelik Sırasında Periodontal Değerlendirme

Sistematik derlemeler, gebelik öncesi dönemde veya erken gebelikte yapılan periodontal değerlendirme ve gerekli tedavinin, inflamatuvar yükü azaltarak daha sonraki gebelik haftalarında gingival inflamasyon şiddetini hafifletebileceğini göstermektedir (Arbildo-Vega et al., 2024; Nannan et al., 2022; Raju & Berens, 2021). Gebelik planlayan kadınlarda rutin dental muayene, plak kontrol eğitimi, profesyonel diştaşı temizliği ve mevcut periodontitisin tedavisi, prekonsepsiyonel bakımın ayrılmaz bir parçası olarak önerilmektedir (Arbildo-Vega et al., 2024; Raju & Berens, 2021).

Gebelik sırasında ise, özellikle ikinci trimesterde, periodontal değerlendirme ve cerrahi olmayan periodontal tedavinin güvenli olduğu ve maternal periodontal parametreleri iyileştirdiği gösterilmiştir (Arbildo-Vega et al., 2024; J. J. Chen et al., 2022). Güncel veriler, gebelik öncesinde veya gebelik sırasında düzenli diş taşı temizliği yaptıran kadınlarda düşük doğum ağırlıklı bebek doğurma riskinin daha düşük olabileceğini, buna karşılık acil periodontal tedavi gerektiren ileri durumların advers sonuçlarla ilişkili olabileceğini düşündürmektedir (J. J. Chen et al., 2022).

4.2. Klinik İzlemde Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar

Periodontal hastalık açısından riskli kabul edilen (önceden periodontitis öyküsü, kötü oral hijyen, sigara kullanımı, düşük sosyoekonomik düzey vb.) gebelerde gingival kanama, cep derinliği, plak indeksi ve mobilite gibi parametrelerin gebelik boyunca izlenmesi önerilmektedir (P. Chen et al., 2022; Nannan et al., 2022; Raju & Berens, 2021). Obstetrisyen ve periodontistin multidisipliner iş birliği içinde çalışması, özellikle preterm doğum veya preeklampsi açısından yüksek riskli gebelerde periodontal durumun erken dönemde

değerlendirilmesini kolaylaştırmaktadır (Alan et al., 2025; Le et al., 2022; Nannan et al., 2022; Tsikouras et al., 2024).

Gebelikte invazif cerrahi periodontal işlemlerden mümkün olduğunca kaçınılması, ancak apse, ileri ağrı, sistemik yayılım şüphesi gibi şiddetli akut enfeksiyon durumunda uygun antibiyotik ve drenaj dahil tedavinin geciktirilmemesi önerilmektedir (Arbildo-Vega et al., 2024; Nannan et al., 2022). Günde en az iki kez florlu diş macunu ile fırçalama, arayüz fırçası veya diş ipi kullanımı, gebelik bulantılarına bağlı kusma sonrası ağız çalkalama gibi davranışsal önlemler ile plak yükününün azaltarak gingival inflamasyonun sınırlanabileceği belirtilmektedir (Nannan et al., 2022; Raju & Berens, 2021; Tsikouras et al., 2024; Ye & Kapila, 2021).

4.3. Periodontal Tedavinin Gebelik Sonuçlarına Etkisi

Periodontal tedavinin olumsuz gebelik sonuçları üzerindeki etkisine ilişkin çalışmalar heterojendir (Arbildo-Vega et al., 2024; Nannan et al., 2022; Tsikouras et al., 2024). Bununla birlikte, maternal periodontal ve sistemik inflamasyonun azaltılmasının gebelik dışı dönemde kardiyometabolik riskler üzerinde olumlu etkileri olabileceği, dolayısıyla periodontal tedavinin genel sağlık yararlarının göz ardı edilmemesi gerektiği vurgulanmaktadır (Arbildo-Vega et al., 2024; Nannan et al., 2022; Raju & Berens, 2021).

5. SONUÇ

Güncel kanıtlar, gebelikte periodontal hastalıkların sık görüldüğünü, hormonal ve immünolojik değişikliklerin var olan periodontal inflamasyonu şiddetlendirdiğini ve maternal periodontitisin preterm doğum, düşük doğum ağırlığı ve preeklampsi başta olmak üzere çeşitli advers gebelik sonuçlarıyla anlamlı biçimde ilişkili olduğunu göstermektedir. Gebelikte periodontal sağlığın korunması, gebelik bakımının ayrılmaz bir bileşeni olarak ele alınmalıdır. Risk faktörlerinin kontrolü ve uygun zamanda gerçekleştirilen cerrahi olmayan periodontal tedavi, hem maternal ağız sağlığını hem de gebelik sonuçlarını iyileştirmeyi hedefleyen bütüncül bir yaklaşım çerçevesinde planlanmalıdır.

REFERANSLAR

Alan, M., Sorsa, T., Meric Kantar, P., Raisanen, I. T., Gurlek, O., Kanmaz, B., & Buduneli, N. (2025). Active-Matrix Metalloproteinase-8, Myeloperoxidase in Relation With Periodontics, Preterm Birth. Oral Dis, 31(4), 1333-1341. doi:10.1111/odi.15202

Arbildo-Vega, H. I., Padilla-Caceres, T., Caballero-Apaza, L., Cruzado-Oliva, F. H., Mamani-Cori, V., Cervantes-Alagon, S., . . . Serquen-Olano, K. (2024). Effect of Treating Periodontal Disease in Pregnant Women to Reduce the Risk of Preterm Birth and Low Birth Weight: An Umbrella Review. Medicina (Kaunas), 60(6). doi:10.3390/medicina60060943

Chapple, I. L. C., Mealey, B. L., Van Dyke, T. E., Bartold, P. M., Dommisch, H., Eickholz, P., . . . Yoshie, H. (2018). Periodontal health and gingival diseases and conditions on an intact and a reduced periodontium: Consensus report of workgroup 1 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. J Clin Periodontol, 45 Suppl 20, S68-S77. doi:10.1111/jcpe.12940

Chen, J. J., Wu, D. R., Lin, W. S., Chen, I. C., Liu, J. F., Chen, H. L., & Lin, C. H. (2022). Impact of Scaling and Periodontal Treatment during Pregnancy on the Risk of Adverse Birth Outcomes. J Pers Med, 12(2). doi:10.3390/jpm12020137

Chen, P., Hong, F., & Yu, X. (2022). Prevalence of periodontal disease in pregnancy: A systematic review and meta-analysis. J Dent, 125, 104253. doi:10.1016/j.jdent.2022.104253

Lara, B., Loureiro, I., Gliosca, L., Castagnola, L., Merech, F., Gallino, L., . . . Hauk, V. (2023). Porphyromonas gingivalis outer membrane vesicles shape trophoblast cell metabolism impairing functions associated to adverse pregnancy outcome. J Cell Physiol, 238(11), 2679-2691. doi:10.1002/jcp.31138

Le, Q. A., Akhter, R., Coulton, K. M., Vo, N. T. N., Duong, L. T. Y., Nong, H. V., . . . Nanan, R. (2022). Periodontitis and Preeclampsia in Pregnancy: A Systematic Review and Meta-Analysis. Matern Child Health J, 26(12), 2419-2443. doi:10.1007/s10995-022-03556-6

Lee, Y. L., Hu, H. Y., Chou, S. Y., Lin, C. L., Cheng, F. S., Yu, C. Y., & Chu, D. (2022). Periodontal disease and preterm delivery: a nationwide population-based cohort study of Taiwan. Sci Rep, 12(1), 3297. doi:10.1038/s41598-022-07425-8
Nannan, M., Xiaoping, L., & Ying, J. (2022). Periodontal disease in pregnancy and adverse pregnancy outcomes: Progress in related mechanisms and management strategies. Front Med (Lausanne), 9, 963956. doi:10.3389/fmed.2022.963956
Raju, K., & Berens, L. (2021). Periodontology and pregnancy: An overview of biomedical and epidemiological evidence. Periodontol 2000, 87(1), 132-142. doi:10.1111/prd.12394
Tsikouras, P., Oikonomou, E., Nikolettos, K., Andreou, S., Kyriakou, D., Damaskos, C., . . . Nikolettos, N. (2024). The Impact of Periodontal Disease on Preterm Birth and Preeclampsia. J Pers Med, 14(4). doi:10.3390/jpm14040345
Ye, C., & Kapila, Y. (2021). Oral microbiome shifts during pregnancy and adverse pregnancy outcomes: Hormonal and Immunologic changes at play. Periodontol 2000, 87(1), 276-281. doi:10.1111/prd.12386

KANSER HASTALARI VE BAKIM VERENLERDE YAŞAM KALİTESİNİ DESTEKLEYEN DİJİTAL VE SANAL MÜDAHALELER: NARRATİVE BİR DERLEME

Hülya Tosun
Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ebelik Bölümü. Germiyan Kampüs/ Kütahya

Özet

Kanser, yalnızca bedeni değil; duyguları, ilişkileri, günlük yaşamı ve genel iyi oluşu da etkileyen bir süreçtir. Bu etki hem hastalar hem de onlara bakım veren kişiler için yaşam kalitesini (YK) derinden şekillendirir. Son yıllarda tele-tıp, mobil sağlık (mHealth) uygulamaları, elektronik hasta bildirimli sonuç (ePRO) sistemleri, hasta portalları ve yapay zekâ (YZ) destekli platformlar gibi dijital ve sanal araçlar, destekleyici onkoloji bakımında giderek daha yaygın kullanılmaya başlamıştır. Bu anlatı derlemesi, kanser hastaları ve onlara bakım verenler için bu yaklaşımların yaşam kalitesine olası katkılarını, kabul edilebilirliğini ve gerçek yaşam uygulamalarında kullanımını kolaylaştıran ya da zorlaştıran unsurları bir araya getirmektedir.

Yaklaşık olarak 2018-2025 yılları arasında yayımlanan temel ampirik çalışmalar ile güncel Umbrella ve Scoping derlemelerden yararlanarak, farklı dijital formatlar ile semptom izlemi, klinisyenlerle iletişim, öz-yönetim ve psikososyal iyilik hâline nasıl katkı sağladığını özetlemeye çalıştık. ePRO sistemleri, semptomların izlenmesi ve hasta klinik ekip iletişimini güçlendirme açısından tutarlı yararlar göstermekte; birçok çalışmada yaşam kalitesi sonuçlarında iyileşme bildirilmekte ve bazı araştırmalar olası sağkalım katkılarına işaret etmektedir. Tele-tıp ve tele-palyatif bakım, seyahat ve zaman yükünü azaltabilir, bakım sürekliliğini güçlendirebilir ve bakım veren yükünün bazı boyutlarını hafifletebilir. mHealth müdahaleleri sıklıkla fiziksel aktiviteyi, tedaviye uyumu ve öz-yönetimi desteklerken, duygusal ve genel yaşam kalitesi üzerindeki etkiler daha değişken görünmektedir. C-PRIME ve iFOCUS gibi bakım verene ve hasta-bakım veren ikilisine yönelik programlar uygulanabilir ve kabul edilebilir bulunmuş; baş etme ve ilişki uyumu üzerinde umut verici erken bulgular sunmuştur. Hasta portalları ve Open Notes benzeri klinik notlara erişim uygulamaları, anlama ve katılımı artırabilir; ancak yine de az sayıda hastada kaygı artışı bildirilmektedir. Pasif akıllı telefon verileri ve YZ destekli çözümler, gerçek zamanlı izlem ve kişiselleştirilmiş destek için yeni fırsatlar sunarken; önyargı, şeffaflık, mahremiyet ve eşitlik gibi önemli etik soruları da gündeme getirmektedir.

Genel olarak başarılı ve faydalı bir YZ uygulaması için; bireylerin dijital hazırlık düzeyi, kullanabilirlik, eşit erişim koşullarına sahip olma özelliklerinin bulunması gerekmektedir. Bağlantı sorunları, düşük dijital okuryazarlık ve sosyoekonomik eşitsizlikler gibi devam eden engeller, dijital müdahalelerin herkes için eşit ve etkili olmasını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, hastalar ve bakım verenlerin yaşam kalitesini gerçekten destekleyecek kullanıcı merkezli, kültüre duyarlı ve etik olarak yönetilen dijital çözümlere ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: kanser; bakım verenler; yaşam kalitesi; dijital sağlık; tele-tıp; mHealth; ePRO; hasta portalı; yapay zekâ

DIGITAL AND VIRTUAL INTERVENTIONS SUPPORTING QUALITY OF LIFE IN CANCER PATIENTS AND CAREGIVERS: A NARRATIVE REVIEW

Abstract

Cancer affects not only the body but also emotions, relationships, daily routines, and the overall sense of well-being for both patients and the people who care for them. In recent years, digital and virtual tools such as telemedicine, mobile health (mHealth) apps, electronic patient-reported outcome (ePRO) systems, patient portals, and artificial intelligence (AI) supported

platforms have become more common in supportive oncology. This narrative review brings together recent evidence on how these approaches may help improve quality of life (QoL) for cancer patients and informal caregivers, and what makes them easier or harder to use in real-world settings.
Based on key empirical studies published roughly between 2018 and 2025, alongside recent umbrella and scoping reviews, we summarize how different digital formats support symptom tracking, communication with clinicians, self-management, and psychosocial well-being. ePRO systems consistently show benefits for symptom monitoring and patient–clinician communication, and many studies report improvements in QoL; some also suggest potential survival benefits. Telemedicine, including tele-palliative care, can reduce travel burdens, strengthen continuity of care, and ease aspects of caregiver strain. mHealth interventions often help with physical activity, treatment adherence, and self-management, although effects on emotional and overall QoL are mixed. Caregiver- and dyad-focused programmes such as C-PRIME and iFOCUS appear feasible and acceptable, with early signals of improved coping and relationship adjustment. Patient portals and OpenNotes-style access may enhance understanding and engagement, though a small group of patients report increased anxiety. Newer work using passive smartphone data and AI highlights promising avenues for real-time, personalized support while raising important concerns about bias, transparency, privacy, and equity.
Overall, successful and beneficial AI implementation requires individuals to possess digital readiness, usability, and equitable access. Persistent barriers such as connectivity issues, low digital literacy, and socioeconomic inequalities make it difficult for digital interventions to be equitable and effective for everyone. Therefore, user-centered, culturally sensitive, and ethically managed digital solutions that truly support the quality of life of patients and caregivers are needed.
Keywords: cancer; caregivers; quality of life; digital health; telemedicine; mHealth; ePRO; patient portal; artificial intelligence

Giriş

Kanser, hastalığın teşhis anından itibaren yalnızca biyolojik bir hastalık süreci değil; hastaların ve bakıcıların yaşamını fiziksel, psikolojik ve sosyal boyutlarda etkileyen uzun soluklu zorlu bir deneyimdir. Hastalarda ağrı, yorgunluk, bulantı, iştahsızlık ve uyku bozuklukları gibi semptomlar; bakıcılarda ise bakım yükü, tükenmişlik, kaygı, depresif belirtiler ve rol çatışmaları sık görülmektedir. Bu nedenle güncel onkoloji bakımında sağkalım süresi kadar, yaşam kalitesi ve bakım deneyimleri de sürecin önemli çıktılarından kabul edilmektedir.

Son yıllarda sağlık hizmetlerinde dijital dönüşüm; tele-tıp, tele sağlık, mobil sağlık (mHealth) uygulamaları, elektronik hasta tarafından bildirilen sonuçlar (ePRO, ePROM), hasta portalları, çevrim içi psikoeğitim programları, sanal destek grupları ve yapay zekâ (YZ) destekli karar, izlem sistemlerini klinik uygulamanın merkezine taşımıştır. Bu dijital ve sanal çözümler, özellikle kanser bakımının süreklilik gerektiren doğası içinde semptomların izlenmesi, tedaviye uyumun artırılması, hasta ile sağlık profesyoneli iletişiminin güçlendirilmesi ve psikososyal destek sağlanması açısından önemli bir potansiyel sunmaktadır (Fournier et al., 2023; Marthick et al., 2021). Ayrıca dijital çözümler, sağlık hizmetine erişimde coğrafi, lojistik engelleri azaltarak daha eşitlikçi bakım modellerini destekleyebilir; ancak bu potansiyel, dijital okuryazarlık ve teknolojiye erişim farklılıkları nedeniyle her grup için aynı düzeyde gerçekleşmeyebilir (Crawford & Serhal, 2020; Yao et al., 2022).
Literatür, dijital müdahalelerin semptom yükünü azaltabildiğini, psikolojik iyi oluşu destekleyebildiğini ve bakım koordinasyonunu güçlendirebildiğini bildirse de (Fournier et al., 2023; Marthick et al., 2021), yöntemsel heterojenlik, standart çıktı ölçütlerinin sınırlılığı ve

uzun dönem izlem eksikliği gibi sorunlar bulguların genellenebilirliğini kısıtlamaktadır (Marthick et al., 2021; Pan et al., 2022). Buna ek olarak YZ tabanlı yaklaşımlar, kişiselleştirilmiş bakım ve öngörücü izlem açısından gelecek vadediyor gibi olmakla birlikte; algoritmik önyargı, açıklanabilirlik, veri mahremiyeti ve etik yönetişim gibi alanlarda güçlü çerçeveler gerektirmektedir (Istasy et al., 2022; Mennella et al., 2024).
Bu derlemenin amacı, kanser hastaları ve bakıcıların yaşam kalitesini desteklemeyi hedefleyen dijital ve sanal çözümleri; etkinlik, kabul edilebilirlik, uygulanabilirlik, kullanılabilirlik ve sağlık eşitliği perspektiflerinden değerlendirmektir.

Yöntem

Bu makale, odaklı ve amaçlı (purposive) bir literatür taraması ile yazarların dijital onkoloji ve destekleyici bakım literatürüne ilişkin bilgi birikimi tarafından yönlendirilen bir anlatı derlemesi niteliğindedir. Çalışma, kanser hastaları ve bakıcılarına yönelik dijital ve sanal çözümleri ele alan güncel literatürün derleme niteliğinde bir sentezidir. İncelenen dijital çözümler; (i) tele-tıp, telesağlık uygulamaları, (ii) web tabanlı ve mobil uygulamalar, (iii) ePRO, ePROM tabanlı izlem ve geribildirim sistemleri, (iv) hasta portalları ve çevrim içi destek platformları, (v) YZ destekli klinik karar-izlem ve kişiselleştirme yaklaşımları olarak sınıflandırılmıştır.
Literatür taraması ve çalışma seçiminde; PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, CINAHL ve PsycINFO. gibi veri tabanlarında hedefli bir tarama gerçekleştirilmiştir. Gelişmekte olan teknolojileri ve erken aşama çalışmaları yakalayabilmek için ön baskı (preprint) sunucularını (örn. medRxiv, arXiv) da inceledik ve ilgili sistematik, kapsam (scoping) ve şemsiye (umbrella) derlemelerin kaynakçalarını da ayrıca inceledik. Arama terimleri; kanser ve bakım verme ile ilişkili olarak: cancer, oncology, neoplasm, caregiver, dijital sağlık biçimlerine yönelik: digital health, mHealth, telemedicine, telehealth, virtual care, patient portal, electronic patient-reported outcomes, artificial intelligence ve temel sonuçları: quality of life, QoL, well-being, symptom burden, anxiety, depression, caregiver burden bir araya gelecek şekilde oluşturuldu. Aramalar, bu dönemde dijital sağlık alanındaki hızlı gelişmeleri yansıtmak amacıyla ağırlıklı olarak yaklaşık 2018 ve sonrasında yayımlanan çalışmalara odaklandı. Öncelikli olarak aşağıdaki ölçütleri karşılayan ampirik çalışmalara (randomize ve randomize olmayan girişim araştırmaları, uygulanabilirlik ve pilot çalışmalar, gözlemsel araştırmalar ve nitel değerlendirmeler) öncelik verdik:
Kanser hastalarını ve/veya informal (aile) bakıcıları içermesi
Yalnızca tanısal ya da yalnızca klinisyen kullanımına yönelik araçların ötesinde, bir dijital veya sanal müdahaleyi değerlendirmesi
Yaşam kalitesi (QoL), semptom yükü, psikolojik sıkıntı, bakım veren yükü, öz-yeterlik veya kullanıcı deneyimiyle ilişkili sonuçları raporlaması
Buna ek olarak, özellikle ePRO sistemleri, tele-palyatif bakım, sağkalım odaklı dijital sağlık çözümleri ve YZ destekli sistemler gibi alanlarda bulguları bağlamlandırmak için güncel sistematik ve kapsam derlemelerinden yararlandık.
Bu derleme, dijital müdahale türlerini merkeze alacak şekilde düzenlenmiş; aynı zamanda alandaki bulguları daha bütüncül biçimde yorumlayabilmek için Yaşam kalitesiyle doğrudan ilişkili temel sonuçlar, dijital okuryazarlık ve sağlık eşitliği temalarına da özellikle yer vermiştir.

Bulgular

Bulgular, çalışmaların rapor ettiği yaşam kalitesi, semptom yönetimi, psikolojik sonuçlar bakım yükü ve memnuniyet, kabul edilebilirlik gibi çıktılar etrafında değerlendirilmiştir (Fournier et al., 2023; Marthick et al., 2021).

1. ePRO, ePROM tabanlı izlem ve semptom yönetimi
   Onkoloji destekleyici bakımda ePRO/ePROM temelli uzaktan izlem sistemleri, hastaların semptomlarını belirli aralıklarla dijital platformlar üzerinden bildirmesini; bu

verilerin klinik ekip tarafından önceden tanımlanmış eşik değerler ve uyarı protokolleri ile değerlendirilmesini ve gerekli durumlarda hızlı klinik yanıt verilmesini sağlayan yapılandırılmış bir bakım modelidir. Bu yaklaşım, özellikle aktif tedavi döneminde semptomların erken saptanması ve yönetilmesi yoluyla klinik iletişimi, bakım koordinasyonunu ve hasta deneyimini güçlendirmeyi amaçlar (Basch et al., 2025). 2024-2025 dönemindeki klinik çalışmalar, ePRO temelli izlemin farklı uygulama biçimlerini görünür kılmaktadır. Postmenopozal meme kanserli ve adjuvan endokrin tedavi alan hastalarda yürütülen randomize bir çalışmada, ePRO uygulamasıyla semptom izleminin sağlıkla ilişkili yaşam kalitesi gibi sonuçlarla ilişkisi değerlendirilmiştir (Okuyama et al., 2024). Gerçek yaşam iş akışlarına entegrasyon açısından önemli bir örnek olan PRO-TECT küme-randomize çalışmasının final sonuçları da ePRO temelli semptom izleminin kanser tedavisi süreçlerine uygulanabilirliğini tartışmak için güçlü bir çerçeve sunmaktadır (Basch et al., 2025). Bu yaklaşımın çok bileşenli bir modele evrildiğini gösteren örneklerden biri, trastuzumab deruxtecan tedavisi sırasında ePRO + vital bulgu izlemini birlikte ele alan PRO-DUCE randomize klinik çalışmasıdır (Kikawa et al., 2025). Randomizasyon içermeyen ancak klinik popülasyonlarda uygulanan çalışmalarda da uzaktan semptom izleminin klinik pratikteki karşılığı değerlendirilmektedir (Rocque et al., 2025). Ayrıca hakemli yayın olmayan bir medRxiv önyayın, rutin gastrointestinal kanser bakımında hasta-bildirimi semptom değerlendirmeleri ile erken kemoterapi bırakma gibi süreç çıktıları arasındaki ilişkileri ele alarak ePRO verisinin hizmet sunumu ve izlem uyumu açısından da anlamlı içgörüler sağlayabileceğini düşündürmektedir (Zeng et al., 2025).

2. Tele-tıp, tele-sağlık uygulamaları
   Tele-tıp uygulamaları; rutin takiplerin, semptom danışmanlığının ve bazı psiko-eğitim içeriklerinin uzaktan sunulmasını sağlayarak erişimi kolaylaştırır. Palyatif bakım bağlamında tele-tıp, hem hastanın hem de bakıcının bakım koordinasyonunu güçlendirebilir; bakım yükünü ve kaygıyı azaltmaya katkı sunabilir (Finucane et al., 2020; Pang et al., 2022). Bununla birlikte tele-sağlık kullanımında yaş, dijital beceri düzeyi, cihaz, bağlantı imkânı ve sosyoekonomik etkenlerin belirleyici olduğu; bu nedenle tele-sağlığın yaygınlaştırılmasının eşitlik boyutuyla birlikte ele alınması gerektiği vurgulanmaktadır (Crawford & Serhal, 2020; Dixit et al., 2021).
3. Mobil sağlık (mHealth) uygulamaları ve web tabanlı psikososyal programlar
   Mobil uygulamalar ve web tabanlı çözümler; fiziksel aktivite takibi, semptom günlüğü, ilaç hatırlatıcıları, beslenme/uyku düzeni, stres yönetimi ve psiko-eğitim modülleri gibi çok boyutlu bileşenler içerebilir. Kanser hastaları ve bakıcılara yönelik web, app tabanlı destekleyici bakım müdahalelerini sentezleyen çalışmalar, özellikle psikolojik destek ve öz-yönetim alanlarında olumlu etkiler bildirirken; yaşam kalitesi üzerindeki etkinin müdahalenin içeriği, süresi ve kullanıcı etkileşimine bağlı olarak değişkenlik gösterebildiğini belirtmektedir (Fournier et al., 2023; Marthick et al., 2021). Bu durum, tek tip dijital müdahale yerine hedef gruba ve klinik ihtiyaca göre uyarlanmış programların daha etkili olabileceğine işaret eder.
4. Sosyal medya ve çevrim içi topluluklar
   Sosyal medya ve çevrim içi topluluklar, deneyim paylaşımı, sosyal destek ve bilgiye erişim açısından önemli bir akran desteği alanı oluşturabilir. Bununla birlikte yanlış, yanıltıcı bilginin yayılımı, reklam, yanlı içerikler ve mahremiyet riskleri nedeniyle sosyal medya tabanlı çözümlerin dikkatli yönetişim gerektirdiği belirtilmektedir (Lee & Kim, 2020). Klinik kurumlar ve profesyoneller tarafından doğrulanmış içerik üretimi ve yönlendirme mekanizmaları, bu riskleri azaltmada kritik olabilir.
5. Yapay zekâ destekli çözümler: fırsatlar ve riskler
   YZ; görüntüleme, tanısal sınıflandırma, risk öngörüsü, tedavi yanıtının tahmini ve

kişiselleştirilmiş izlem gibi alanlarda onkoloji bakımını dönüştürme potansiyeli taşır (Farina et al., 2022; Lotter et al., 2024). Onkoloji destekleyici bakımda yapay zekâ destekli özellikle büyük dil modeli/LLM tabanlı çözümler, hastaların semptomlarını ve ihtiyaçlarını dijital kanallardan bildirmesini kolaylaştırmanın yanında; bu verilerin yorumlanması, anlaşılır geri bildirim üretilmesi, eğitim, danışmanlık sunulması ve klinik ekibe anlamlı uyarılar oluşturulması gibi işlevlerle bakım süreçlerini güçlendirmeyi hedefler. 2023-2025 döneminde yayımlanan deneysel çalışmalar, bu teknolojilerin klinik bakımın farklı noktalarına hasta üzerinde denenmiş biçimde entegre edilebildiğini göstermektedir. Örneğin, ePRO, ePROM altyapılarına LLM entegrasyonu, yalnızca veri toplama işleviyle sınırlı kalmayıp hasta bildirimlerinin klinik iş akışlarında özetlenmesi, sınıflandırılması veya karar destek süreçlerine girdi oluşturacak şekilde yapılandırılması gibi amaçlarla pilot uygulamalarda incelenmektedir. Dankwa ve arkadaşlarının pilot değerlendirmesinde, yapay zekânın ePRO iş akışlarıyla birlikte kullanıldığı yaklaşımlar ele alınmış; hibrit sistemlerin semptom izlemi ve klinik karar verme süreçlerine nasıl entegre edilebileceğine ilişkin uygulanabilirlik ve süreç odaklı bulgular raporlanmıştır (Dankwa et al., 2025). Hasta düzeyinde psikososyal sonuçlara odaklanan çalışmalarda ise, LLM tabanlı dijital danışmanlığın kaygı, depresyon gibi duygulanım belirtileri ve hasta deneyimi ile ilişkisi deneysel tasarımlarla test edilmiştir. Akdoğan ve arkadaşlarının bir çalışmasında, kemoterapi öncesi dönemde Chat GPT tabanlı dijital danışmanlık alan kanser hastalarında anksiyete ve depresyonla ilişkili sonuçlar değerlendirilmiş ve bu yaklaşımın klinik süreçlere entegre edilebilir hasta destek aracı olarak tartışıldığı görülmüştür (Akdoğan et al., 2025).

Benzer biçimde, meme kanseri bakımında AI chat bot destekli müdahaleler de randomize kontrollü tasarımlarla incelenmektedir. Shaban ve arkadaşlarının randomize kontrollü bir çalışmasında, meme kanserli danışanlarda AI chat bot temelli bir yaklaşımın güçlenme, öz-yeterlik ve hasta odaklı bazı süreç çıktılarıyla ilişkisi değerlendirilmiş ve chat botların yalnız bilgi verme aracı olmaktan çıkıp, yapılandırılmış etkileşimle öz-yönetim ve destekleyici bakım hedeflerine hizmet edebileceğini ortaya koymuştur (Shaban et al., 2025).

Boie ve arkadaşlarının pilot çalışmasında, LLM tabanlı bir companion chatbot uygulaması meme kanserli hastalarda gerçek kullanım senaryoları üzerinden değerlendirilmiş; çalışmada uygulanabilirlik ve kullanıcı deneyimine ilişkin olumlu bulgular raporlanmıştır (Boie et al., 2025). Coen ve arkadaşlarının çalışmasında ise, kalıtsal kanser sendromları kapsamında pozitif tarama, genetik sonuçların hastaya iletilmesi sürecinde yapay zekâ ile entegre bir chatbot yaklaşımı incelenmiş ve bu yaklaşımın karmaşık tıbbi bilginin sunumu ile hasta iletişimi süreçlerindeki olası kullanım alanları tartışılmıştır (Coen et al., 2025).

İletişim ve anlaşılabilirlik boyutunda, LLM'lerin hasta materyallerini sadeleştirmeye dönük kontrollü klinik tasarımlarda da test edildiği görülmektedir. Prucker ve arkadaşlarının bir çalışmasında, kanser hastalarına yönelik onkolojik BT raporlarının LLM ile sadeleştirilmiş versiyonlarının sunulmasıoldukça verimli bulunmuştur (Prucker et al., 2025). Bu tür çalışmalar, destekleyici bakımda hasta bilgilendirmeyi güçlendirmek için LLM'lerin kullanılabileceğini; ancak güvenlik, doğruluk, sorumluluk paylaşımı ve klinik iş akışı entegrasyonunun kritik olduğuna dikkat edilmesini bildirmektedir.

Genel olarak, 2023-2025 dönemindeki bu deneysel kanıt çizgisi, YZ/LLM tabanlı çözümlerin destekleyici bakımda (i) semptom ve ePRO izlemiyle karar süreçlerini destekleme, (ii) psikososyal danışmanlık ve eğitim, (iii) karmaşık bilgiyi anlaşılırlaştırma, (iv) hasta iletişimi ve bakım koordinasyonu gibi alanlarda

denenebildiğini göstermektedir. Bununla birlikte, klinik yarar düzeyi çoğu zaman teknolojinin varlığından çok müdahalenin tasarımı örneğin; uyarı eşikleri, klinik aksiyon protokolleri, ekip entegrasyonu, güvenlik katmanları, dijital okuryazarlık, semptom profili, kullanıcı özellikleri ve erişim engellerinde eşitlik özellikleri tarafından belirlenmektedir. Özellikle sağlık eşitliği perspektifinde YZ'nin doğru tasarım ve uygulama ile erişim engellerini azaltabileceği; ancak önyargılı veri setleri ve açıklanabilirlik eksikliği nedeniyle mevcut eşitsizlikleri derinleştirme riski bulunduğu vurgulanmaktadır (García-Saisó et al., 2024; Istasy et al., 2022). Bu nedenle YZ çözümlerinin güvenilir ve dağıtılabilir şekilde kullanılabilmesi için etik ve düzenleyici çerçeveler, şeffaflık, izleme ve hesap verebilirlik bileşenlerini içeren yönetişim modelleri önerilmektedir (Mennella et al., 2024).

Bu derleme, dijital ve sanal çözümlerin kanser bakımında yaşam kalitesi odaklı destek sağlamada önemli fırsatlar sunduğunu göstermektedir. ePRO tabanlı izlem, semptomların daha erken fark edilmesi ve klinik yanıtın hızlanması yoluyla semptom yükünü ve dolaylı olarak yaşam kalitesini iyileştirme potansiyeli taşımaktadır (Li et al., 2023). Tele-sağlık ve mobil uygulamalar ise erişim kolaylığı ve bakım sürekliliği sağlayarak özellikle palyatif bakım ve uzun süreli izlem gerektiren süreçlerde hasta ve bakıcı deneyimini güçlendirebilir (Finucane et al., 2020; Pang et al., 2022).

Bununla birlikte dijital çözümlerin etkisi yalnızca teknolojinin varlığıyla ortaya çıkmamaktadır. Kullanıcıların dijital okuryazarlığı, internet/cihaz erişimi, sağlık sistemi entegrasyonu, sağlık profesyonellerinin eğitimi ve teknik destek altyapısı müdahalenin başarısını belirleyen temel faktörlerdir (Crawford & Serhal, 2020; Yao et al., 2022). Dijital bölünme ve dijital sağlık eşitliği kavramları, kanser bakımında dijital uygulamaları değerlendirirken merkezî bir çerçeve sunar: Tele-sağlık kullanımında yaşlılar, kırsal bölgede yaşayanlar ve düşük gelir grupları daha fazla engelle karşılaşabilir (Dixit et al., 2021; Yao et al., 2022). Dolayısıyla tasarım aşamasından itibaren kapsayıcı, anlaşılır, kültürel olarak uyumlu erişilebilir çözümler geliştirmek; aynı zamanda hedef gruplara özel dijital okuryazarlık eğitimlerini bakım modellerine entegre etmek kritik görünmektedir (Crawford & Serhal, 2020).

YZ tarafında ise klinik kazanımlar kadar etik riskler de belirgindir. Önyargı, açıklanabilirlik ve mahremiyet endişeleri, YZ'nin klinik güvenilirliğini ve toplumsal kabulünü doğrudan etkileyebilir (Istasy et al., 2022; Mennella et al., 2024). Bu nedenle YZ tabanlı çözümler, insan-merkezli ve etik dizaynlı yaklaşımla; veri yönetişimi, hasta onamı, şeffaflık ve düzenli performans denetimi ilkeleriyle birlikte ele alınmalıdır (Mennella et al., 2024).

Uygulamaya yönelik öneriler:

- ✓ Standart çıktı ölçütleri (QoL, bakım yükü, semptom yükü, memnuniyet, kullanım verisi) ile daha karşılaştırılabilir çalışmalar planlanmalıdır (Marthick et al., 2021).
- ✓ Dijital çözümler, klinik iş akışına entegre edilerek sürdürülebilir kullanım hedeflenmelidir.
- ✓ Özellikle kırılgan gruplar için dijital kapsayıcılık stratejileri (eğitim, teknik destek, alternatif erişim kanalları) geliştirilmelidir (Crawford & Serhal, 2020; Yao et al., 2022).
- ✓ YZ tabanlı sistemlerde etik ve düzenleyici yönetişim, açıklanabilirlik ve önyargı azaltma mekanizmaları zorunlu bileşenler olarak ele alınmalıdır (Istasy et al., 2022; Mennella et al., 2024).

Sonuç

Dijital ve sanal çözümler, kanser hastaları ve bakıcılarının yaşam kalitesini desteklemede giderek daha önemli bir role sahiptir. Mevcut kanıtlar; ePRO tabanlı semptom izlem, tele-sağlık ve web/mobil tabanlı destekleyici bakım müdahalelerinin semptom yönetimi ve psikososyal

destek alanlarında fayda sağlayabildiğini göstermektedir. Bununla birlikte uygulamaların yaygınlaştırılmasında dijital okuryazarlık, erişim ve sağlık eşitliği boyutları belirleyicidir

Kaynakça

Akdogan, O., Uyar, G. C., Yesilbas, E., Baskurt, K., Malkoc, N. A., Ozdemir, N., ... & Sutcuoglu, O. (2025). Effect of a ChatGPT-based digital counseling intervention on anxiety and depression in patients with cancer: A prospective, randomized trial. *European Journal of Cancer*, *221*, 115408.

Basch, E., Deal, A. M., Dueck, A. C., Scher, H. I., Kris, M. G., Hudis, C., & Schrag, D. (2017). Overall survival results of a trial assessing patient-reported outcomes for symptom monitoring during routine cancer treatment. JAMA, 318(2), 197–198. https://doi.org/10.1001/jama.2017.7156

Basch, E., Stover, A. M., Schrag, D., Chung, A., Jansen, J., Henson, S., ... & Dueck, A. C. (2020). Clinical utility and user perceptions of a digital system for electronic patient-reported symptom monitoring during routine cancer care: findings from the PRO-TECT trial. *JCO clinical cancer informatics*, *4*, 947-957.

Boie, S. D., Glastetter, E., Lux, M. P., Balzer, F., von Kalle, C., Lenz, C., & Müller, U. (2025). Evaluating a chatbot as a companion for patients with breast cancer: Collaborative pilot study. JMIR Cancer, 11, e68426. https://doi.org/10.2196/68426

Chen, Z., et al. (2024). Chat-ePRO: Development and pilot study of an electronic patient-reported outcomes system based on ChatGPT. Journal of Biomedical Informatics, 154, 104651. https://doi.org/10.1016/j.jbi.2024.104651

Coen, E., Del Fiol, G., Kaphingst, K. A., Borsato, E., Shannon, J., Smith, H. S., Masino, A., & Allen, C. G. (2025). Chatbot for the return of positive genetic screening results for hereditary cancer syndromes: Prompt engineering project. JMIR Cancer, 11, e65848. https://doi.org/10.2196/65848

Crawford, A., & Serhal, E. (2020). Digital health equity and COVID-19: The innovation curve cannot reinforce the social gradient of health. Journal of Medical Internet Research, 22(6), e19361. https://doi.org/10.2196/19361

Fournier, V., Duprez, C., Grynberg, D., Antoine, P., & Lamore, K. (2023). Are digital health interventions valuable to support patients with cancer and caregivers? An umbrella review of web-based and app-based supportive care interventions. *Cancer medicine*, *12*(23), 21436-21451.

Gudenkauf, L. M., Li, X., Hoogland, A. I., Oswald, L. B., Lmanirad, I., Permuth, J. B., ... & Gonzalez, B. D. (2024). Feasibility and acceptability of C-PRIME: a health promotion intervention for family caregivers of patients with colorectal cancer. *Supportive Care in Cancer*, *32*(3), 198.

Istasy, P., Lee, W. S., Iansavichene, A., Upshur, R., Gyawali, B., Burkell, J., ... & Chin-Yee, B. (2022). The impact of artificial intelligence on health equity in oncology: scoping review. *Journal of medical Internet research*, *24*(11), e39748.

Liao, C., Chu, C., Lien, M., Wu, Y., & Wang, T. (2024). AI-Enhanced Healthcare: Integrating ChatGPT-4 in ePROs for Improved Oncology Care and Decision-Making: A Pilot Evaluation. *Current Oncology*, *32*(1), 7.

Loeb, S., Langford, A. T., Bragg, M. A., Sherman, R., & Chan, J. M. (2024). Cancer misinformation on social media. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, *74*(5), 453-464.

Longacre, M. L., & Roche, L. (2024). Patient and family caregiver perceptions of telehealth in oncology in the US: a scoping review. *Discover Medicine*, *1*(1), 138.

Marthick, M., McGregor, D., Alison, J., Cheema, B., Dhillon, H., & Shaw, T. (2021). Supportive care interventions for people with cancer assisted by digital technology: systematic review. *Journal of medical Internet research*, *23*(10), e24722.
Matthys, E., et al. (2025). Matthys, M. Palliative Care in the Public Eye: Insights & Strategies to Enhance.
Prucker, P., Bressem, K. K., Peeken, J., Jukic, M., Marka, A. W., Strenzke, M., ... & Adams, L. C. (2025). A Prospective Controlled Trial of Large Language Model–based Simplification of Oncologic CT Reports for Patients with Cancer. *Radiology*, *317*(2), e251844.
Shaban, M., Osman, Y. M., Mohamed, N. A., & Shaban, M. M. (2025). Empowering breast cancer clients through AI chatbots: transforming knowledge and attitudes for enhanced nursing care. *BMC nursing*, *24*(1), 994.
Yao, R., Zhang, W., Evans, R., Cao, G., Rui, T., & Shen, L. (2022). Inequities in health care services caused by the adoption of digital health technologies: scoping review. *Journal of medical Internet research*, *24*(3), e34144.
Zeng, C., Ahmed, M., Chen, Y. J., Zhai, S., Rocque, G. B., Olisakwe, S. C., ... & Liu, J. B. (2025). Patient-Reported Symptom Assessments and Early Chemotherapy Discontinuation in Routine Gastrointestinal Cancer Care. *medRxiv*, 2025-10.

KİMLİK LİDERLİK ÜZERİNE BİBLİYOMETRİK BİR ANALİZ

Selen UYGUNGİL-ERDOĞAN
Osmaniye Korkut Ata University, Kadirli Faculty of Applied Sciences, 80760 Kadirli, Osmaniye
ORCID: 0000-0002-7916-1709
Onur OKTAYSOY
Kafkas University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, 36000 Merkez, Kars
ORCID: 0000-0002-8623-614X
Ethem TOPÇUOĞLU
Giresun University, Academy of Civil Aviation, 28000 Merkez, Giresun
ORCID: 0000-0003-3563-0566

ÖZET
Sosyal kimlik teorisinden hareket ile liderlerin bir kimliği olduğu ve bu kimliğin takipçilerini etkileyerek harekete geçirdiği ifade edilmektedir. Özellikle takım halinde hareket edilmesini sağlayan kimlik liderliğin temel amacı, ortak bir sosyal kimlik oluşturmaktır. Kimlik liderliği ortak bir kolektif kimlik oluşturan liderler etrafında kenetlenen grup odaklı davranışlar sergileyen çalışanlar tarafından daha fazla performans, güven ve başarı sağlayan bir yapıya sahiptir. Yapılan çalışmada, Web of Science üzerinden 1981 ile 2025 yılları arasında yayınlanan toplam 157 makale bibliyometrik analiz ile incelenmiştir. Bibliyometrik analiz, belirlenen bir konu üzerinden bilgisayar destekli olarak, yapılan yayın ve çalışmaların arasındaki gizli ilişki ve bağlantıları incelemeyi sağlayan bir analiz yöntemidir. Bibloyometrik analiz için R analiz programı üzerinden Bibliometrix uygulaması kullanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda, kimlik liderlik konusunda sorumlu yazara göre en çok çalışma 30 adet ile Avustralya, 28 adet ile Birleşik Krallık, 20 adet Almanya tarafından yapılmıştır. Türkiye'den kimlik liderlik konusunda sadece 2 adet eser bulunmaktadır. Bu konuda yayın yapan yazarlar bakımından Avustralyalı S. Alexander Haslam 36 eser ile ön plana çıkmaktadır. En çok tekrarlanan anahtar kelimeler 57 adet ile "social identity", 28 adet ile "identification" ve 24 adet ile "performance" olarak belirlenmiştir. Yapılan analiz sonucunda görsel haritalar elde edilmiş olup literatürün niceliği ve kalitesi hakkında nesnel bilgiler oluşturulması sağlanmıştır. Görsel haritalar karmaşık düğümler ve bağlantıları açıklayan, nicel verilerin nitel sonuçlara dönüştürülmesine izin veren bilgilerin görsel temsilini oluşturmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Kimlik liderlik, liderlik, bibliyometrik analiz.

A BIBLIOGRAPHIC ANALYSIS ON IDENTITY LEADERSHIP

ABSTRACT
Based on social identity theory, it is stated that leaders have an identity and that this identity influences their followers and motivates them to take action. The fundamental purpose of identity leadership, which enables teamwork, is to create a shared social identity. Identity leadership has a structure that provides greater performance, confidence, and success for employees who exhibit group-focused behaviors centered around leaders who create a shared collective identity. In this study, a total of 157 articles published between 1981 and 2025 via Web of Science were examined using bibliometric analysis. Bibliometric analysis is a method that uses computer support to examine the hidden relationships and connections between publications and studies on a specific topic. The Bibliometrix application was used via the R analysis program for bibliometric analysis. The analysis revealed that Australia produced the most studies on identity leadership, with 30 publications, followed by the United Kingdom with 28 and Germany with 20. There are only two works on identity leadership from Turkey. In terms of authors publishing on this topic, Australian S. Alexander Haslam stands out with 36

works. The most frequently repeated keywords were determined to be “social identity” with 57 occurrences, ‘identification’ with 28 occurrences, and “performance” with 24 occurrences. The analysis resulted in visual maps, providing objective information about the quantity and quality of the literature. Visual maps create a visual representation of information that explains complex nodes and connections, allowing quantitative data to be converted into qualitative results.
Keywords: Identity leadership, leadership, bibliometric analysis.

1. GİRİŞ

Geleneksel liderlik yaklaşımları genellikle liderin niteliklerine odaklanarak, sosyal, örgüt içi ve dışındaki bağlantıların önemini bir ölçüde göz ardı etmektedir. Bireysel ve geleneksel liderlik yaklaşımlarından farklı olarak, kimlik liderliği kapsamında başarılı liderliğin grup süreçleriyle bağlantılı olduğu öne sürülmektedir (Haslam et al., 2022). Buradan hareket ile kimlik liderliği perspektifinde, optimal liderlik davranışlarının grubun kimliği ile bağlamına göre değiştiği kabul edilmekte ve başarılı liderliğin temelinde, ortak bir sosyal kimlik yaratmanın gerekliliği belirtilmektedir (Hoult et al., 2024).

Sosyal kimlik teorisine göre, bireyler kendilerini, kendi kimlikleriyle ortak özelliklere sahip olan kuruluşlarla psikolojik olarak bağlantılı olarak algılamaktadır (Tajfel & Turner, 1979). Bireysel kimlik, bireylerin aynı kuruluş veya toplumun çalışanları arasında paylaşılan tutumları, inançları, değerleri, duygusal tepkileri ve davranış normlarını içselleştirmeleriyle oluşmaktadır (Haslam & Ellemers, 2006). Sosyal kimlik teorisiyle uyumlu olarak, bireyler kuruluşlarıyla aynı kimliği giderek daha fazla benimsedikçe, düşünme ve karar verme süreçlerinde davranışları ben anlayışından bize doğru değişmektedir. Bu açıdan, bireyler öz saygılarını korumak ve geliştirmek için hem kendilerine hem de kuruluşa fayda sağlayacak şekilde davranmaya motive olmaktadır (Jung et al., 2025). Sosyal kimlik teorisi, bireylerin belirli bir sosyal gruba ait oldukları algısını ve bu üyeliğin onlar için duygusal ve değer açısından önemini açıklamak için geliştirilmektedir (Clarke et al., 2025). Büyüklüğü veya bileşimi ne olursa olsun, bir sosyal grup üyelerine, grubun prototipine bilişsel, tutumsal ve davranışsal olarak nasıl yaklaştıklarını etkileyen ortak bir kimlik sağlamaktadır. Kimlik liderliği, sosyal kimlik teorisi ile prototip temelli kavramlar üzerine teorileştirilmiş bir anlayışın eseridir. Liderlerin, ortak bir kimliği temsil ederek ve geliştirerek grup üyeleri üzerinde etki kazandıklarını savunmaktadır. Özellikle, kimlik liderliğine katılmak, grup üyeleri arasında ortak bir kimliği teşvik etmektedir (Lyu & Sun, 2025).Kimlik liderlik, liderlerin, üyeler için ortak bir kimliği temsil ettiklerinde, geliştirdiklerinde, tanımladıklarında ve yerleştirdiklerinde daha etkili olduklarını, yani organizasyonel hedeflere ulaşmak için çalışanları daha iyi harekete geçirebildiklerini öne sürmektedir (Luostarinen et al., 2025).

Liderlerin kişisel niteliklerinin ve tarzlarının önemine odaklanan geleneksel liderlik yaklaşımlarının aksine, sosyal kimlik yaklaşımı, liderliğin liderler ve grup üyeleri arasında paylaşılan kimlik duygusuna dayandığını ve liderlerin bu kimliğin geliştirilmesinde merkezi bir rol oynadığını savunmaktadır (Routley, 2024). Özellikle, bu yaklaşım liderlerin bunu dört temel bileşeni olan kimlik liderliği yoluyla yaptığını öne sürmektedir (Haslam et al., 2020);

- Liderlik ettikleri grubun niteliklerini, normlarını anlamak ve temsil etmek (kısaca, bizden biri olarak görülmek-prototipiklik);
- Grubun çıkarlarını ilerletmek ve desteklemek (kısaca, bizim için bunu yapmak-ilerleme);
- Ortak bir biz ve biz duygusu oluşturarak uyumlu bir grup yaratmak (kısaca,biz duygusu yaratmak-girişimcilik);
- Lider ve takipçilerin ortak vizyonunu yerleştirerek grubun statüsünü ve kimliğini güçlendiren etkinlikler ve faaliyetler düzenlemek ve uygulamak (kısaca, bizi önemli kılmak-girişimcilik) (Haslam et al., 2020).

Bu noktada kimlik liderliğin bireysel ve örgütsel ölçekte taşıdığı önem nedeniyle literatürde geniş bir yere sahip olması beklenmektedir. Yapılan çalışma da 157 farklı makale analize dahil edilerek, kimlik liderlik davranışının genel ve detaylı bir açıklaması yapılmıştır.

2. ARAŞTIRMA

Yapılan çalışmada, Web of Science üzerinden 1981 ile 2025 yılları arasında yayınlanan toplam 157 makale bibliyometrik analiz ile incelenmiştir. Bibliyometrik analiz, belirlenen bir konu üzerinden bilgisayar destekli olarak, yapılan yayın ve çalışmaların arasındaki gizli ilişki ve bağlantıları incelemeyi sağlayan bir analiz yöntemidir. Bibliyometrik analiz için R analiz programı üzerinden Bibliometrix uygulaması kullanılmıştır.

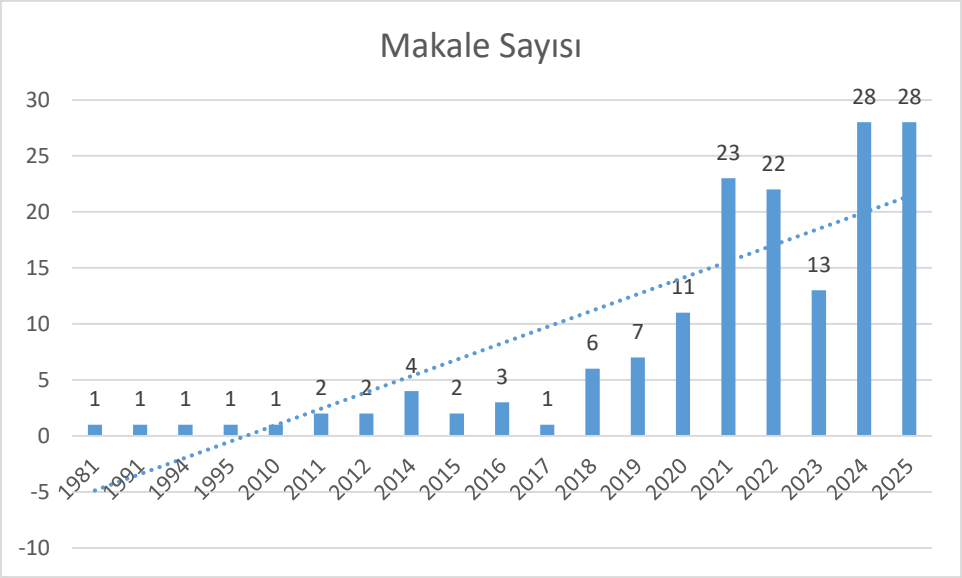
3. BULGULAR

WoS veri tabanından 157 makaleye ulaşılmış olup, makaleler 1981-2025 yılları arasında toplam 103 dergide yayınlanmıştır. Yazılan makalelerde 7.692 yayına atıf yapılmıştır. Araştırma evreninde kullanılan makalelere ilişkin genel bilgiler Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Araştırma verileri

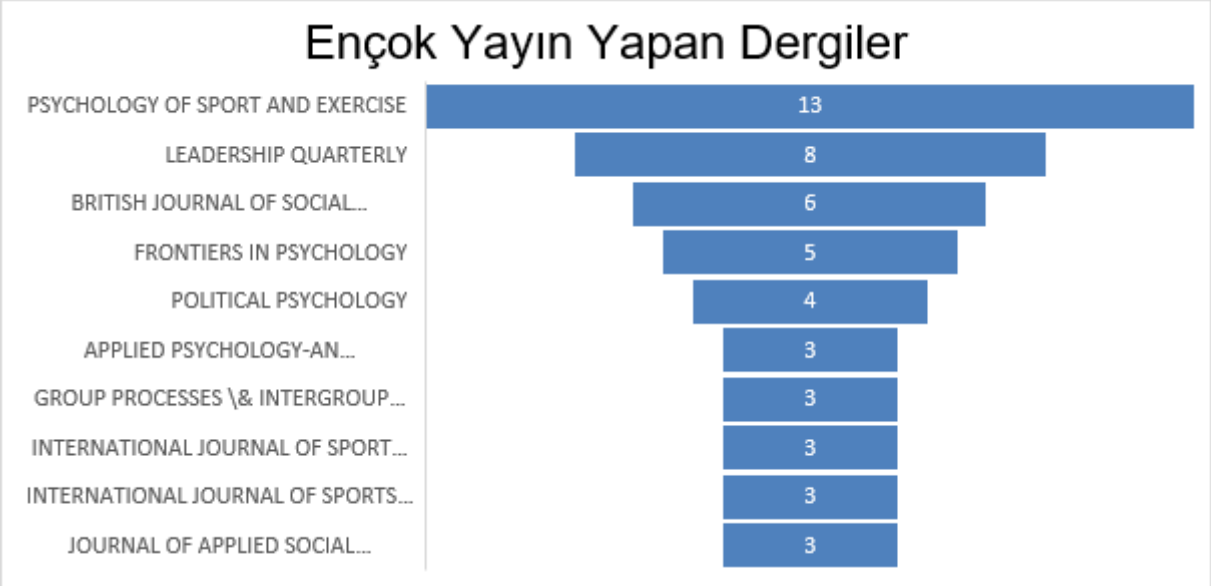
Değişkenler	Veri Sonuçları
Veri Seti Hakkında Ana Bilgiler	
Zaman Aralığı	1981:2025
Kaynaklar	103
Makale Sayısı	157
Yıllık Yayınlanan Ortalama Makale Sayısı	1,55
Yıl Başına Düşen Ortalama Makale Sayısı	4,15
Makale Başına Düşen Atıf Sayısı	16,49
Atıf Sayısı	7.692
Doküman İçeriği	
Anahtar Kelimeler + (ID)	478
Yazarın Anahtar Kelimeleri (DE)	485
Yazarlar	
Yazarlar	848
Tek yazarlı dokümanların yazarları	14
Yazar İşbirliği	
Tek yazarlı dokümanlar	15
Doküman Başına Ortak Yazarlar	7,88
Uluslararası ortak yazarlık %	46,2
Döküman Türü	
Makale	157

Kimlik liderlik, özellikle iş yaşamının daha dijital ve ortak hareket zorunluluğu nedeniyle daha ilgi çeken bir hale gelmiştir. Özellikle 2024 yılı içerisinde 28 adet makale yayınlanmış olması ve daha yılın bitmemesi nedeniyle sayının artacağı düşünüldüğünde akademik camianın kimlik liderliğe olan ilgisinin arttığı görülmektedir. Detaylı bilgiler Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Yıllara göre yayın sayısı

Kimlik liderlik kavramı inceleyen makaleler 1981-2025 yılları arasında 103 farklı dergide 157 defa yayınlanmıştır. Makalelelerin en çok yayınlandığı ilk 10 dergi Şekil 2'de sunulmuştur. En çok yayın yapan dergi olan "Psychology of Sport and Exercise" 13 yayınla toplam yayınların %8,28'ini oluşturmaktadır.



Şekil 2. En çok yayın yapan dergiler.

Yazılı eserlerin sorumlu yazarlarının ülkeleri incelendiğinde 157 makale arasında 30 makalenin Avustralya'dan olduğu görülmektedir. 30 makalenin 16'sı aynı ülkeden (SCP) yazarlar tarafından yazılırken, 14 makale farklı ülkelerden (MCP) yazarlar ile birlikte yazılmıştır. Sorumlu yazarların ülkelere göre dağılımı Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. En çok yayın yapan ülkeler.

Ülke	Makale Sayısı	SCP	MCP	Frekans %	MCP Oranı %
Avustralya	30	16	14	19	46,7
Birleşik Krallık	28	22	6	17,7	21,4
Almanya	20	7	13	12,7	65

ABD	13	10	3	8,2	23,1
Belçika	10	0	10	6,3	100
Kanada	8	3	5	5,1	62,5
Çin	6	3	3	3,8	50
Yeni Zellanda	5	3	2	3,2	40
İtalya	4	2	2	2,5	50
Hollanda	4	3	1	2,5	25

Yayın performansıyla birlikte başkalarının atıf performansını da içeren yazarlar için h/g/m indeksinin, yayınlarının niceliği ve niteliği hakkında bir öngörü sağladığı söylenebilir. Yayın yapan yazarlar bakımından Avustralyalı S. Alexander Haslam 36 eser ile ön plana çıkmaktadır. Yazarlara ilişkin detaylı bilgi Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. En çok yayın yapan yazarlar.

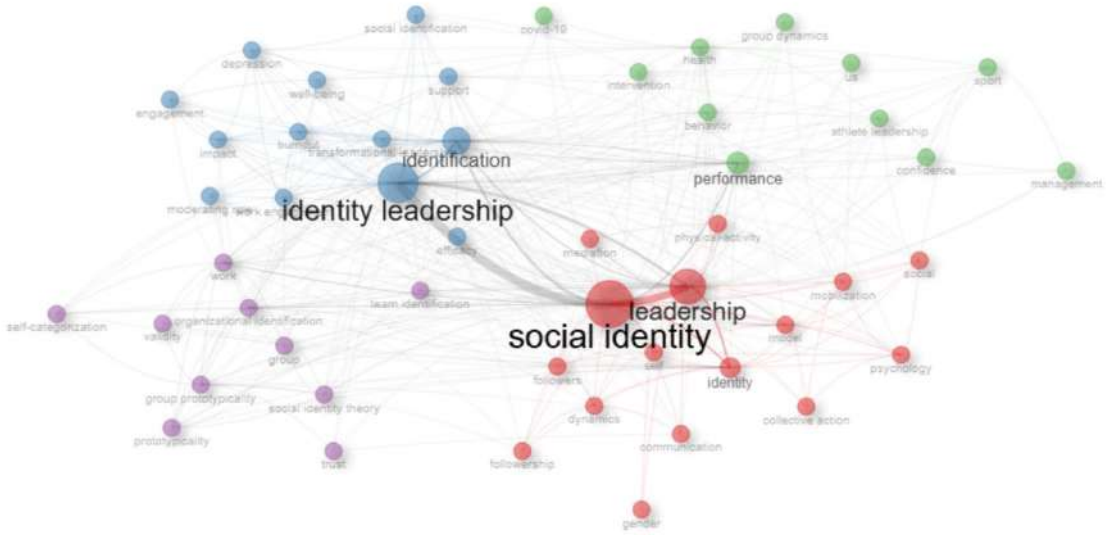
Yazar	h indeks	g indeks	m indeks	Toplam Atıf	Toplam Yayın Sayısı	İlk Yayın Tarihi
HASLAM SA	19	34	1,583	1167	36	2014
STEFFENS NK	16	26	1,333	992	26	2014
FRANSEN K	13	18	1,083	825	18	2014
BOEN F	8	11	0,667	494	11	2014
SLATER MJ	8	14	0,667	285	14	2014
CRUWYS T	6	9	1,2	95	9	2021
REICHER SD	6	7	0,5	445	7	2014
VAN DICK R	6	13	0,75	214	13	2018
AKFIRAT SA	5	7	0,625	194	7	2018
MONZANI L	5	7	0,625	193	7	2018

En çok tekrarlanan anahtar kelimeler kelimeler 57 adet ile "social identity", 50 adet ile "identity leadership", 35 adet ile "leadership", 28 adet ile "identification" ve 24 adet ile "performance" olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda oluşan kelime bulutu görseli Şekil 3'te sunulmuştur.



Şekil 3. Kelime bulutu.

Yapılan analiz sonucunda görsel haritalar elde edilmiş olup literatürün niceliği ve kalitesi hakkında nesnel bilgiler oluşturulması sağlanmıştır. Oluşturulan harita Şekil 4'te sunulmuştur.



Şekil 4. Kelime bağlantı haritası.

4. SONUÇ

Son yıllarda literatürde kimlik liderlik tarzının yaygınlaştığı görülmektedir. Kimlik liderliği, bir kişinin liderlik ettiği gruplarda ortak bir sosyal kimlik duygusu yaratma, temsil etme, geliştirme ve yerleştirme süreci olarak tanımlanmaktadır. Kimlik liderliğinin artan önemi, spor ve egzersiz, siyaset, sağlık ve örgütsel çalışmalar gibi alanlarda genişleyen araştırma çalışmalarına da yansımaktadır (Lê et al., 2025). Yapılan çalışmada, Web of Science üzerinden 1981 ile 2025 yılları arasında yayınlanan toplam 157 makale bibliyometrik analiz ile incelenmiştir. Bibliyometrik analiz, belirlenen bir konu üzerinden bilgisayar destekli olarak yapılan yayın ve çalışmaların arasındaki gizli ilişki ve bağlantıları incelemeyi sağlayan bir analiz yöntemidir (Chotisarn & Phuthong, 2025).

Kimlik liderliği kavramında, bir liderin, ekip üyeleri üzerinde yarattığı etki ve kolektif bir kimlik oluşturma becerisi açısından algılanmaktadır (Steffens et al., 2014). Kimlik liderliği, liderin lider olarak kendi kimliğini geliştirmeye odaklanmak yerine, grup kimliğine odakladığı bir anlayışı temsil etmektedir. Takipçilerini ilerleten, yaratan ve geliştiren lider, grup üyelerini lidere odaklanmasını sağlayan bir kimlik inşa etmektedir (Krug et al., 2021). Kimlik liderliği, ekip kimliğini, iş memnuniyetini, iş bağlılığını ve algılanan ekip desteğini artırmaktadır (Retowski et al., 2025). Yapılan çalışma ile birlikte 157 farklı makale üzerinden bir değerlendirme yapılarak, kimlik liderlik davranışının genel ve detaylı bir açıklaması yapılmıştır. Bundan sonra kimlik liderlik konusunda çalışma yapacak olan akademisyenler için çevresel kaygıların ön planda tutulması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Chotisarn, N., & Phuthong, T. (2025). A bibliometric analysis insights into the intellectual dynamics of artificial intelligence for the micro, small, and medium enterprises. *Cogent Business and Management*, *12*(1). https://doi.org/10.1080/23311975.2025.2491684

Clarke, J. J., Haslam, S. A., Sharman, L. S., Guerrini, B., Holmes, K., Talbot, R., Wild, J., & McEvoy, P. M. (2025). Leading by Example: Identity Leadership and Mental Health in Men's Sheds Members. *Journal of Applied Gerontology*, *44*(5), 815–824. https://doi.org/10.1177/07334648241289020

Haslam, S. A., & Ellemers, N. (2006). Social Identity in Industrial and Organizational Psychology: Concepts, Controversies and Contributions. *International Review of Industrial and Organizational Psychology 2005, 20*, 39–118. https://doi.org/10.1002/0470029307.CH2

Haslam, S. A., Gaffney, A. M., Hogg, M. A., Rast, D. E., & Steffens, N. K. (2022). Reconciling identity leadership and leader identity: A dual-identity framework. *The Leadership Quarterly*, *33*(4), 101620. https://doi.org/10.1016/J.LEAQUA.2022.101620

Haslam, S. A., Reicher, S. D., & Platow, M. J. (2020). The New Psychology of Leadership : Identity, Influence and Power. *The New Psychology of Leadership*. https://doi.org/10.4324/9781351108232

Hoult, A., Mansell, P., & Slater, M. J. (2024). The Influence of a Reflective Identity Leadership Intervention on Perceived Identity Leadership, Social Identity, and Psychological Safety in Cricket. *Behavioral Sciences*, *14*(8), 655. https://doi.org/10.3390/BS14080655

Jung, K. B., Kang, S.-W., & Choi, S. B. (2025). Identity leadership and employees' creative performance: a serial mediation model of relational energy and organizational embeddedness. *Frontiers in Psychology*, *16*, 1581776. https://doi.org/10.3389/FPSYG.2025.1581776

Krug, H., Haslam, S. A., Otto, K., & Steffens, N. K. (2021). Identity Leadership, Social Identity Continuity, and Well-Being at Work During COVID-19. *Frontiers in Psychology*, *12*, 684475. https://doi.org/10.3389/FPSYG.2021.684475

Lê, K., Hoang, G., Linh, V., Chi Minh City, H., Lê, K., & Hoang, G. (2025). Identity leadership: a systematic literature review and critical analysis. *Management Review Quarterly 2025*, 1–47. https://doi.org/10.1007/S11301-025-00554-0

Luostarinen, M., Hakanen, J. J., Dick, R. van, & Mäkikangas, A. (2025). Strengthening Shared Social Identity Leadership for Organisational Effectiveness. *Journal of Change Management*. https://doi.org/10.1080/14697017.2025.2579260

Lyu, B., & Sun, X. (2025). Identity Leadership and Knowledge Sharing in University Administration: The Mediating Role of Team Identification and Ingroup Bias. *The Journal of Behavioral Science*, *20*(1), 1–13. https://doi.org/10.69523/TJBS.2025.273200

Retowski, S., Godlewska-Werner, D., & van Dick, R. (2025). Do organizations based in Poland need identity leadership? Polish adaptation of the short and full form of identity leadership inventory. *Central European Management Journal*, *33*(1), 107–125. https://doi.org/10.1108/CEMJ-08-2023-0339

Routley, S. (2024). Social Identity Leadership in Canada: The Impact of Group Identity and Individual Prototypicality on Leadership Attainment. *International Journal of Canadian Studies*, *62*, 210–244. https://doi.org/10.3138/IJCS-2023-0006

Steffens, N. K., Haslam, S. A., Reicher, S. D., Platow, M. J., Fransen, K., Yang, J., Ryan, M. K., Jetten, J., Peters, K., & Boen, F. (2014). Leadership as social identity management: Introducing the Identity Leadership Inventory (ILI) to assess and validate a four-dimensional model. *The Leadership Quarterly*, *25*(5), 1001–1024. https://doi.org/10.1016/J.LEAQUA.2014.05.002

Tajfel, H., & Turner, J. C. (1979). An integrative theory of intergroup conflict. In W. G. Austin & S. Worchel (Eds.), *The social psychology of intergroup relations* (pp. 33–47). Brooks/Cole.

MESLEKİ STRES İLE PSİKOLOJİK İYİ OLUŞ ARASINDAKİ İLİŞKİ ÜZERİNE BİR META ANALİZ ÇALIŞMASI

Ethem TOPÇUOĞLU
Giresun University, Academy of Civil Aviation, 28000 Merkez, Giresun
ORCID: 0000-0003-3563-0566
Selen Uygungil-Erdoğan
Osmaniye Korkut Ata University, Kadirli Faculty of Applied Sciences, 80760 Kadirli, Osmaniye
ORCID: 0000-0002-7916-1709
Onur OKTAYSOY
Kafkas University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, 36000 Merkez, Kars
ORCID: 0000-0002-8623-614X

ÖZET
Günümüz iş yaşamı çok hızlı bir değişim yaşamakta ve bu değişimler ile başa çıkmak içinde kuruluşlar ve çalışanlar büyük baskılara maruz kalmaktadır. Pandemi, küreselleşme, iklim sorunları, dijitalleşme, Endüstri 4.0 gibi birçok kavramın son on yılda iş hayatımızda edindiği yer baskının ve belirsizliğin her geçen gün artarak devam ettiğini göstermektedir. Bu açıdan değişimlere bağlı olarak çalışanların mesleki stres yaşadığı görülmekte ve bunun sonucu olarak örgütlerin ciddi maliyetlere katlandığı bilinmektedir. Örgütler mesleki stresi azaltmak ve psikolojik iyi oluşu artırmak için birçok adım atmaktadır. Bu açıdan literatürde mesleki stres ile psikolojik iyi oluş arasında önemli bir ilişkinin olduğu sıklıkla görülmektedir. Ancak birçok çalışmanın sonucunda -0.142 ile -0.610 arasında farklı korelasyon değerlerinin ortaya çıkması mesleki stres ile psikolojik iyi oluş arasındaki ilişkinin netliği konusunda bir tereddüt oluşturduğu görülmektedir. Buradan hareket ile literatürde yer alan farklı çalışmalardaki analizlerin korelasyon ve örneklem sayısı göz önüne alınarak ortak bir analizde birleştirilmesi meta analiz ile yapılabilmektedir. Bu kapsamda iki kavramı karşılaştıran bir meta analiz yapabilmek için 06 Haziran 2025 ile 12 Kasım 2025 tarihleri arasında Web of Science, Scopus, Pubmed, ProQuest, Google Scholar, Emerald veri tabanları üzerinden 93 makaleye ulaşılmış, yapılan inceleme ile 11 makalenin çalışmanın amacına uygun olduğu belirlenmiştir. Jamovi programı ile yapılan meta-analiz sonucunda mesleki stres ile psikolojik iyi oluş arasında -0.329'luk orta düzeyde bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir.
Anahtar Kelimeler: mesleki stres, psikolojik iyi oluş, meta-analiz.

A META-ANALYSIS STUDY ON THE RELATIONSHIP BETWEEN OCCUPATIONAL STRESS AND PSYCHOLOGICAL WELL-BEING

ABSTRACT
Today's business life is experiencing a very rapid change and organizations and employees are exposed to great pressures to cope with these changes. The place that many concepts such as pandemic, globalization, climate problems, digitalization, Industry 4.0 have taken in our business life in the last decade shows that the pressure and uncertainty continue to increase day by day. In this respect, it is seen that employees experience occupational stress due to these changes and as a result, it is known that organizations incur serious costs. Organizations take many steps to reduce occupational stress and increase psychological well-being. In this respect, it is frequently seen in the literature that there is an important relationship between occupational stress and psychological well-being. However, the emergence of different correlation values between -0.142 and -0.610 as a result of many studies creates a hesitation about the clarity of the relationship between occupational stress and psychological well-being. Therefore, combining the analyses in different studies in the literature in a common analysis by considering

the correlation and sample size can be done by meta-analysis. In this context, in order to conduct a meta-analysis comparing two concepts, 93 articles were accessed through Web of Science, Scopus, Pubmed, ProQuest, Google Scholar, Emerald databases between June 06, 2025 and November 12, 2025, and it was determined that 11 articles were suitable for the purpose of the study. As a result of the meta-analysis conducted with the Jamovi program, it was determined that there was a moderate relationship of -0.329 between occupational stress and psychological well-being.
Keywords: occupational stress, psychological well-being, meta-analysis.

1. GİRİŞ

Küresel ekonominin hızlı gelişmesiyle birlikte, emek yoğun sektörler ve yüksek yoğunluklu çalışma modelleri giderek yaygınlaşmaktadır. Mesleki talepler ve işyeri rekabeti yoğunlaştıkça, çalışanlar arasındaki stres seviyeleri artmaya devam etmekte ve bu da ruh sağlığı sorunlarının artmasına sebep olmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'ndeki profesyonellerin %60'ından fazlasının iş stresi nedeniyle baskı hissettiği, %40'ından fazlasının ise kronik işyeri stresi ve kaygısı yaşadığı belirlenmiştir (Liu vd., 2025). Amerikan Psikoloji Derneği'ne göre, her üç yetişkinden ikisi işi en yüksek stres kaynağı olarak bildirmektedir (Goffredo vd., 2025). Küresel olarak, mesleki stresin yaygınlığı %20,5 ile %78,4 arasında geniş bir yelpazede değişmektedir (Arruda vd., 2025).

Mesleki stres, insanların iş talepleri ile bu taleplerle başa çıkma yetenekleri arasındaki dengesizlik algısından kaynaklanan psikolojik bir durumdur (Wen vd., 2025). Mesleki stres, iş veya meslek stresi olarak da adlandırılmaktadır. Mesleki stresin artması ve refahın azalması, fiziksel ve zihinsel sağlıkta gerileme, tükenmişlik, yüksek işten ayrılma oranı, iş stresi ve düşük performansla ilişkilendirilmektedir (Goffredo vd., 2025).

Araştırmacılar genellikle işyeri taleplerini dört geniş kategoriye ayrılmaktadır (Strukcinskiene vd., 2025);

- Birincisi, görevlerin kendileriyle ilgilidir; ağır iş yükleri, güvencesiz istihdam veya çok karmaşık görevler genellikle stresi artırmaktadır.
- İkinci bir kaynak, mesleki rollerle bağlantılıdır: çelişkili beklentiler veya yetersiz tanımlanmış sorumluluklar, çalışanları belirsiz ve gergin bırakabilmektedir.
- Sıcaklık, aydınlatma veya tesislerin yeterliliği gibi fiziksel çalışma koşulları üçüncü bir boyutu temsil eder; elverişsiz ortamlar konforu ve performansı baltalamaktadır.
- Son olarak, işyerindeki sosyal iklim de önemlidir; meslektaşlar veya amirlerle yaşanan gerilimler, uygunsuz liderlik stilleri veya grup baskısı, kişilerarası ilişkiler gergin olduğunda stresi artırabilmektedir.

Mesleki stresin dışında psikolojik iyilik hali farklı alanları kapsamaktadır. İyilik halinin bilişsel bir bileşeni (yaşam memnuniyeti) ve duygusal bir bileşeni (olumlu duygu durumu), bir kişinin yaşamının tüm yönlerini içerir ve kişinin yaşamının küresel bir değerlendirmesi olarak adlandırılabilmektedir. Duygusal iyilik hali, genel olarak yaşam hakkındaki duyguları veya belirli bir alanla ilgili duyguları ifade eder. Belirli bir alana özgü duygusal iyilik hali, maaş, görevler, meslektaşlar, amirler, iş koşulları, terfi durumları ve iş güvenliği gibi faktörleri içermektedir. Oysa bağlamdan bağımsız veya genel duygusal iyilik hali, öz imajdan memnuniyet, bedensel sağlık ve sosyal ve kişisel memnuniyet gibi özellikleri içermektedir (Malik & Noreen, 2015). Bu açıdan mesleki stres ile psikolojik iyi oluş arasında zıt yönlü bir ilişkinin olması beklenmektedir.

2. YÖNTEM

Meta-analiz, literatürde aynı araştırma sorusunu ele alan çalışmaların temel popülasyon etkilerinin ortalamasını ve varyansını tahmin etmek için kullanılan istatistiksel bir araçtır (Field & Gillett, 2010). Bu kapsamda iki kavramı karşılaştıran bir meta analiz yapabilmek için 06 Haziran 2025 ile 12 Kasım 2025 tarihleri arasında Web of Science, Scopus, Pubmed, ProQuest, Google Scholar, Emerald veri tabanları üzerinden 93 makaleye ulaşılmış, yapılan inceleme ile

11 makalenin (Babajide & Akintayo, 2011; Choi & Lee, 2020; Çiçek vd., 2025; Hong vd., 2022; Kurt vd., 2024; Liu vd., 2016; Malek vd., 2009; Malik & Noreen, 2015; Nazari & Alizadeh Oghyanous, 2021; Salami, 2010; Shih vd., 2023) çalışmanın amacına uygun olduğu belirlenmiştir. Çalışma %95 güven aralığında, makalelerin özellikleri dikkate alınarak rastgele etkiler modeli ile analizler yapılmıştır. Heterojenlik için Tau^2 testleri ve I^2 istatistiği kullanılarak ölçüm yapılmıştır (Cassambai vd., 2025). Söz konusu makaleler Jamovi (2025) program ile yapılan meta-analiz uygulaması ile anlamlandırılmıştır.

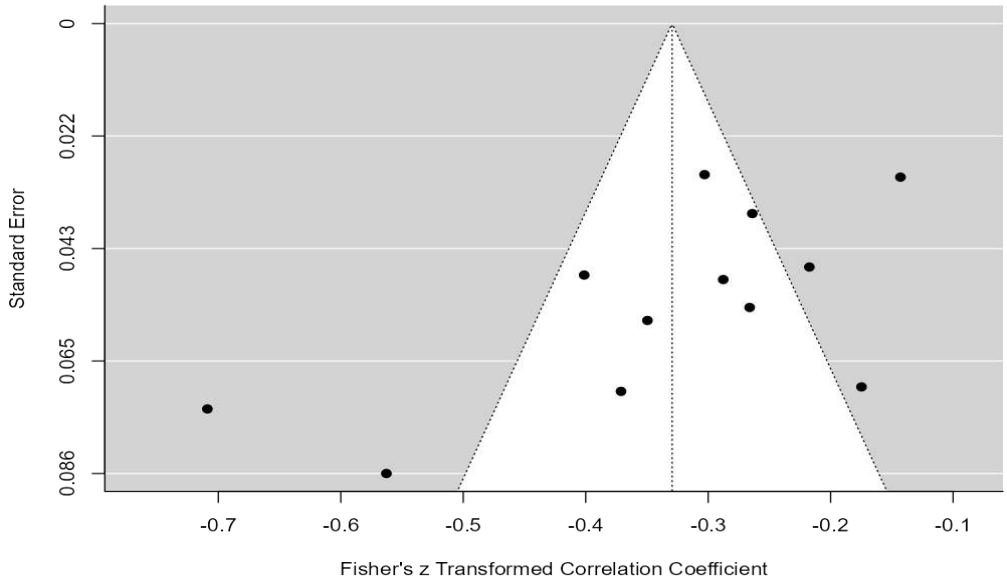
3. BULGULAR

Analiz için uygulanacak modelin belirlenmesi için homojenlik ve heterojenlik ayrımının yapılması gerekmektedir. Heterojenite miktarı (yani, tau^2), kısıtlı maksimum olabilirlik tahmincisi kullanılarak tahmin edilmiştir (Viechtbauer, 2010). Tau^2 tahmine ek olarak, heterojenlik q testi (Cochran, 1954) ve I^2 istatistiği ile de test edilmiştir. Tablo 1'den anlaşılacağı üzere heterojen bir yapının tespiti nedeniyle verilere rastgele etkiler modeli uygulanması gerekmektedir.

Tablo 1. Heterojenlik Test Sonuçları

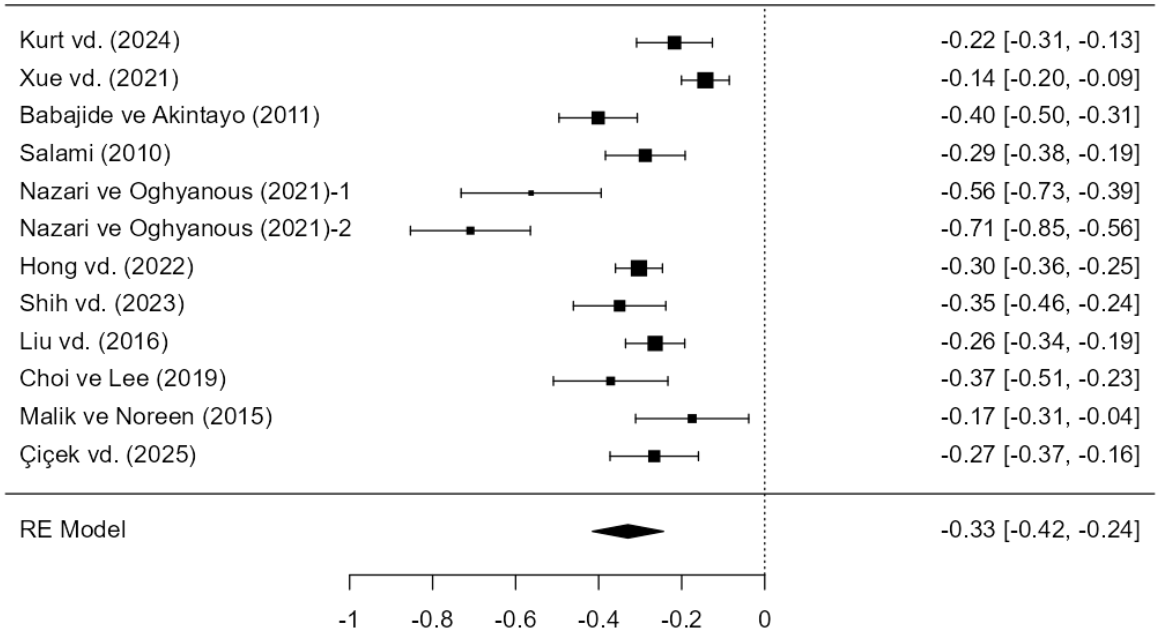
Tau	Tau²	I²	H²	R²	df	Q	p
0.141	0.0199 (SE= 0.0098)	90.17%	10.176	.	11.000	80.898	<.001

Heterojenlik testi sonuçları örneklemin heterojen olduğunu göstermek ile birlikte literatürde sıklıkla huni grafiği de kullanılan bir yöntemdir (Haile, 2025). Bu kapsamda huni grafiği Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Huni Grafiği

Analiz toplam 11 adet makale ile yapılmış, bir makalede (Nazari & Alizadeh Oghyanous, 2021) birden fazla araştırma olması sebebiyle iki defa değerlendirmeye alınmıştır. Makalelerde yer alan korelasyon kat sayılarının (r) standart bir dönüşümünü sağlamak amacıyla değerler r'den Fisher z'ye dönüştürülmüştür. Gözlenen dönüştürülmüş korelasyon katsayıları -0,709 ile -0,143 arasında değişmekte olup, tahminlerin tamamı negatif yönlü ve anlamlı olduğu gözlenmektedir. Bu kapsamda orman grafiği çizelgesi Şekil 2'de sunulmuştur.



Şekil 2. Orman Grafiği

Analizin incelenmesi sonucu değişkenlerden hiçbirinin ± 2.865'den daha büyük bir değeri olmadığı ve buradan hareket ile modelin literatüre aykırı değerlerinin olmadığı belirlenmiştir. Modele ilişkin değerler Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Modele İlişkin Test Sonuçları

	Estimate	se	Z	p	CI Lower Bound	CI Upper Bound
Intercept	-0.329	0.0438	-7.52	<.001	-0.415	-0.244

Not: Tau² Estimator (Restricted Maximum-Likelihood)

Tablo 2'de sunulan sonuca göre mesleki stres ile psikolojik iyi oluş arasında -0.329'luk orta düzeyde bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Söz konusu ilişkinin doğruluğunun kanıtlanması için yayın yanlılığının incelenmesi gerekmektedir. Yayın yanlılığına ilişkin analizler Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. Yayın Yanlılığı Analizi

Testin Adı	Değerler	p
Fail-Safe N	2.151.000	<.001
Begg and Mazumdar Rank Correlation	-0.424	0.063
Trim and Fill Number of Studies	0.000	.

Not: Fail-safe N Calculation Using the Rosenthal Approach.

Fail-safe N yayın yanlılığı analizine göre çalışmaya 2.151 adet daha çalışma eklenirse yayın yanlığı oluşacağı görülmektedir. Diğer testlerin p değerinin 0.05'den büyük olması da yayın yanlılığının olmadığını göstermektedir.

4. SONUÇ

Yapılan çalışma ile birlikte, mesleki stres ile psikolojik iyi oluş arasında -0.329'luk orta düzeyde bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Sıklıkla aşırı iş yükü, derin duygusal yükler (acı ve ölümle başa çıkma), sürekli yüksek riskli karar verme ve idari baskılarla karşı karşıya kalmaktadır. Bu kronik maruziyet, sınırlı özerklik ve destekle birlikte yüksek talepleri içeren önemli iş stresi yaratmaktadır (Yang vd., 2025). Stresin en zararlı etkilerinden biri, ekonomi üzerindeki etkisidir. ABD endüstrisinin devamsızlık nedeniyle yılda birkaç milyon iş günü kaybettiği ve bunların %50'sinden fazlasının bir şekilde stresle ilgili olduğu tahmin edilmektedir (Salami, 2010). Yaşanan stresin çalışanların yaşam refahlarını bozarak genel olarak psikolojik iyi

oluşlarını etkilediğini belirleyen bu çalışmada literatürde belirtilen olumsuz durumu tekrar etmektedir.

KAYNAKÇA

Arruda, H. C., Garcez, A., da Silva, J. C., Kohl, I. S., Theodoro, H., Canuto, R., & Olinto, M. T. A. (2025). Association between work shifts, occupational stress, and abdominal obesity in female workers in Southern Brazil. *Frontiers in Public Health*, *13*, 1705335. https://doi.org/10.3389/FPUBH.2025.1705335

Babajide, E. O., & Akintayo, I. (2011). Occupational stress, psychological well being and workers' behavior in manufacturing industries in south-west Nigeria. *International Journal of Management and Innovation*, *3*(1), 32-43.

Cassambai, S., Tetteh, J., Highton, P., Kunutsor, S. K., Darko, D. O., Jeffers, S., Ikhile, D., Agot, G. N., Olenja, J., Njoroge, P. K., Jessen, N., Abdala, R., Senior, L., Amoakoh-Coleman, M. A., Khunti, K., Godia, P. M., Yawson, A. E., Lamptey, R., Buabeng, K. O., … Seidu, S. (2025). Prevalence of cardiometabolic diseases in Sub-Saharan Africa: a systematic review and meta-analysis. *Global Health Action*, *18*(1). https://doi.org/10.1080/16549716.2025.2580758

Choi, S. H., & Lee, H. (2020). Associations of mindful eating with dietary intake pattern, occupational stress, and mental well-being among clinical nurses. *Perspectives in Psychiatric Care*, *56*(2), 355-362. https://doi.org/10.1111/PPC.12441

Cochran, W. G. (1954). The Combination of Estimates from Different Experiments. *Biometrics*, *10*(1), 101. https://doi.org/10.2307/3001666

Çiçek, İ., Sipahioğlu, M., & Dilekçi, Ü. (2025). The Mediating Role of Occupational Self-Efficacy and Resilience in the Relationship Between Occupational Stress and Subjective Well-Being in Teachers: Validation of the Turkish Version of the Teacher Occupational Self-Efficacy-Short Form. *Psychology in the Schools*, *63*(1), 37-52. https://doi.org/10.1002/PITS.70073

Field, A. P., & Gillett, R. (2010). How to do a meta-analysis. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, *63*(3), 665-694. https://doi.org/10.1348/000711010X502733

Goffredo, C. A., Bowyer, P., & Fletcher, T. S. (2025). Occupational Stress, Well-Being, and Pediatric Occupational Therapists: A Cross-Sectional Survey Design Study. *Occupational Therapy in Health Care*. https://doi.org/10.1080/07380577.2025.2585831

Haile, D. (2025). The effect of agricultural productivity on poverty: what does meta-regression analyses reveal? *Cogent Social Sciences*, *11*(1), 2580057. https://doi.org/10.1080/23311886.2025.2580057

Hong, Y., Zhang, Y., Xue, P., Fang, X., Zhou, L., Wei, F., Lou, X., & Zou, H. (2022). The Influence of Long Working Hours, Occupational Stress, and Well-Being on Depression Among Couriers in Zhejiang, China. *Frontiers in Psychology*, *13*, 928928. https://doi.org/10.3389/FPSYG.2022.928928

Jamovi. (2025). *Jamovi - open statistical software for the desktop and cloud*. https://www.jamovi.org/

Kurt, F. Y., Kahriman, İ., & Çolak, B. (2024). The association of fear of COVID-19 on occupational stress in pediatric nurses: Examining the mediating role of psychological well-being. *Journal of Pediatric Nursing*, *75*, 140-148. https://doi.org/10.1016/j.pedn.2023.12.021

Liu, W., Lvqiu, S., Wang, D., Dong, X., & Nie, Y. (2025). Occupational stress and its adverse health effects among metal mining workers: a cross-sectional study in China. *Scientific Reports 2025 15:1*, *15*(1), 40785-. https://doi.org/10.1038/s41598-025-24484-9

Liu, W., Ren, L., & Zhao, R. (2016). Exploration on the Relationship between Occupational Stress and Well-being of the Junior Administrative Staff in Universities of China from the Perspective of Social Network. *Revista de Cercetare si Interventie Sociala*, *53*, 145-170.

Malek, M. D. A., Fahrudin, A., & Kamil, I. S. M. (2009). Occupational stress and psychological well-being in emergency services. *Asian Social Work and Policy Review*, *3*(3), 143-154. https://doi.org/10.1111/J.1753-1411.2009.00030

Malik, S., & Noreen, S. (2015). Perceived organizational support as a moderator of affective well-being and occupational stress. *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences (PJCSS)*, *9*(3), 865-874. https://www.econstor.eu/handle/10419/188227
Nazari, M., & Alizadeh Oghyanous, P. (2021). Exploring the role of experience in L2 teachers' turnover intentions/occupational stress and psychological well-being/grit: A mixed methods study. *Cogent Education*, *8*(1), 1892943. https://doi.org/10.1080/2331186X.2021.1892943
Salami, O. S. (2010). Occupational stress and well-being: emotional intelligence, selfefficacy, coping, negative affectivity and social support as moderators. *The Journal of International Social Research*, *3*(12), 388-398.
Shih, F. C., Yeh, S. C. J., & Hsu, W. L. (2023). Abusive supervision and employee well-being of nursing staff: Mediating role of occupational stress. *Journal of Advanced Nursing*, *79*(2), 664-675. https://doi.org/10.1111/JAN.15538
Strukcinskiene, B., Jurgaitis, J., Grigoliene, R., Karoblyte, D., Zuperkiene, E., Martisauskiene, D., Gedvile, Z., Virketis, G., Venclauskas, L., & Genowska, A. (2025). Patterns of Self-Reported Occupational Stress Experienced by Lithuanian Police Officers: A Cross-Sectional Study. *Healthcare (Switzerland)*, *13*(23), 3077. https://doi.org/10.3390/HEALTHCARE13233077/S1
Viechtbauer, W. (2010). Conducting Meta-Analyses in R with the metafor Package. *Journal of Statistical Software*, *36*(3), 1-48. https://doi.org/10.18637/JSS.V036.I03
Wen, C., Zhang, L., Zhang, M., Cai, Y., Liu, B., Ke, W., Huang, W., Yan, X., & Chen, H. (2025). Non-linear association of two models of occupational stress with anxiety, depression, and job burnout among workers of a petrochemical enterprise in China. *Psychology, Health and Medicine*. https://doi.org/10.1080/13548506.2025.2591854
Yang, S., Zhang, B., Chen, J., Li, J., Zhang, B., & Zhou, Z. (2025). Latent Profile Analysis of Occupational Stress and Psychological Capital and the Dual Mechanisms of Psychological Capital in Healthcare Workers' Sleep Quality. *Healthcare (Switzerland)*, *13*(23), 3109. https://doi.org/10.3390/HEALTHCARE13233109/S1

2019 VE 2024 TÜRKÇE DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMLARINA GÖRE HAZIRLANAN 5. SINIF TÜRKÇE DERS KİTAPLARINDAKİ ANLATMA BECERİLERİNE YÖNELİK ÖLÇME DEĞERLENDİRME ÇALIŞMALARI ÜZERİNE BİR İNCELEME

Dr. Aliye İlkay YEMENİCİ
Afyon Kocatepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Türkçe Eğitimi Ana Bilim Dalı, Afyonkarahisar, Türkiye.
ORCID ID:https://orcid.org/0000-0003-2460-5998
Anıl ŞAKAR
Yüksek Lisans Öğrencisi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Türkçe Eğitimi Ana Bilim Dalı, Afyonkarahisar, Türkiye.
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-8682-2272
Betül Büşra YAVUZ
Yüksek Lisans Öğrencisi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Türkçe Eğitimi Ana Bilim Dalı, Afyonkarahisar, Türkiye.
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0009-4967-259X

ÖZET
Bu çalışmada, 2019 Türkçe öğretim programına göre hazırlanan Anıttepe Yayınları 5. sınıf Türkçe ders kitabı ve 2024 Türkçe öğretim programına göre hazırlanan MEB Yayınları 5. sınıf Türkçe ders kitabındaki anlatma becerilerine yönelik ölçme değerlendirme çalışmalarının incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç kapsamında araştırmanın problem cümlesi "2019 ve 2024 Türkçe dersi öğretim programlarına göre hazırlanan 5. sınıf Türkçe ders kitaplarındaki anlatma becerilerine yönelik ölçme değerlendirme çalışmalarının görünümü nasıldır?" olarak belirlenmiştir. Nitel araştırma yaklaşımında doküman incelemesi ile desenlenen bu çalışmada inceleme nesnesi olarak Talim Terbiye Kurulu Başkanlığının 18.04.2019 tarih ve 8 sayılı kararıyla 2019-2020 öğretim yılından itibaren beş yıl süreyle ders kitabı olarak kullanılmasına onay verilen Anıttepe Yayınları 5. sınıf Türkçe ders kitabı ile Talim ve Terbiye Kurulunun 05.05.2025 tarih ve 131715185 sayılı yazısı ile 2024-2025 öğretim yılından itibaren kullanılmaya başlanan MEB Yayınları 5. sınıf Türkçe ders kitabı belirlenmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen verilerin analizinde nitel veri analiz tekniklerinden biri olan betimsel analiz kullanılmıştır. Kitaplarda bulunan ölçme değerlendirme çalışmaları tespit edilerek her biri tema bazında ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Anıttepe Yayınları 5. sınıf ders kitabında bulunan temalar incelendiğinde; Birey ve Toplum (0), Millî Mücadele ve Atatürk (0), Doğa ve Evren (1), Milli Kültürümüz (1), Vatandaşlık (0), Sağlık ve Spor (2), Erdemler (0), Bilim ve Teknoloji (1) temalarında olmak üzere toplamda 5 adet ölçme değerlendirme çalışmasına yer verildiği görülmektedir. 2024-2025 öğretim yılından itibaren kullanılmakta olan MEB Yayınları 5. sınıf 1. Türkçe ders kitabında bulunan temalar incelendiğinde ise Oyun Dünyası (7), Atatürk'ü Tanımak (4), Duygularımı Tanıyorum (4); 2. Kitapta ise Geleneklerimiz (8), İletişim ve Sosyal İlişkiler (8), Sağlıklı Yaşıyorum (6) temalarında olmak üzere toplam 37 adet ölçme değerlendirme çalışmasına yer verildiği görülmektedir. Bununla birlikte 2024 programına göre hazırlanan ders kitabında alternatif ölçme değerlendirme çalışmalarının bir hayli fazla olması dikkat çekicidir. Bu bağlamda 2019 programına göre hazırlanan Türkçe ders kitabında bulunan ölçme değerlendirme çalışmalarının 2024 programına göre hazırlanan Türkçe ders kitabında bulunan çalışmalara göre nicelik olarak yetersiz kaldığı ifade edilebilir. Çalışma sonucunda 2024 programına göre hazırlanan Türkçe ders kitabında alternatif ölçme değerlendirme araçlarına çok daha fazla yer verildiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: 2019 Türkçe Öğretim Programı, 2024 Türkçe Öğretim Programı, 5. sınıf Türkçe ders kitapları, anlatma becerileri, ölçme değerlendirme çalışmaları

A REVIEW OF ASSESSMENT AND EVALUATION STUDIES ON EXPRESSION SKILLS IN 5TH GRADE TURKISH COURSEBOOKS BASED ON THE 2019 AND 2024 TURKISH CURRICULA

ABSTRACT

This study aims to examine the assessment and evaluation studies on expression skills in the Anıttepe Publications 5th-grade Turkish textbook, prepared in accordance with the 2019 Turkish curriculum, and the MEB Publications 5th-grade Turkish textbook, prepared in accordance with the 2024 Turkish curriculum. Within the scope of this purpose, the problem statement of the research was determined as "What is the appearance of the assessment and evaluation studies on expression skills in the 5th-grade Turkish textbooks prepared according to the 2019 and 2024 Turkish course curricula?" In this study, which was patterned with document review in the qualitative research approach, the Anıttepe Publications 5th grade Turkish textbook, which was approved to be used as a textbook for five years starting from the 2019-2020 academic year with the decision numbered eight and dated 18.04.2019 of the Board of Education and Discipline, and the MEB Publications 5th grade Turkish textbook, which started to be used in the 2024-2025 academic year with the letter numbered 131715185 of the Board of Education and Discipline, were determined as the object of examination. Descriptive analysis, a qualitative data analysis technique, was employed in analyzing the data obtained within the scope of the study. The assessment and evaluation studies in the books were identified, and each was evaluated separately on a theme basis. When the themes in the Anıttepe Publications 5th grade textbook were examined; It is seen that a total of 5 assessment and evaluation studies are included under the themes of Individual and Society (0), National Struggle and Atatürk (0), Nature and Universe (1), Our National Culture (1), Citizenship (0), Health and Sports (2), Virtues (0), and Science and Technology (1). When the themes in the MEB Publications 5th grade 1st Turkish textbook, which has been in use since the 2024-2025 academic year, are examined, it is seen that a total of 37 assessment and evaluation studies are included under the themes of Game World (7), Getting to Know Atatürk (4), Getting to Know My Feelings (4); and Our Traditions (8), Communication and Social Relations (8), and Living Healthy (6) in the second book. However, it is striking that there are a considerable number of alternative assessment and evaluation studies in the textbook prepared in accordance with the 2024 Curriculum. In this context, it can be observed that the assessment and evaluation studies in the Turkish textbook prepared according to the 2019 Curriculum are fewer in number compared to the studies in the Turkish textbook prepared according to the 2024 Curriculum. As a result of the study, it was observed that alternative assessment and evaluation tools received significantly more attention in the Turkish textbook prepared in accordance with the 2024 Program.

Keywords: 2019 Turkish Curricula, 2024 Turkish Curricula, 5th Grade Turkish Textbooks, Expression Skills, Assessment and Evaluation Activities

1.GİRİŞ

Dil, sesleri anlamlandırma sürecidir. İnsanın sosyal bir varlık olarak yaşamına devam etmesini sağlayan dil, Türkçe Sözlük'e (2011) göre "İnsanlar arasında anlaşmayı sağlayan, uzlaşmaya dayalı olarak oluşturulmuş sesli veya görsel işaretler sistemi; lisan, zeban"; Ergin'e (2020, s.25) göre "İnsanlar arasında anlaşmayı sağlayan tabi bir vasıta, kendisine mahsus kanunları olan ve ancak bu kanunlar çerçevesinde gelişen canlı bir varlık, temeli bilinmeyen zamanlarda atılmış bir gizli antlaşmalar sistemi, seslerden örülmüş içtimai bir müessese" olarak tanımlanmıştır.

Dil, insanlar arasında anlaşmayı sağlayan ve gelişen bir varlık olduğuna göre pek tabii eğitimi zaruridir. Bu eğitim, bireylerin toplum içinde kendilerini anlaşılabilecek biçimde ifade

etmelerini, anlatılanları algılayabilmelerini ve dili güncel ve nitelikli kullanabilmelerini sağlamalıdır. Bunun için milletler dil eğitimine oldukça ehemmiyet vermelilerdir.
Her millet, vatandaşlarını; kendi ayakları üzerinde durabilen, kültürel değerlerini benimsemiş, ülkesinin kalkınmasına destek veren, üreten ve ürettiğini halka mâl edebilen, anlatabilen, anlayabilen, kendini birden fazla alanda yetiştirmiş ve kendini gerçekleştirebilmiş bireyler yetiştirmek ister. Bu doğrultuda gelişmiş ülkelerin bütçelerinin büyük bir bölümünü vatandaşlarına nitelikli eğitim vermek için kullandığını görmek mümkündür.
Ertürk (1972, s.12) eğitimi, "Kendi yaşantıları yoluyla bireyin davranışlarında planlı ve kasıtlı bir biçimde istendik değişiklikler meydana getirme süreci." olarak ifade etmektedir. Bu süreçte bireylerin geçmiş bilgileriyle yeni öğrendikleri bilgileri sentezleyebilmeyi, kendilerini sözlü ve yazılı olarak etkili bir biçimde anlatmayı, karşı tarafı anlamayı, ana dillerini doğru kullanmayı ve kendilerini sosyal, bilişsel ve duygusal yönden geliştirebilmeyi öğrenmeleri gerekir. Tüm bunlar nitelikli bir ana dili öğretimiyle gerçekleştirilebilir.
Nitelikli bir ana dili öğretimi başlıca; okuma, dinleme, konuşma ve yazma temel becerilerinin edimiyle gerçekleştirilebilir. Bunun için eğitim sistemimizde köklü bir değişikliğe gidilerek 2005 yılında davranışçı yaklaşımdan "Bilgimi kendim yapılandırıyorum!" sloganı (MEB, 2005) ile yapılandırmacı yaklaşıma gidilmiştir. Kitaplar da bu yaklaşım doğrultusunda düzenlenerek etkinlikler, Bloom Taksonomisi basamaklarına uygun olarak tasarlanmışsa da bilgi ve kavrama basamaklarının ötesine geçilememiştir. Ayrıca dil ediminde, dil bilgisi öğretiminin öncelenmesi dolayısıyla öğrenciler yoğun dil bilgisi konularını algılayamamış ve ezberlemek zorunda kalmışlardır. Bu durum, öğrencilerin öğrendiklerini bilgi setlerine dahil edememelerine ve dolayısıyla eğitimin niteliğinin düşmesine sebep olmuştur.
2024 yılında ise Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin uygulanmaya başlamasıyla dil ediminde; dört temel dil becerisine verilen önem, dil bilgisi öğretimine verilen önemin önüne geçmiştir. Öğrencilerin bilgi işlemleme seviyelerine, ilgi ve kabiliyetlerine uygun esnek bir öğretim ortamının tasarlanması hedeflenmiştir. Bu doğrultuda öğretmen değil öğrenci aktif kılınarak yapılandırmacı yaklaşım anlayışı bir üst seviyeye taşınmış ve dört temel beceri, Türkçe eğitiminin merkezine konmuştur. Geçmişte kendiliğinden edinildiği düşünülen dinleme becerisi de diğer becerilerle aynı seviyede tutulmuş ve bu becerilerin gelişimini ölçebilmek için ek sınavlar tayin edilmiştir. Sınavlara ek olarak eğitimin ana materyali olan ders kitaplarında da bu becerileri temel alan ölçme değerlendirmelere sıklıkla yer verilmiştir.
Ders kitapları, eğitimin ana materyali olması ve uygulamaya konan programın uygulanabilirliği açısından oldukça değerlidir. Öğrencileri hedeflenen kazanımlara ulaştırmada, öğretmene yardımcı olan bu materyallerin niteliği önem arz etmektedir. Türkçe kitabı için; kullanılan metinlerin niteliği, seviyeye uygunluğu, kitabın baskı kalitesi, görsellerin uygunluğu ve ilgi uyandırma düzeyi, ölçme değerlendirme etkinliklerinin de kapsamı ve niteliği bir ders kitabının yeterliğini ve niteliğini belirleyen temel ögelerdir. Bu temel ögelerden en önemlisi ise ölçme değerlendirme etkinlikleridir. Öğrencinin hazır bulunuşluğunu ölçmede, bilgilerin ne kadarını öğrendiğini, ne derecede kullanabildiğini ve öğrenme çıktılarını fark etmede; okuma, dinleme, konuşma, yazma becerilerinin düzeyini belirlemekte bize yol gösteren başat öge ölçme değerlendirme etkinlikleridir.
Ölçme ve değerlendirme etkinliklerinde kullanılan araçlar alternatif ve geleneksel olarak ikiye ayrılmaktadır. Geleneksel ölçme araçları çoktan seçmeli testler, doğru yanlış soruları, eşleştirme soruları, boşluk doldurma soruları, kısa cevaplı sorular ve açık uçlu sorular olarak çeşitlenmektedir. Geçmişte epeyce yaygın kullanılmış olsalar da günümüzde dünya düzeninin ve öğrencilerden beklenen becerilerin değişmesiyle birlikte tek başına kullanımı yeterli gelmemektedir.
Alternatif ölçme araçları ise öğrencilerin aktif düşünmelerini sağlayan, ezbere dayalı olmayan, öğrenciyi düşünmeye iten ve öğrenciye öğrenmeyi öğreten araçlardır. Alternatif ölçme araçları; rubrik (dereceli puanlama anahtarı), tutum ölçekleri, özdeğerlendirme ölçekleri, akran

değerlendirme ölçekleri, grup değerlendirme ölçekleri, kontrol listeleri, dereceleme ölçekleri, kavram haritaları, tanılayıcı dallanmış ağaç, yapılandırılmış grid, kelime ilişkilendirme testleri, gözlem formu, proje, portfolyo ve kaygı ölçekleri olarak çeşitlenmektedir. Öğrenciler süreç boyunca bir ürün meydana getirmeye çalışmakta ve sonucunu değerlendirmektedirler. Bu durum öğrenciyi, öğretmenden daha aktif hâle getirerek üst düzey düşünme becerilerini geliştirmesini sağlar. "Nesnel tipteki soru teknikleriyle karşılaştırıldığında, alternatif değerlendirmenin etkin katılım ve üst düzey düşünme becerilerini içerdiği görülür (Duban ve Küçükyılmaz, 2008, s.771)". Bu sebeplerden dolayı alternatif ölçme değerlendirme araçları eğitimde daha sık kullanılmalı, geleneksel ölçme araçlarına destek olarak kullanımı sıklaştırılmalıdır.

Bu çalışmada, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 18.04.2019 tarih ve 8 sayılı kararıyla 2019-2020 öğretim yılından itibaren 5 (beş) yıl süreyle ders kitabı olarak kullanılmış Anıttepe Yayınları 5. sınıf Türkçe ders kitabı ve Talim ve Terbiye Kurulunun 05.05.2025 tarih ve 131715185 sayılı yazısı ile 2024-2025 öğretim yılından itibaren kullanılmaya başlanan MEB Yayınları 5. sınıf Türkçe ders kitabındaki anlatma becerilerine yönelik ölçme değerlendirme çalışmalarının incelenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, her iki kitapta da yazma ve konuşma becerilerinin ölçülmesinde hangi alternatif ölçme değerlendirme araçlarının kullanıldığı ve kullanılma sıklığı belirlenmiştir. Çalışma materyali olarak belirlenen iki farklı eğitim programı kapsamında hazırlanmış ders kitaplarından MEB Yayınları 5. Sınıf Türkçe ders kitabı (2024) kullanılmaya yeni başlanmış olması sebebiyle alan yazınında bu konuyu ele alan çalışma sayısı oldukça azdır. Yapılan çalışmalar ise; öğretmen görüşleri (Çiçek, 2024), ve karşılaştıkları sorunların belirlenmesi (Yağmur,2025), program karşılaştırması (Kaya ve Aydın, 2024), kitaplarda bulunan tamamlayıcı ölçme değerlendirme araçlarının incelenmesi (Aydın, Kanık Uysal ve Uyar, 2024) üzerinedir. Anlatma becerileri kapsamında 2019 ve 2024 eğitim programları ışığında hazırlanan Türkçe ders kitaplarındaki ölçme değerlendirme etkinliklerini inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Çalışmada, 2019 Türkçe öğretim programına göre hazırlanan Anıttepe Yayınları 5. sınıf Türkçe ders kitabı ve 2024 Türkçe öğretim programına göre hazırlanan MEB Yayınları 5. sınıf Türkçe ders kitabındaki anlatma becerilerine yönelik ölçme değerlendirme çalışmalarının incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç kapsamında araştırmanın problem cümlesi "2019 ve 2024 Türkçe dersi öğretim programlarına göre hazırlanan 5. sınıf Türkçe ders kitaplarındaki anlatma becerilerine yönelik ölçme değerlendirme çalışmalarının görünümü nasıldır?" olarak belirlenmiştir.

Alt Problemler:

1) 2019 programına göre hazırlanan 5. sınıf Türkçe ders kitabında anlatma becerileri ile ilgili kullanılan ölçme ve değerlendirme araçları nelerdir?
2) 2024 programına göre hazırlanan 5. sınıf Türkçe ders kitabında anlatma becerileri ile ilgili kullanılan ölçme ve değerlendirme araçları nelerdir?

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Çalışmanın Modeli

2019 Türkçe öğretim programına göre hazırlanan Anıttepe Yayınları 5. sınıf Türkçe ders kitabı ve 2024 Türkçe öğretim programına göre hazırlanan MEB Yayınları 5. sınıf Türkçe ders kitabındaki anlatma becerilerine yönelik ölçme değerlendirme çalışmalarının incelenmesi amaçlanan bu çalışma, nitel araştırma yöntemlerinden doküman incelemesi ile desenlenmiştir. Nitel araştırma; bireylerin ya da grupların bir olguya yükledikleri anlamları derinlemesine incelemeyi amaçlayan; doğal ortamda gerçekleşen, yorumlayıcı bir yaklaşımı temel alan ve verilerin sayısal değil sözel, görsel ya da doküman temelli olarak toplandığı bir araştırma türüdür (Denzin & Lincoln, 2018). Çalışmanın veri toplama aşamasında doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. Doküman incelemesi; araştırılması hedeflenen olgu veya olgular

hakkında bilgi içeren yazılı materyallerin analizini kapsar (Yıldırım ve Şimşek, 2011, s.187). Eğitim araştırmalarında ders kitapları, öğretim programları ve resmî belgelerin incelenmesinde doküman incelemesi yöntemi sıklıkla kullanılmaktadır (Büyüköztürk vd., 2020). Bu doğrultuda 2019 programına göre hazırlanmış olan Anıttepe Yayınları ve 2024 programına göre hazırlanmış olan MEB Yayınları 5. Sınıf Türkçe ders kitaplarında bulunan ölçme değerlendirme etkinliklerinin incelenmesi, doküman analizi yöntemi kullanılarak yapılmıştır.

2.2 Çalışma Materyali



Şekil 1. 2019 ve 2024 tarihli 5. sınıf Türkçe ders kitaplarının kapak görseli

2.3 Verilerin Toplanması

Çalışmada, veri toplama araçlarından "Ölçme Araçları Açısından Ders Kitabı İnceleme Formu" kullanılmıştır. Araştırmacılar tarafından her bir ders kitabı en az üç kez titizlikle incelenmiştir. Anlatma becerilerine yönelik ölçme değerlendirme etkinlikleri tespit edildiğinde veri toplama formuna kodlanmıştır. Araştırmacıların bulguları karşılaştırılarak uzlaşmaya varılamadığı noktalarda uzman görüşüne başvurulmuştur. Bu noktada görüş birliği ilkesine uygun hareket edilmiştir.

2.4. Verilerin Analizi

Bu araştırmada toplanan veriler, nitel analiz teknikleri arasında yer alan betimsel analiz yöntemiyle çözümlenmiştir. Ders kitaplarındaki etkinlikler önceden hazırlanmış olan ölçütlere göre incelenmiş ve elde edilen bulgular sistematik bir biçimde karşılaştırılmıştır. "Betimsel analiz sürecinde veriler; tablolar ve grafikler aracılığıyla sunularak benzerlikler ve farklılıklar açık biçimde ortaya konmuştur" (Büyüköztürk vd., 2020).

3.BULGULAR

Çalışmanın bu bölümünde, araştırma amacına ilişkin toplanan veriler doğrultusunda bulgulara yer verilmiştir.

Tablo 2. Anıttepe Yayınları 5. sınıf Türkçe ders kitabında (2019) yer alan ‘’konuşma ve yazma becerileri’’ geleneksel ölçme araçları

Geleneksel Ölçme Araçları	Konuşma Becerisi	Yazma Becerisi	Toplam
Açık uçlu sorular	-	32	32
Çoktan seçmeli testler	-	20	20
Eşleştirme testleri	-	7	7
Doğru -Yanlış testleri	-	16	16
Kısa cevaplı sorular	-	7	7
Boşluk doldurma	-	11	11
Toplam	0	93	93

Tablo 2'ye göre 2019 yılında okutulmaya başlanan Anıttepe Yayınları 5. sınıf Türkçe ders kitabında konuşma becerisinin ölçülmesine yönelik etkinlikler için herhangi bir geleneksel ölçme değerlendirme aracı kullanılmazken yazma becerisinin ölçülmesine yönelik kullanılan geleneksel ölçme değerlendirme araçlarının sırasıyla; *"Açık Uçlu Sorular (32), Çoktan Seçmeli Testler (20), Eşleştirme Testleri (7), Doğru-Yanlış Testleri (16), Kısa Cevaplı Sorular (7), Boşluk Doldurma (11)"* olduğu tespit edilmiştir. Anıttepe Yayınları 5. sınıf Türkçe ders kitabında anlatma becerilerine yönelik geleneksel ölçme değerlendirme araçlarının toplam 93 adet olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 3. Anıttepe Yayınları 5. sınıf Türkçe ders kitabında (2019) yer alan ''konuşma ve yazma becerileri'' alternatif ölçme araçları

Alternatif Ölçme Araçları	**Konuşma Becerisi**	**Yazma Becerisi**	**Toplam**
Rubrik (Dereceli Puanlama Anahtarı)	-	-	0
Tutum Ölçeği	-	-	0
Öz Değerlendirme Ölçeği	3	3	6
Akran Değerlendirme Ölçeği	-	-	0
Grup Değerlendirme Ölçeği	-	-	0
Kontrol Listesi	-	-	0
Dereceleme Ölçeği	-	-	0

Kavram Haritası	-	-	0
Tanılayıcı Dallanmış Ağaç	-	-	0
Yapılandırılmış Grid	-	-	0
Toplam	3	3	6

Tablo 3'e göre 2019 yılında okutulmaya başlanan Anıttepe Yayınları 5. sınıf Türkçe ders kitabında konuşma becerisinin ölçülmesine yönelik etkinlikler için yalnızca *"Öz Değerlendirme" (3)* kullanılırken diğer alternatif ölçme değerlendirme araçlarına yer verilmediği görülmektedir. Yazma becerisinin ölçülmesine yönelik etkinlikler için de yalnızca *"Öz Değerlendirme"* (3) kullanılırken diğer alternatif ölçme değerlendirme araçlarına yer verilmediği görülmektedir. Anıttepe Yayınları 5. sınıf Türkçe ders kitabında anlatma becerilerine yönelik alternatif ölçme değerlendirme araçlarının toplam 6 adet olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 4. MEB Yayınları 5. sınıf Türkçe ders kitabında (2024) yer alan ''konuşma ve yazma becerileri'' geleneksel ölçme araçları

	1. Kitap/1, 2, 3. Tema		**2. Kitap/4, 5, 6. Tema**		
Geleneksel Ölçme Araçları	**Konuşma Becerisi**	**Yazma Becerisi**	**Konuşma Becerisi**	**Yazma Becerisi**	**Toplam**
Açık uçlu sorular	-	18	1	8	**27**

Çoktan seçmeli testler	-	-	-	-	**0**
Eşleştirme testleri	-	1	-	-	**1**
Doğru -Yanlış testleri	-	-	-	-	**0**
Kısa cevaplı sorular	-	4	-	4	**8**
Boşluk doldurma	-	4	-	1	**5**
Toplam	**0**	**27**	**1**	**13**	**41**

Tablo 4'e göre 2024 yılında okutulmaya başlanan MEB Yayınları 5. sınıf Türkçe ders kitabında konuşma becerisinin ölçülmesine yönelik etkinlikler için 1. kitapta herhangi bir geleneksel ölçme değerlendirme aracı kullanılmazken 2. kitapta yalnızca "Açık Uçlu Sorular" (1) kullanıldığı görülmüştür. Yazma becerisinin ölçülmesine yönelik kullanılan geleneksel ölçme değerlendirme araçlarının; 1. kitapta sırasıyla: *"Açık Uçlu Sorular (18), Eşleştirme Testleri (1), Kısa Cevaplı Sorular (4), Boşluk Doldurma (4)",* 2. kitapta ise sırasıyla: *"Açık Uçlu Sorular (8), Kısa Cevaplı Sorular (4), Boşluk Doldurma (1)"* olduğu tespit edilmiştir. MEB Yayınları 5. sınıf Türkçe ders kitabında anlatma becerilerine yönelik geleneksel ölçme değerlendirme araçlarının toplam 41 adet olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 5. MEB Yayınları 5. sınıf Türkçe ders kitabında (2024) yer alan ‘’konuşma ve yazma becerileri’’ alternatif ölçme araçları

	1. Kitap/1, 2, 3. Tema		**2. Kitap/4, 5, 6. Tema**		
Alternatif Ölçme Araçları	**Konuşma Becerisi**	**Yazma Becerisi**	**Konuşma Becerisi**	**Yazma Becerisi**	**Toplam**
Rubrik (Dereceli Puanlama Anahtarı)	-	-	-	-	**0**
Tutum Ölçeği	-	-	-	-	**0**
Öz Değerlendirme Ölçeği	15	13	10	14	**52**
Akran Değerlendirme Ölçeği	4	-	10	1	**15**
Grup Değerlendirme Ölçeği	-	-	-	-	**0**
Kontrol Listesi	-	-	-	-	**0**

Dereceleme Ölçeği	**-**	**-**	**-**	**-**	**0**
Kavram Haritası	**-**	**-**	**-**	**-**	**0**
Tanılayıcı Dallanmış Ağaç	**-**	1	**-**	**-**	**1**
Yapılandırılmış Grid	**-**	3	**-**	**-**	**3**
Öğrenci Seçki Dosyası (Portfolyo)	**-**	2	**-**	**-**	**2**
Toplam	**19**	**19**	**20**	**15**	**73**

Tablo 5'e göre 2024 yılında okutulmaya başlanan MEB Yayınları 5. sınıf Türkçe ders kitabında konuşma becerisinin ölçülmesine yönelik kullanılan alternatif ölçme değerlendirme araçlarının; 1. kitapta sırasıyla: *"Öz Değerlendirme Ölçeği (15), Akran Değerlendirme Ölçeği (4)",* ikinci kitapta ise sırasıyla: *"Öz Değerlendirme Ölçeği (10), Akran Değerlendirme Ölçeği (10)"* olduğu tespit edilmiştir. Yazma becerisinin ölçülmesine yönelik kullanılan alternatif ölçme değerlendirme araçlarının; 1. kitapta sırasıyla: *"Öz Değerlendirme Ölçeği (13), Tanılayıcı Dallanmış Ağaç (1), Yapılandırılmış Grid (3), Öğrenci Seçki Dosyası (Portfolyo) (2)",* 2. kitapta ise sırasıyla: *"Öz Değerlendirme Ölçeği (14), Akran Değerlendirme Ölçeği (1),"* olduğu tespit edilmiştir. MEB Yayınları 5. sınıf Türkçe ders kitabında anlatma becerilerine yönelik alternatif ölçme değerlendirme araçlarının toplam 73 adet olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 18.04.2019 tarih ve 8 sayılı kararıyla 2019-2020 öğretim yılından itibaren 5 (beş) yıl süreyle ders kitabı olarak kullanılmış Anıttepe Yayınları 5. sınıf Türkçe ders kitabı ve Talim ve Terbiye Kurulunun 05.05.2025 tarih ve 131715185 sayılı yazısı ile 2024-2025 öğretim yılından itibaren kullanılmaya başlanan MEB Yayınları 5. sınıf Türkçe ders kitabındaki anlatma becerilerine yönelik ölçme değerlendirme çalışmalarının incelenmesi amaçlanmıştır. Yapılan incelemeler doğrultusunda 2019 programına göre hazırlanmış olan Anıttepe Yayınları 5. sınıf Türkçe ders kitabında bulunan yazma ve

konuşma etkinliklerine ait 93 adet geleneksel ve 6 adet alternatif olmak üzere toplam 99 adet ölçme aracına yer verildiği tespit edilmiştir.
Geleneksel ölçme araçları ve alternatif ölçme araçlarının kullanım sayıları arasında bu denli bir fark olması, öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini ölçmede yetersiz kalındığını düşündürtmektedir.
2024 programına göre hazırlanmış olan MEB Yayınları 5. sınıf 1. Türkçe ders kitabında bulunan yazma ve konuşma etkinliklerine ait ise 27 adet geleneksel ve 38 adet alternatif olmak üzere toplamda 65 adet ölçme aracına yer verildiği tespit edilmiştir. MEB Yayınları 5. Sınıf 2. Türkçe ders kitabında ise 14 adet geleneksel ve 35 adet alternatif olmak üzere toplamda 49 adet ölçme aracına yer verildiği görülmüştür. Rubrik (dereceli puanlama anahtarı), tutum ölçeği, grup değerlendirme ölçeği, kontrol listesi, dereceleme ölçeği ve kavram haritası gibi alternatif ölçme araçlarına hiç yer verilmemiş olması ölçme aracı çeşitliliği açısından bir eksiklik olarak değerlendirilmektedir.
Yapılan çalışma sonucunda, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli ile alternatif ölçme araçlarının Türkçe dersi kapsamında kullanımının yaygınlaştırılmaya çalışıldığı görülmektedir. 2019 programına göre hazırlanmış olan Anıttepe Yayınları 5. sınıf Türkçe ders kitabı, içerisinde bulunan konuşma ve yazma becerilerine yönelik alternatif ölçme araçlarının sadece öz değerlendirme ile sınırlı kalmış olması ölçme aracı çeşitliliği açısından zayıf olduğunu göstermektedir. Alternatif ölçme araçlarının, geleneksel araçlarla birlikte kullanılması ve geleneksel ölçme araçlarından sayıca fazla olması 2024 programına göre hazırlanmış olan MEB Yayınları 5. sınıf Türkçe ders kitabını, 2019 programına göre hazırlanmış olan Anıttepe Yayınları 5. sınıf Türkçe ders kitabına nazaran üst düzey bilişsel beceriler kapsamında daha zengin olduğunu ortaya koymaktadır.
Anıttepe Yayınları 5. sınıf Türkçe ders kitabında dikkat çeken bir diğer husus ise anlatma becerilerinin ölçülebilmesi için yeteri kadar ölçme aracı kullanılmamış olmasıdır. Bir süreç olarak öğrenilen bu becerilerin gelişiminin hem öğretmen hem de öğrenciler tarafından açıkça takip edilmesi gerekmektedir. Yalnızca 6 adet öz değerlendirme ile anlatma becerilerinin gelişimini takip etmenin zor olacağı düşünülmektedir. Bu durum yapılandırmacı yaklaşımın temel görüşleriyle uyuşmamaktadır. Sürecin, sonuçtan daha değerli olduğunu öne süren bu felsefeye göre öğrencinin elde ettiği üründen daha değerli olan şey o ürünü elde ederken neleri deneyimledeği ve öğrendiğidir. Bu felsefeye göre hazırlanmış bir kitabın daha fazla öz değerlendirmeye ve diğer alternatif ölçme değerlendirme araçlarına yer vermiş olması beklenmektedir.
Öz değerlendirme ile kullanılması beklenen bir diğer ölçme aracı ise akran değerlendirme formlarıdır ancak Anıttepe Yayınları 5. sınıf kitabında anlatma becerilerine yönelik akran değerlendirme formuna hiç yer verilmediği saptanmıştır. Bu durum anlatma becerilerinin değerlendirilmesini öğrencinin öznel algısına bırakmaktadır. Bu yaşlardaki çocuklar kendi eksiklerini objektif bir şekilde göremektedirler. Bu açıdan Türkçe ders kitaplarında akran değerlendirme ölçeklerinin bulunmaması problem yaratmaktadır.
2024 yılından itibaren kullanılmaya başlanan MEB Yayınları 5. sınıf Türkçe ders kitabında 15 akran değerlendirme ölçeği vardır. Bu ölçme aracının konuşma becerisinin değerlendirilmesi amacıyla 14 kez, yazma becersinin değerlendirilmesinde ise yalnızca 1 kez kullanıldığı görülmüştür.
Öte yandan anlatma becerilerinin eğitiminde oldukça önemli bir yere sahip olan rubriklere her iki kitapta da hiç yer verilmemiştir. Öğrencinin konuşma ve yazma etkinliklerini yaparken değerlendirileceği kriterleri bilmesi son derece önemlidir.
Sonuç olarak açıkça görülmektedir ki 2019 programına göre hazırlanmış olan Anıttepe Yayınları 5. sınıf Türkçe ders kitabında alternatif ölçme araçlarından yalnızca öz değerlendirme formunun kullanılması ve 2024 programına göre hazırlanmış MEB Yayınları 5. sınıf Türkçe kitabında ise hem geleneksel hem alternatif ölçme araçları kullanılmış olmasına rağmen bazı

alternatif ölçme araçlarına hiç yer verilmemiş olması incelenen kitaplarda dikkat çeken hususlardır.

Çalışmada ulaşılan sonuçlar doğrultusunda şu önerilerde bulunulabilir:

- Kitaplarda anlatma becerilerine (konuşma ve yazma) yönelik hazırlanan alternatif ve geleneksel ölçme araçlarına dengeli bir biçimde yer verilmelidir. Alternatif ölçme araçları ve geleneksel ölçme araçları arasındaki fark sayıca çok fazla olmamalıdır.
- Geleneksel ve alternatif ölçme araçlarına kendi içlerinde de denge gözetilerek yer verilmelidir. Çeşitlilik gözetilmelidir. Hazırlanan etkinlikler, ölçme araçlarını dengeli bir biçimde içermelidir.
- Öğrencilerin ortaya koyduğu ürünlerin tümü, alternatif ölçme araçlarından en az biriyle değerlendirilmelidir.

KAYNAKÇA

Aydın, İ., Uysal, P. K., & Uyar, Y. E. (2024). Ortaokul Türkçe Ders Kitaplarının Tamamlayıcı Ölçme Araçlarının Kullanılması Bakımından Karşılaştırılması. Dil ve Edebiyat Araştırmaları, (30), 53-68.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2020). Bilimsel araştırma yöntemleri (26. baskı). Pegem Akademi.

Çiçek, S. (2024). Ana dili olarak Türkçe öğretiminde dört temel dil becerisini ölçme ve değerlendirmeye ilişkin öğretmen görüşleri: Beceri temelli yazılı ve uygulamalı sınav sistemi. Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, (62), 3517-3542.

Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2018). The Sage handbook of qualitative research (5th ed.). Sage Publications.

Duban, N., & Küçükyılmaz, E. A. (2008). Sınıf öğretmeni adaylarının alternatif ölçme-değerlendirme yöntem ve tekniklerinin uygulama okullarında kullanımına ilişkin görüşleri. İlköğretim online, 7(3), 769-784.

Ergin, M. (2020). Türk dil bilgisi. İstanbul: Boğaziçi Yayınları.

Ertürk, S. (1972). Eğitimde program geliştirme. Ankara: Yelkentepe Yayınları.

Kaya, M., & Aydın, E. (2024). 2019 Türkçe Dersi Öğretim Programı ile 2024 Türkçe Dersi Öğretim Programı'nın Karşılaştırılması. Harran Maarif Dergisi, 9(1), 108-146.

MEB (2005). İlköğretim 1-5. sınıf programları tanıtım el kitabı. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü Basımevi

Türk Dil Kurkumu (2011). Türkçe sözlük. Ankara: TDK Yayınları.

Yağmur, Ş. K. (2025). Türkçe öğretmenlerinin okuma ve yazma becerilerini değerlendirme süreçlerinde karşilaştiklari sorunlar ve çözüm önerileri. International Journal of Düzce Educational Sciences, 3(1), 51-64.

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2021). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (12. baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

GÜNCELLENEN EĞİTİM PROGRAMLARINDA KODLAMA: TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ VE MEB–UNICEF PROGRAMI ÜZERİNE BİR İNCELEME

Tuğba KANMAZ
Kirsehir Ahi Evran University, Department of Elementary Education, Preschool Education Program, 40100 Bagbasi, Kirsehir
ORCID: 0000-0003-0810-6304

ÖZET
Türkiye'de okul öncesi eğitim programları, 1952'den 2024'e uzanan süreçte çocukların gelişimsel gereksinimleri, toplumsal dönüşümler ve teknolojik yenilikler doğrultusunda sürekli olarak yenilenmiştir. Dijital çağın gereklilikleri doğrultusunda özellikle son dönemlerde kodlama, bilgi işlemsel düşünme ve 21. yüzyıl becerileri gibi içeriklerin okul öncesi eğitim programlarında giderek daha belirgin hale geldiği görülmektedir. Bu çerçevede 2024 yılında uygulamaya konan Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli ile MEB–UNICEF ortaklığı kapsamında güncellenen Okul Öncesi Eğitim Programı, kodlama eğitiminin okul öncesi eğitime entegrasyonunda politika düzeyinde atılmış iki önemli adımdır. Bu çalışma, söz konusu iki programı kodlama eğitimi açısından karşılaştırmalı olarak ele almakta ve özellikle programların temel bileşenlerinde yer alan kodlamaya ilişkin unsurları açığa çıkarmayı amaçlamaktadır. Araştırma nitel araştırma desenlerinden doküman incelemesi yöntemiyle yürütülmüş; her iki programın yapısal ve pedagojik bileşenleri sistematik olarak çözümlenmiştir. Analizler, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nde kodlamanın matematik alan becerileri içinde doğrudan bir öğrenme çıktısı olarak tanımlanmadığını; ancak matematiksel muhakeme ve matematiksel problem çözme becerilerinin yorumlanması sürecinde dolaylı biçimde ele alındığını göstermektedir. Buna karşılık MEB–UNICEF iş birliğiyle güncellenen okul öncesi eğitim programında kodlama daha belirgin ve doğrudan bir biçimde ele alınmaktadır. Bu bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, UNICEF güncellemesiyle hazırlanan programın kodlama eğitimine ilişkin daha net, doğrudan ve uygulamaya dönük kazanımlar sunduğu, buna karşılık Maarif Modeli'nde kodlamanın daha çok matematiksel ve bilişsel süreçlerin doğal bir bileşeni olarak dolaylı biçimde yapılandırıldığı görülmektedir. Bu sonuçlar, Türkiye'de okul öncesi kodlama eğitiminin politika belgelerinde giderek daha güçlü bir biçimde yer almaya başladığını ve programların bu alandaki pedagojik yönelimleri destekleyecek şekilde yeniden yapılandırıldığını göstermektedir.
Anahtar Kelimeler: Okul öncesi eğitim, kodlama, Türkiye yüzyılı maarif modeli, güncellenen okul öncesi eğitim programı

CODING IN UPDATED EARLY CHILDHOOD EDUCATION PROGRAMS: AN ANALYSIS OF THE TURKIYE CENTURY MAARIF MODEL AND THE MEB–UNICEF CURRICULUM

ABSTRACT
Early childhood education programs in Türkiye have undergone continuous revisions from 1952 to 2024 in response to children's developmental needs, societal transformations, and technological advancements. In recent years, the requirements of the digital age have led to the increasing visibility of coding, computational thinking, and 21st-century skills within early childhood curricula. In this context, the Türkiye Yüzyılı Maarif Model introduced in 2024 and the Early Childhood Education Program updated through the MEB–UNICEF partnership represent two significant policy initiatives aimed at integrating coding education into early childhood learning. This study comparatively examines these two programs in terms of how coding education is conceptualized and embedded within their core components. Employing a

document analysis design, the structural and pedagogical elements of both programs were systematically analyzed. Findings indicate that in the Türkiye Yüzyılı Maarif Model, coding is not defined as a direct learning outcome within the mathematics domain; rather, it is addressed indirectly through competencies such as mathematical reasoning and mathematical problem-solving. In contrast, the MEB–UNICEF updated program incorporates coding more explicitly and directly, presenting clear and developmentally appropriate learning objectives related to foundational coding skills. Overall, the results demonstrate that the UNICEF-supported program provides more explicit, direct, and practice-oriented gains related to coding, whereas the Maarif Model positions coding as an implicit component of broader mathematical and cognitive processes. These findings suggest that coding education is gaining increasing prominence within Türkiye's early childhood policy frameworks and that curricular reforms are progressively aligning with pedagogical orientations that support digital literacy and computational thinking from an early age.
Keywords: Preschool education, coding, Türkiye Century Maarif Model, updated preschool education program

1.GİRİŞ

Dijitalleşme ve buna eşlik eden teknolojik dönüşüm, toplumların üretim-tüketim örüntülerini, devletlerin uluslararası piyasadaki rekabet stratejilerini ve kalkınma politikalarını dönüştürürken; eğitim sistemlerinin hedeflerini ve öğrenme-öğretme süreçlerini de yeniden tanımlamaktadır. Bu dönüşümün doğal sonucu olarak, bireylerden beklenen yeterlikler yalnızca bilgiye erişme ve bilgiyi hatırlama ile sınırlı kalmamakta; iletişim, iş birliği, problem çözme, eleştirel düşünme ve üretkenlik gibi çok boyutlu beceriler eğitim gündeminin merkezine yerleşmektedir (Burns ve Sinfield, 2004; Geisinger, 2016; Minton, 2005; Tennant vd., 2009). Literatürde "21. yüzyıl becerileri" başlığıyla ele alınan bu yeterlikler, özünde insanlık tarihinin farklı dönemlerinde değer atfedilen becerilere dayanmakla birlikte, bilgi çağının koşullarında yeniden yorumlanmış ve eğitim politikaları açısından daha sistematik bir çerçevede tartışılır hâle gelmiştir (Dede, 2010; Geisinger, 2016; Rotherham ve Willingham, 2010).

Her ne kadar farklı kurumların 21. yüzyıl becerilerine ilişkin sınıflandırmaları içerik ve adlandırma bakımından çeşitlilik gösterse de; bu çerçevelerin ortaklaştığı nokta, bireylerin bilgi ve iletişim teknolojilerini etkili biçimde kullanabilmesi, iş birliğine dayalı çalışabilmesi, iletişime açık olması, problemlere farklı çözüm yolları üretebilmesi ve yaratıcı-üretken bir düşünme yapısı geliştirmesi gerekliliğidir (Gore, 2013; Voogt ve Roblin, 2012). Bu becerilerin erken yaşlardan itibaren desteklenmesinin, bireylerin ileriki yaşamlarında karmaşık ve alışılmadık durumlarla başa çıkma, düşüncelerini ifade etme, ekip çalışmasına uyum sağlama ve yenilik üretme kapasitelerini güçlendireceği öngörülmektedir (AACTE, 2010). Dolayısıyla okul öncesi eğitim, yalnızca çocukların gelişim alanlarını destekleyen bir basamak değil; aynı zamanda çağın gerektirdiği becerilerin temellerinin atıldığı kritik bir eğitim kademesi olarak değerlendirilmektedir.

Erken çocuklukta kodlama eğitimi, bu bağlamda öne çıkan yaklaşımlardan biridir. Resnick (2003), küçük çocuklar için kodlamanın oyun temelli öğrenme bağlamında yaratıcı düşünme, problem çözme ve iş birliği gibi 21. yüzyıl becerilerini destekleyen bir öğrenme zemini sunduğunu belirtmektedir. Okul öncesi dönem çocuklarının merak, keşfetme ve deneme isteğinin yüksek olması, kodlama gibi yapılandırılmış problem çözmeye dayalı öğrenme deneyimlerinin bu yaş grubunda etkili biçimde tasarlanabilmesini mümkün kılmaktadır (Grout ve Houlden, 2014). Kodlama, bilginin semboller aracılığıyla temsil edilmesi ve belirli kurallar çerçevesinde işlenerek anlamlı bir çıktıya dönüştürülmesi yönüyle bir "dil" olarak da ele alınmakta; bu özelliğiyle erken yaşlarda çocukların düşünme süreçlerini yapılandırmalarına katkı sunmaktadır (Balanskat ve Engelhardt, 2015; McLennan, 2017).

Bununla birlikte okul öncesi dönemde amaç, çocuklara ileri düzey programlama becerileri kazandırmak değil; algoritmik düşünme, mantıksal akıl yürütme, sıralama ve hata ayıklama gibi temel bilişsel süreçleri, gelişimsel özelliklere uygun etkinliklerle destekleyerek kodlamayı bir araç olarak kullanabilmektir (Heikkilä, 2020). Kodlamanın soyut yapısı, erken çocuklukta öğretim sürecinin çocukların dikkatini çekecek biçimde somutlaştırılmasını, oyun temelli yöntem ve tekniklerle desteklenmesini ve bilişimsel düşünmeye uygun biçimde yapılandırılmasını gerekli kılmaktadır (Idlbi, 2009). Nitekim okul öncesi eğitimde yer alan pek çok etkinliğin (sıralama, eşleştirme, yön-konum çalışmaları vb.) temelde kodlama mantığıyla örtüştüğü; ancak bu deneyimlerin sistematik ve planlı bir yaklaşımla sunulmasının çocukların kodlamaya erken yaşta uyum sağlamasında ve farklı gelişim alanlarında ilerleme göstermesinde belirleyici olabileceği ifade edilmektedir (Papadakis vd., 2016).

Teknolojik gelişmeler, kodlamanın okul öncesi eğitime entegrasyonunu destekleyen robotik araç ve yazılımların yaygınlaşmasını da kolaylaştırmıştır. Robotik materyaller, çocukların kodlama sürecini somut olarak deneyimlemelerine, adımları sıralamalarına ve ürettikleri komutların sonucunu gözlemlemelerine olanak tanımaktadır (Sullivan ve Bers, 2016). Çocukların yazdıkları kodu robot üzerinde test edebilmesi, hata ayıklama ve stratejiyi yeniden düzenleme gibi süreçleri görünür hâle getirerek problem çözme becerilerini desteklemektedir (Bers vd., 2014; Kazakoff, 2013; Lee vd., 2013; Sullivan ve Bers, 2016; Wang vd., 2011). Ayrıca robotik uygulamaların çocuklarda özgüveni, öz yönetimi, yaratıcılığı ve karar verebilme becerisini desteklediği; somut etkileşimli yapısı sayesinde bilişimsel düşünme süreçlerini kolaylaştırdığı belirtilmektedir (De Vries, 2018; Hornecker ve Buur, 2006; Sapounidis vd., 2015; Wang, 2017).

Türkiye'de erken çocuklukta kodlama ve robotik uygulamalarına ilişkin araştırmalar artmakla birlikte, program düzeyinde kodlamanın nasıl konumlandırıldığı, hangi bileşenler altında nasıl gerekçelendirildiği ve kazanım/öğrenme çıktıları düzeyinde hangi göstergelerle ilişkilendirildiği soruları güncelliğini korumaktadır. Bu noktadan hareketle araştırmanın problem durumu, güncellenen okul öncesi eğitim programlarında kodlama etkinliklerinin hangi amaçlar, ilkeler ve program bileşenleri çerçevesinde ele alındığını; gelişim alanları ve alan becerilerine dayalı öğrenme çıktıları düzeyinde kodlama temelli unsurların nasıl tanımlandığını ortaya koyma gereksiniminden doğmaktadır. Bu çalışmada, MEB–UNICEF ortaklığı ile güncellenen okul öncesi eğitim programı ile Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli okul öncesi eğitim programının kodlama eğitimine yaklaşımı karşılaştırmalı olarak incelenerek, kodlamanın program metinlerindeki görünümü ve kapsamı belirlenmeye çalışılacaktır.

Okul öncesi dönemde kodlama etkinliklerinin eğitim süreçlerine entegrasyonu, günümüz eğitim yaklaşımlarında giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu çağdaş anlayış, 2024 yılında güncellenen Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) Okul Öncesi Eğitim Programı ile aynı yıl yürürlüğe giren Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Okul Öncesi Eğitim Programı'nda belirgin biçimde yer almaktadır. Söz konusu programlar, çocukların erken yaşlardan itibaren algoritmik düşünme, problem çözme ve dijital farkındalık becerilerini desteklemeye yönelik kodlama temelli öğrenme deneyimlerini eğitim sürecine dâhil eden yenilikçi yaklaşımlar sunmaktadır. Bu çalışmanın amacı, MEB–UNICEF Ortaklığı ile Güncellenen Okul Öncesi Eğitim Programı ile Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Okul Öncesi Eğitim Programını, kodlama etkinliklerinin eğitim programlarına entegrasyonu açısından analiz etmektir. Bu genel amaç doğrultusunda aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmıştır:

1. MEB–UNICEF ortaklığı ile güncellenen okul öncesi eğitim programında, "okul öncesi eğitimin amaçları, temel ilkeleri ve programın temel özellikleri" başlıkları kapsamında kodlama etkinliklerine ilişkin hangi unsurlar yer almaktadır?
2. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli okul öncesi eğitim programında, "okul öncesi eğitimin amaçları ve temel ilkeleri" çerçevesinde kodlama temelli öğrenme süreçlerine ilişkin hangi unsurlar bulunmaktadır?

3. MEB–UNICEF ortaklığı ile güncellenen okul öncesi eğitim programında, 36–72 aylık çocukların bilişsel, dil, fiziksel gelişim ve sağlık ile sosyal-duygusal gelişim ve değerler gelişim alanlarına ait kazanım ve göstergelerde kodlama etkinliklerine yönelik hangi unsurlar yer almaktadır?
4. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli okul öncesi eğitim programında, 36–72 aylık çocuklara yönelik Türkçe, matematik, fen, sosyal, hareket ve sağlık, sanat ve müzik alan becerilerine ait öğrenme çıktılarında kodlama temelli etkinliklere ilişkin hangi unsurlar bulunmaktadır?

2. YÖNTEM

2.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırma, nitel araştırma desenleri kapsamında yer alan doküman incelemesi yöntemiyle elde edilen verilerin analizine dayalı olarak yürütülmüştür. Doküman incelemesi, araştırmanın amacı doğrultusunda seçilen yazılı ve basılı kaynakların belirli ölçütler çerçevesinde sistematik biçimde incelenmesini ve anlamlandırılmasını içeren bir veri toplama tekniğidir. Bu yöntemde araştırmacı, mevcut belgeleri eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirerek araştırma problemini destekleyen bulgulara ulaşmayı hedefler (Bowen, 2009; Merriam, 2018).

Araştırma sürecinde elde edilen verilerin çözümlenmesinde betimsel analiz yöntemi kullanılmıştır. Betimsel analiz, nitel verilerin önceden belirlenen temalar doğrultusunda düzenlenmesini, özetlenmesini ve yorumlanmasını esas alan bir analiz yaklaşımıdır. Bu bağlamda, araştırma kapsamında incelenen dokümanlar ayrıntılı biçimde ele alınmış; veriler, anlam bütünlüğü korunarak sınıflandırılmış ve araştırmanın amaçları doğrultusunda yorumlanmıştır. Böylece belgelerden elde edilen bilgiler, bütüncül ve açıklayıcı bir çerçeve içinde sunulmuştur (Yıldırım ve Şimşek, 2018; Creswell, 2016).

2.2. Çalışma Grubu

Bu araştırmanın çalışma grubunu, Millî Eğitim Bakanlığı tarafından yürürlüğe konulan Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Okul Öncesi Eğitim Programı ile MEB–UNICEF iş birliği kapsamında güncellenen Okul Öncesi Eğitim Programı oluşturmaktadır. Araştırmada, söz konusu iki program içeriklerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi amaçlanmış; bu doğrultuda programlarda yer alan kazanımlar, alan becerileri, öğrenme-öğretme süreçleri ve uygulama yaklaşımları okul dışı öğrenme ortamları bağlamında ele alınmıştır. Programların seçilmesinde, okul öncesi eğitime yönelik farklı dönemleri ve yaklaşımları temsil etmeleri ve karşılaştırmalı analize imkân tanımaları belirleyici olmuştur.

2.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama yöntemi olarak doküman incelemesi kullanılmıştır. Doküman incelemesi, araştırma problemiyle ilişkili yazılı materyallerin sistematik biçimde toplanması, incelenmesi ve analiz edilmesini kapsayan nitel bir veri toplama tekniğidir. Bu yöntem, özellikle eğitim politikaları, program içerikleri ve öğretim yaklaşımlarının incelenmesinde yaygın olarak tercih edilmektedir (Bowen, 2009). Araştırmanın veri toplama araçlarını, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Okul Öncesi Eğitim Programı ile MEB–UNICEF Ortaklığı ile Güncellenen Okul Öncesi Eğitim Programı oluşturmaktadır.

2.4. Veri Toplama Süreci

Araştırma kapsamında incelenen dokümanlar, Millî Eğitim Bakanlığı'nın resmî internet sitesi üzerinden temin edilmiştir. Bu bağlamda, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Okul Öncesi Eğitim Programı (MEB, 2024) ile MEB–UNICEF Ortaklığı ile Güncellenen Okul Öncesi Eğitim Programı (MEB, 2024) araştırmanın veri kaynakları olarak kullanılmıştır. Söz konusu belgelerin seçiminde, okul öncesi eğitim alanında güncel politika ve uygulamaları yansıtmaları, programlar arası karşılaştırmaya olanak sağlamaları ve okul dışı öğrenme yaklaşımlarına ilişkin içerikler sunmaları etkili olmuştur. Programlarda yer alan tüm içerikler, okul dışı öğrenme ortamlarıyla ilişkili unsurlar açısından ayrıntılı biçimde incelenmiştir.

2.5. Verilerin Analizi

Araştırmada elde edilen verilerin analizinde betimsel analiz tekniğinden yararlanılmıştır. Betimsel analiz, önceden belirlenen temalar doğrultusunda verilerin düzenlenmesini, özetlenmesini ve yorumlanmasını esas alan bir analiz yaklaşımıdır. Bu yöntemde amaç, elde edilen bulguları okuyucuya açık ve anlaşılır bir biçimde sunmaktır (Creswell, 2016; Yıldırım ve Şimşek, 2022). Analiz sürecinde her iki program; amaçları, temel ilkeleri, kazanım ve göstergeleri ile alan becerileri çerçevesinde ele alınmış ve okul dışı öğrenme ortamlarına yönelik içerikleri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, ilgili literatür doğrultusunda yorumlanarak bütüncül bir çerçeve içinde sunulmuştur.

3. BULGULAR

Bu bölümde, araştırmanın amacına doğrultusunda belirlenen dört alt araştırma sorusu çerçevesinde elde edilen veriler analiz edilmiş ve bulgular sistematik bir biçimde sunulmuştur. İlk olarak, 2024 yılında MEB ve UNICEF iş birliğiyle güncellenen okul öncesi eğitim programında yer alan "eğitimin amaçları, temel ilkeleri ve programın temel özellikleri" başlıkları kapsamında kodlama etkinliklerine ilişkin ifadeler incelenmiştir. Ardından, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli okul öncesi eğitim programında aynı başlıklar altında kodlama temelli öğrenme süreçlerine yönelik unsurlar ele alınmıştır.

Üçüncü aşamada, MEB–UNICEF ortak programında 36–72 aylık çocuklara yönelik gelişim alanlarında (dil, fiziksel gelişim ve sağlık, sosyal-duygusal gelişim, değerler ve bilişsel gelişim) kodlama etkinlikleriyle ilişkili kazanım ve göstergeler analiz edilmiştir. Son olarak, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli kapsamında tanımlanan alan becerileri (Türkçe, matematik, fen, sosyal, hareket ve sağlık, sanat ve müzik) doğrultusunda yapılandırılan öğrenme çıktılarında kodlama temelli unsurlara ilişkin bulgular sunulmuştur.

3.1. Birinci Araştırma Sorusu ile İlgili Bulgular

UNICEF–MEB ortaklığı ile güncellenen MEB okul öncesi eğitim programında yer alan, "okul öncesi eğitimin amaçları, temel ilkeleri ve okul öncesi eğitim programının temel özellikleri" başlıkları kapsamında kodlama etkinliklerine ilişkin unsurlar nelerdir? sorusuna yönelik elde edilen ayrıntılı bulgular aşağıda sunulmuştur.

''Çocukların hayal güçleri, yaratıcı ve eleştirel düşünme becerileri, bilişsel esneklikleri, üst bilişsel becerileri, yaşam becerileri ve iletişim becerileri geliştirilmelidir." (UNICEF)

''Farklı stratejiler kullanmayı gerektirir." (UNICEF)

Bu bulgular, UNICEF tarafından vurgulanan yaratıcı ve eleştirel düşünme, bilişsel esneklik ve üst bilişsel becerilerin geliştirilmesi gerekliliği ile öğrenme süreçlerinde farklı stratejilerin kullanılmasına yapılan atıf birlikte değerlendirildiğinde, kodlama etkinliklerinin okul öncesi eğitimde çoklu çözüm yollarını teşvik eden, esnek ve problem temelli öğrenme yaklaşımlarını destekleyen etkili bir pedagojik araç olarak işlev görebileceğine işaret etmektedir.

3.2. İkinci Araştırma Sorusu ile İlgili Bulgular

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli okul öncesi eğitim programında yer alan, "okul öncesi eğitimin amaçları ve temel ilkeleri" başlıkları kapsamında kodlama etkinliklerine ilişkin unsurlar nelerdir? sorusuna yönelik ayrıntılı bulgular aşağıda sunulmuştur.

''Eğitim ortamlarının ve süreçlerinin tasarlanmasında güncel, teknolojik ve bilimsel bilgilerden yararlanılmalıdır. Program kapsamında tasarlanmış ortamlar veya öğrenme yaşantıları hazırlandığı dönemin teknolojik ve bilimsel gelişmelerinden faydalanılarak oluşturulmuştur. Öğretmenler güncel bilgiyi takip etmeli, üretilen teknolojik ve bilimsel gelişmeleri sınıf ortamına yansıtmalıdır. Bu sayede programda kendisini güncel tutabilecektir." (MAARİF)

Bu bulgu, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli okul öncesi eğitim programında eğitim ortamlarının güncel teknolojik ve bilimsel gelişmeler doğrultusunda yapılandırılmasına yapılan vurgunun, kodlama etkinliklerinin öğretim sürecine dâhil edilmesini pedagojik açıdan anlamlı kıldığını ve

kodlamanın programın güncellik, yenilikçilik ve beceri temelli öğrenme hedefleriyle tutarlı bir uygulama alanı sunduğunu göstermektedir.

3.3 Üçüncü Araştırma Sorusu ile İlgili Bulgular

MEB-UNİCEF Ortaklığı ile güncellenen okul öncesi eğitim programında 36-72 aylık çocukların; "dil, fiziksel gelişim ve sağlık, sosyal-duygusal gelişim, değerler ve bilişsel" gelişim alanlarına ait kazanım ve göstergelerdeki okul dışı öğrenme ortamlarına ilişkin unsurlar nelerdir? sorusu ile ilgili detaylı bulgular aşağıda sunulmuştur.

Tablo 1. Gelişim Alanlarına Göre Kodlamaya Atıf Yapılan Kazanım Sayıları

Gelişim Alanı	Kodlamaya Atıf Yapılan Kazanım Sayısı
Bilişsel Gelişim	6
Dil Gelişimi	1
Fiziksel Gelişim ve Sağlık	0
Sosyal-Duygusal Gelişim	0
Toplam	7

Bilişsel Gelişim

''Kazanım 15. Yer/yön/konum ile ilgili yönergeleri uygular."

Bu kazanımın açıklamasında yer alan, çocukların yer, yön ve konum kavramlarını anlamalarına yardımcı olmak amacıyla harita, kroki ve kodlama matları kullanılması önerisi, kodlama etkinliklerinin mekânsal farkındalık ve algoritmik düşünme becerilerini destekleyici işlevine işaret etmektedir. Kodlama matları üzerinde yön okları ve semboller aracılığıyla gerçekleştirilen etkinlikler, çocukların verilen yönergeleri sıralı biçimde takip etmelerini ve hareketlerini planlamalarını sağlamaktadır.

''Kazanım 20. Problem durumlarına çözüm üretir."

Bu kazanımın açıklamasında yer alan, çocukların yaratıcı düşüncelerini kullanarak bir probleme yönelik farklı çözüm yolları önermeleri ve bu çözümleri sözlü, görsel ya da materyal temelli yollarla ifade etmeleri, kodlama sürecinde problemin farklı algoritmalarla ele alınması, çözüm yollarının temsil edilmesi ve yapılandırılması anlayışıyla örtüşmektedir.

''Kazanım 22. Bir hedefe ulaşmak için planlama yapar."

Bu kazanımın açıklamasında çocukların planları hakkında konuşmaları ve planladıkları etkinlikleri yapılış sırası ya da aşamalarına göre ifade etmelerinin vurgulanması, kodlama sürecinde bir hedefe ulaşmak için adımların algoritmik bir sırayla yapılandırılması ve sözlü olarak ifade edilmesine dayalı öğrenme yaklaşımıyla örtüşmektedir.

''Kazanım 24. Bir olayı/problemi algoritmik düşünceyi kullanarak çözer."

Bu kazanımın açıklamasında vurgulanan algoritma oluşturma süreci, kodlamanın temelini oluşturan sıralı düşünme ve yönerge temelli işlem yapma yapısıyla doğrudan ilişkilidir. Okul öncesi dönemde çocukların günlük yaşam etkinliklerini (diş fırçalama, yemek yapma gibi) adım adım yapılandırmaları, kodlama sürecinde bir problemin tanımlanması, çözüm basamaklarının oluşturulması ve uygulanması ile benzerlik göstermektedir. Bu bağlamda öğretmenin algoritma kavramını somut etkinlikler aracılığıyla vurgulaması, çocukların temel düzeyde kodlama mantığını kavramalarına, hata fark etme ve algoritmayı yeniden düzenleme yoluyla problem çözme ve üst bilişsel becerilerini geliştirmelerine katkı sağlamaktadır.

''Kazanım 25. Temel düzeyde kodlama yapar."

Bu kazanım, çocukların temel düzeyde kodlama kavramını tanımalarını, kodlama sürecine ilişkin basit kuralları anlamalarını ve bu kuralları uygulayarak problem çözme deneyimi kazanmalarını amaçlamaktadır. Kodlama, belirli bir bilginin semboller veya simgeler

aracılığıyla ifade edilmesi süreci olup; çocukların soyut kavramları somutlaştırarak anlamlandırmalarına olanak tanımaktadır. Bu bağlamda kodlama etkinlikleri, erken çocukluk döneminde algoritmik düşünme, sıralama, neden–sonuç ilişkisi kurma ve hata ayıklama (debugging) gibi temel bilişsel süreçlerin gelişimini desteklemektedir.

Kazanım kapsamında çocukların iki ya da üç aşamalı basit kodlama kurallarını tanımlamaları, verilen kodlamayı uygulamaları ve kodlamayı kullanarak basit problemleri çözmeleri beklenmektedir. Kodlama matları, yön okları, renkler, sesler veya üç boyutlu materyaller gibi sembolik araçlar kullanılarak gerçekleştirilen etkinlikler, çocukların nesneleri ve kendi bedenlerini kodlamaya uygun biçimde konumlandırmalarına olanak sağlamaktadır. Bu süreç, çocukların mekânsal farkındalıklarını ve yönerge takip etme becerilerini güçlendirmektedir.

Ayrıca, verilen kodlamadaki hatayı fark etme ve düzeltme göstergeleri, çocukların deneme–yanılma yoluyla öğrenmelerini ve kendi düşünme süreçlerini değerlendirmelerini desteklemektedir. Bu yönüyle kodlama etkinlikleri, çocuklara yalnızca doğru sonuca ulaşmayı değil; süreci gözden geçirme, alternatif çözüm yolları geliştirme ve çözüm stratejilerini yeniden yapılandırma fırsatı sunmaktadır. Dolayısıyla Kazanım 25, çocukların kodlama yoluyla problem çözme, planlama ve üst bilişsel becerilerini geliştirmeye yönelik bütüncül ve yapılandırılmış bir öğrenme deneyimi sunmaktadır.

‘’Kazanım 27. Üst bilişsel becerileri değerlendirir.”

Bu kazanımın açıklaması, çocukların kendi düşünme süreçlerinin farkına varmalarını, kullandıkları stratejileri gözden geçirmelerini ve öğrenme sürecini değerlendirmelerini kapsamaktadır. Kodlama etkinlikleri, çocuklara bir problemi çözerken izledikleri adımları düşünme, uyguladıkları stratejilerin işe yarayıp yaramadığını sorgulama ve gerektiğinde çözüm yollarını yeniden düzenleme fırsatı sunarak üst bilişsel becerilerin gelişimini desteklemektedir. Özellikle kodlama sürecinde karşılaşılan hataların fark edilmesi ve düzeltilmesi (hata ayıklama), çocukların kendi düşünme süreçlerini izlemelerini ve değerlendirmelerini teşvik etmektedir. Bu yönüyle kodlama, çocukların planlama, izleme ve değerlendirme gibi üst bilişsel süreçlerini güçlendiren etkili bir öğrenme aracı olarak değerlendirilebilir.

Dil Gelişimi

‘’Kazanım 8. Görsel materyalleri kullanarak özgün ürünler oluşturur.”

Bu kazanımın açıklamasında yer alan yemek tariflerinin adımlarının semboller ve resimler aracılığıyla oluşturulması, kodlama sürecinde işlemlerin belirli bir sıraya göre sembollerle ifade edilmesine dayalı yapı ile örtüşmekte; çocukların algoritmik düşünme ve sıralı işlem becerilerini destekleyen kodlama temelli bir öğrenme yaklaşımına işaret etmektedir.

3.4. Dördüncü Araştırma Sorusu ile İlgili Bulgular

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli okul öncesi eğitim programında 36–72 aylık çocukların; Türkçe, matematik, fen, sosyal, hareket ve sağlık, sanat ve müzik alan becerilerine ait öğrenme çıktılarında kodlamaya ilişkin unsurlar nelerdir? sorusuna yönelik ayrıntılı bulgular aşağıda sunulmuştur.

Matematik Alan Becerisi Öğrenme Çıktısı (MAB)

MAB.3. Matematiksel olgu, olay ve nesneleri yorumlayabilme

Bu öğrenme çıktısının alt öğrenme çıktısının açıklamasında yer alan manipülatif materyaller, geometrik şekiller, rakamlar, semboller ve renk kartlarıyla gerçekleştirilen etkinlikler, kodlama sürecinde bilginin semboller aracılığıyla temsil edilmesi ve işlem sıralamasının yapılandırılması anlayışıyla doğrudan ilişkilidir. Kodlama ve örüntü çalışmalarında bu materyallerin kullanılması, çocukların algoritmik düşünme, sıralama ve örüntü oluşturma becerilerini desteklerken; geometrik şekiller ve rakamların farklı materyallerle oluşturulması, çocukların soyut kavramları somutlaştırarak öğrenmelerine olanak sağlamaktadır. Ayrıca çocuklarla yapılacak çalışmalarda kroki kullanımı, şehir oluşturma oyunları, varlıkların konumlarını birbirine göre betimleme ve betimlenen varlığı bulmaya yönelik etkinlikler ile oryantiring ve hazine avı oyunları, kodlama sürecinde yön, konum ve işlem sıralamasına dayalı

algoritmik düşünmenin somutlaştırılmasına olanak sağlayarak çocukların problem çözme ve mekânsal farkındalık becerilerini desteklemektedir.

MAB.4. Matematiksel olgu, olay ve nesnelere ilişkin çıkarım yapabilme

Bu öğrenme çıktısının alt öğrenme çıktısının açıklamasında vurgulanan örüntü kopyalama, sürdürme ve özgün örüntü oluşturma çalışmaları ise kodlamada yer alan tekrar (loop), sıralama ve kural temelli işlem kavramlarının somutlaştırılmasına olanak sağlamaktadır. Ayrıca nesne, olgu ve olayları karşılaştırma ve çıkarımlarda bulunma etkinlikleri; çocukların verileri analiz etme, alternatif durumları değerlendirme ve sonuçlara ilişkin öngörüler geliştirme süreçlerini destekleyerek kodlama temelli problem çözme yaklaşımıyla örtüşmektedir.

MAB.5. Matematiksel problemleri çözümleyebilme

Bu öğrenme çıktısının alt öğrenme çıktısının açıklamasında konumu belirtilen nesne ya da varlıkların verilen yönergelere uygunluğunu değerlendirmeleri ve kendilerine sunulan matematiksel problemler karşısında belirlenen çözüm yolunu denemeleri beklenmektedir. Bu süreç, kodlama etkinliklerinde yönerge takip etme, verilen algoritmayı uygulama ve sonucu kontrol etme aşamalarıyla örtüşmektedir. Kodlama temelli etkinlikler aracılığıyla çocuklar, yön ve konum bilgilerini adım adım verilen komutlara göre uygulamayı, çözüm yolunun doğruluğunu değerlendirmeyi ve gerektiğinde süreci yeniden düzenlemeyi öğrenmektedir.

MAB.6.Matematiksel problemleri yorumlayabilme

Bu öğrenme çıktısının alt öğrenme çıktısına ilişkin açıklamada yer alan, çocuklarla konumu tarif edilen nesneleri bulmaya ve söylenen nesnelerin konumunu ifade etmeye yönelik oyunların, kodlama sürecinde yön, konum ve sıralı yönergelerin algoritmik biçimde uygulanmasını desteklediği; bu yolla çocukların mekânsal farkındalık ve problem çözme becerilerinin gelişimine katkı sağladığı görülmektedir.

MAB.7. Matematiksel problemler ve çözümlerine ilişkin açıklamalar ve stratejiler geliştirebilme

Bu öğrenme çıktısının alt öğrenme çıktısına ilişkin açıklamada yer alan çocuklardan beklenen çözüm yolu seçme, alternatif çözümler üretme, gerekli bilgileri ve nesneleri belirleme ve çözüm adımlarını sıralama süreçleri, kodlama etkinliklerinde problemin tanımlanması, algoritma oluşturulması ve uygulanması aşamalarıyla doğrudan örtüşmektedir. Çocukların seçtikleri çözüm stratejilerini denemeleri ve çözüme ulaşamadıklarında yeni yolları test etmeleri, kodlama sürecinde yer alan deneme–yanılma ve hata ayıklama (debugging) süreçlerini deneyimlemelerine olanak sağlamaktadır.

MAB.9. Farklı matematiksel temsillerden yararlanabilme

Bu öğrenme çıktısının alt öğrenme çıktısına ilişkin açıklamada yer alan harita ve kroki kullanımı, çocukların mekândaki konumu belirleme, verilen yönergeler doğrultusunda hareket etme ve konum bilgilerini temsil etme becerilerinin geliştirilmesine yöneliktir. Bu süreçler, kodlama etkinliklerinde semboller aracılığıyla yön, konum ve işlem sıralamasının algoritmik biçimde uygulanması anlayışıyla örtüşmektedir. Matematiksel durum ve olayları temsil eden sembollerin belirlenmesi ve yönergeye uygun biçimde kullanılması, çocukların kodlama sürecinde komutları doğru yorumlama, uygulama ve kontrol etme becerilerini desteklemektedir. Bu yönüyle söz konusu etkinlikler, erken çocukluk döneminde kodlamanın mekânsal farkındalık, matematiksel düşünme ve problem çözme becerilerini bütüncül biçimde geliştiren etkili bir öğrenme aracı olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

MAB.10. Farklı matematiksel temsilleri değerlendirebilme

Bu öğrenme çıktısının alt öğrenme çıktısına ilişkin açıklamada yer alan harita ve krokiler üzerinden nesne ya da varlıkların konumlarını açıklamaları ve farklı krokilerde yer alan konumları karşılaştırmaları, kodlama sürecinde yön, konum ve sembolik temsillerin algoritmik olarak analiz edilmesi ile örtüşmektedir. Farklı krokilerdeki konumların tartışılması, çocukların

aynı problemi farklı veri setleri üzerinden değerlendirmelerine ve alternatif çözüm yolları geliştirmelerine olanak tanımaktadır.

Sosyal Alan Becerisi Öğrenme Çıktısı (SAB)

SAB.9. Yakın çevresindeki coğrafi olay, nesne, mekân ve kişilerin konumunu algılayabilme

Bu öğrenme çıktısının alt öğrenme çıktısına ilişkin açıklamada yer alan yön ve konum terimlerini kullanma, kroki üzerinden rota takip etme, hedefe ulaşma ve nesneleri doğru konumlara yerleştirme etkinlikleri, kodlama sürecinde yön komutlarının, işlem sıralamasının ve algoritmik adımların uygulanmasına dayalı öğrenme yaklaşımıyla doğrudan ilişkilidir. Harita ve kroki temelli oyunlar, çocukların verilen yönergeleri adım adım takip etmelerini, hataları fark ederek süreci yeniden düzenlemelerini ve hedefe ulaşmalarını sağlayarak algoritmik düşünme, problem çözme ve mekânsal farkındalık becerilerini bütüncül biçimde desteklemektedir.

SAB.13. Coğrafi gözlem ve çalışma sahasında planlanan çalışmaları uygulayabilme

Bu öğrenme çıktısının alt öğrenme çıktısına ilişkin açıklamada yer alan gezi-gözlem sırasında kroki üzerinde belirlenen noktaların belirli bir sırayla takip edilmesine dayalı oryantiring tarzı oyunlar, kodlama sürecinde yönergelerin algoritmik biçimde uygulanmasını desteklemektedir. Bu tür etkinlikler, çocukların verilen komutları sıralı olarak takip etmelerini, yön ve konum bilgilerini kullanarak hedefe ulaşmalarını sağlayarak algoritmik düşünme ve problem çözme becerilerinin gelişimine katkı sunmaktadır.

SAB.15. Yakın çevresi ile ilgili olarak hazırlanmış olan basit krokiyi okuyabilme

Bu öğrenme çıktısının alt öğrenme çıktısına ilişkin açıklamada yer alan çocukların küçük gruplar hâlinde krokilerde yer alan renk, şekil ve sembolleri birlikte inceleyip tanımlamalarına dayalı etkinlikler, kodlama sürecinde sembollerin anlamlandırılması ve belirli kurallara göre eşleştirilmesi becerilerini desteklemektedir. Kartlarla yapılan eşleştirme, yap-boz ve kroki üzerindeki öğeleri bulmaya yönelik oyunlar ise çocukların algoritmik düşünme, dikkat ve problem çözme becerilerini geliştirerek kodlama temelli öğrenme süreçlerini güçlendirmektedir.

SAB.16. Yakın çevresinde bulunan bir kişi/nesne/mekânın konumunu belirlemek üzere takip edeceği krokiyi çözümleyebilme

Bu öğrenme çıktısının alt öğrenme çıktısına ilişkin açıklamada yer alan çocukların kroki üzerinde nesnelerin konumlarını doğru biçimde belirlemeleri, verilen rotayı adım adım takip ederek hedefe ulaşmaları ve yönergelere uygun yerleştirmeler yapmaları, kodlama sürecinde komutların sıralanması, algoritmanın uygulanması ve sonucun kontrol edilmesi aşamalarıyla doğrudan ilişkilidir. Harita ve kroki temelli çalışmalar, çocukların yön, konum ve işlem sırasını kullanarak problem çözmelerine olanak tanırken, aynı zamanda algoritmik düşünme, dikkat ve iş birliği becerilerini destekleyen kodlama temelli öğrenme deneyimleri sunmaktadır.

SAB.17. Yakın çevresinde bulunan belirli bir kişi/nesne/mekânın konumunu gösteren kendi krokisini oluşturabilme

Tasarlanan kroki üzerinde görsel ve sembollerin amaca uygun biçimde seçilmesi ve doğru konumlara yerleştirilmesi, kodlama sürecinde sembollerin belirli kurallara göre kullanılması ve işlemlerin algoritmik olarak yapılandırılması anlayışıyla örtüşmektedir. Ayrıca krokiyi kullanarak bir nesnenin yerini yön ve konum terimleriyle tarif etmeye yönelik etkinlikler, çocukların kodlamada yer alan adımlama, yönlendirme ve komut verme becerilerini deneyimlemelerine olanak sağlayarak algoritmik düşünme ve mekânsal farkındalıklarını desteklemektedir.

4.SONUÇ

MAARİF Programı'nda eğitim ortamlarının ve öğrenme süreçlerinin güncel teknolojik ve bilimsel gelişmeler doğrultusunda tasarlanması gerektiğine yapılan vurgu ile UNICEF temelli ilkelerde çocukların hayal gücü, yaratıcı ve eleştirel düşünme, bilişsel esneklik, üst bilişsel

süreçler, yaşam ve iletişim becerilerinin geliştirilmesinin hedeflenmesi birlikte değerlendirildiğinde, okul öncesi eğitimde çağdaş ve beceri temelli öğretim yaklaşımlarının ön plana çıkarıldığı görülmektedir. Bu iki yaklaşımın kesişim noktasında yer alan kodlama etkinlikleri; hem teknolojik gelişmeleri öğrenme sürecine dâhil etme potansiyeli taşıması hem de problem çözme, yaratıcı düşünme ve üst düzey bilişsel becerileri destekleyen yapısı nedeniyle, programların temel ilkeleriyle örtüşen bir pedagojik araç olarak değerlendirilebilir. Dolayısıyla söz konusu bulgular, kodlama temelli öğrenme etkinliklerinin okul öncesi eğitim programlarında yer almasının, programların öngördüğü güncellik, beceri geliştirme ve bütüncül gelişim hedefleriyle tutarlı bir yönelim olduğunu düşündürtmektedir.

Ayrıca UNICEF programında küçük grup etkinliklerinin, çocukların gelişimsel düzeyleri ve öğrenme gereksinimleri doğrultusunda farklılaştırılmış biçimde planlanmasına yapılan vurgu, kodlama temelli öğrenme etkinliklerinin bireysel farklılıklara uyarlanabilir yapısını ortaya koymaktadır. Bu kapsamda, ana renkleri ayırt etmekte güçlük yaşayan çocuklar için temel boyama etkinlikleri, ara renklerle ilgili desteğe gereksinim duyan çocuklar için renk karıştırma çalışmaları ve ana–ara renkleri pekiştirme aşamasındaki çocuklar için örüntü oluşturma etkinlikleri planlanırken; daha ileri düzeydeki çocuklar için renkleri sembol olarak kullanan kodlama etkinlikleri uygulanabilmektedir.

Renk temelli kodlama etkinliklerinde, her bir rengin belirli bir yönergeyi veya işlemi temsil etmesi, çocukların semboller aracılığıyla anlam oluşturmasını ve işlem sıralamasını kavramasını desteklemektedir. Bu süreçte çocuklar, verilen renk kodlarını takip ederek örüntüler oluşturmakta, belirli kurallara göre hareket etmekte ve problem çözme deneyimi kazanmaktadır. Ayrıca küçük grup çalışmaları, çocukların akran etkileşimi yoluyla kodlama sürecini tartışmalarına, çözüm yollarını paylaşmalarına ve birlikte üretmelerine olanak tanımaktadır.

Bu yönüyle kodlama, küçük grup etkinlikleri kapsamında hem farklı gelişim düzeylerine uyarlanabilen esnek bir öğrenme aracı hem de çocukların bilişsel, sosyal ve problem çözme becerilerini destekleyen bütüncül bir pedagojik yaklaşım olarak değerlendirilebilir.

UNICEF programında fen etkinlikleri kapsamında çocukların temel algoritmik düşünmeyi geliştirmelerine ve kodlamayı temel düzeyde gerçekleştirebilmelerine yer verilmesi, fen öğrenme süreçlerinin yapılandırılmış, sıralı ve neden–sonuç ilişkisine dayalı yapısı ile kodlama arasındaki doğal ilişkiye işaret etmektedir. Fen etkinliklerinde gözlem yapma, tahmin etme, deneme ve sonuca ulaşma aşamaları, kodlamada yer alan adımlama, sıralama ve süreç takibi becerileriyle örtüşmektedir. Bu bağlamda kodlama, fen etkinliklerinin çocuklar için daha somut, anlaşılır ve sistematik hâle gelmesini destekleyen bir öğrenme aracı olarak kullanılabilmektedir.

Ayrıca fen alanında gerçekleştirilen basit deneyler, sınıflama ve örüntü oluşturma çalışmaları, çocukların kodlama mantığını deneyimleyebilecekleri doğal öğrenme ortamları sunmaktadır. Çocuklar, belirli bir sıraya göre gerçekleştirilen fen etkinlikleri aracılığıyla hem bilimsel süreç becerilerini hem de temel düzeyde algoritmik düşünme ve kodlama becerilerini eş zamanlı olarak geliştirme fırsatı bulmaktadır. Bu yönüyle UNICEF programında fen etkinlikleri içinde kodlamaya yer verilmesi, disiplinler arası ve beceri temelli bir öğrenme yaklaşımının benimsendiğini göstermektedir.

Bu araştırmada, 2024 yılında MEB ve UNICEF iş birliğiyle güncellenen Okul Öncesi Eğitim Programı ile Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli okul öncesi eğitim programı, kodlama temelli öğrenme süreçleri bağlamında incelenmiş; programların amaçları, temel ilkeleri, gelişim alanları ve alan becerilerine dayalı öğrenme çıktıları doğrultusunda kodlamaya yönelik örtük ve açık unsurlar ortaya konulmuştur. Elde edilen bulgular, her iki programın da okul öncesi dönemde kodlama eğitimini doğrudan ya da dolaylı biçimde destekleyen güçlü bir pedagojik altyapıya sahip olduğunu göstermektedir.

Araştırma sonuçları, MEB–UNICEF ortak programında kodlama etkinliklerinin özellikle bilişsel gelişim alanında yoğunlaştığını, buna karşın sosyal-duygusal gelişim ve fiziksel gelişim alanlarında doğrudan kodlamaya atıf yapan kazanımların sınırlı kaldığını ortaya koymuştur. Bununla birlikte, problem çözme, planlama, algoritmik düşünme, üst bilişsel farkındalık ve temel düzeyde kodlama yapabilme gibi kazanımların programda yer alması, kodlamanın yalnızca teknik bir beceri olarak değil; düşünme süreçlerini yapılandıran bütüncül bir öğrenme yaklaşımı olarak ele alındığını göstermektedir. Özellikle "temel düzeyde kodlama yapar" ve "bir problemi algoritmik düşünceyi kullanarak çözer" kazanımları, okul öncesi dönemde çocukların sıralı düşünme, neden–sonuç ilişkisi kurma, hata ayıklama ve çözüm stratejilerini yeniden yapılandırma gibi üst düzey bilişsel süreçlerle erken yaşta tanışmalarına olanak tanımaktadır.

Dil gelişimi alanında kodlamaya sınırlı düzeyde yer verilmesine karşın, semboller ve görseller aracılığıyla adımların sıralanmasına dayalı etkinliklerin, algoritmik düşünmenin dilsel temsillerle desteklenebileceğini göstermesi açısından önemli olduğu değerlendirilmektedir. Bu durum, kodlamanın yalnızca bilişsel değil, aynı zamanda dilsel ifade ve anlatım becerileriyle de ilişkilendirilebileceğine işaret etmektedir.

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli kapsamında ele alınan alan becerilerine dayalı öğrenme çıktıları incelendiğinde ise kodlama temelli düşünmenin özellikle matematik ve sosyal alan becerilerinde güçlü biçimde temsil edildiği görülmektedir. Harita, kroki, yön–konum çalışmaları, örüntü oluşturma, sıralama, çıkarım yapma ve problem çözmeye yönelik öğrenme çıktıları; kodlama süreçlerinin temel bileşenleri olan algoritma oluşturma, yönerge takip etme, sembolik temsil ve hata kontrolü ile yüksek düzeyde örtüşmektedir. Bu bulgu, kodlamanın ayrı bir öğrenme alanı olmaktan ziyade, disiplinler arası bir düşünme biçimi olarak programın geneline entegre edilebileceğini ortaya koymaktadır.

Sosyal alan becerileri kapsamında yer alan kroki okuma, rota takip etme, oryantiring benzeri etkinlikler ve çocukların kendi krokilerini oluşturmalarına yönelik öğrenme çıktıları, kodlama etkinliklerinin iş birliği, iletişim, mekânsal farkındalık ve problem çözme gibi sosyal ve bilişsel becerileri eş zamanlı olarak destekleyebileceğini göstermektedir. Bu yönüyle kodlama temelli etkinlikler, çocukların yalnızca bireysel düşünme süreçlerini değil; aynı zamanda akranlarıyla etkileşim kurma, ortak çözüm üretme ve grup içinde sorumluluk alma becerilerini de destekleyen zengin öğrenme ortamları sunmaktadır.

Genel olarak elde edilen sonuçlar, hem MEB–UNICEF ortak programının hem de Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin okul öncesi dönemde kodlama eğitimine ilişkin güçlü bir potansiyel sunduğunu; ancak bu potansiyelin uygulamaya yansıtılmasının büyük ölçüde öğretmenlerin pedagojik yeterlikleri, sınıf içi planlamaları ve öğrenme ortamlarını yapılandırma biçimlerine bağlı olduğunu göstermektedir. Programlarda kodlamaya yönelik doğrudan kazanımların yanı sıra, algoritmik düşünme, problem çözme ve üst bilişsel farkındalığı destekleyen örtük yapıların bulunması, kodlamanın okul öncesi eğitimde bütüncül bir öğrenme yaklaşımı olarak ele alınmasına olanak tanımaktadır.

Bu bağlamda araştırma sonuçları, okul öncesi eğitim programlarında kodlama etkinliklerinin yalnızca teknolojik bir yenilik olarak değil; çocukların düşünme süreçlerini yapılandıran, çoklu gelişim alanlarını destekleyen ve 21. yüzyıl becerilerinin temellerini atan pedagojik bir araç olarak değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Gelecek çalışmalarda, programda yer alan bu yapıların sınıf içi uygulamalara nasıl yansıdığına, öğretmenlerin kodlama temelli etkinlikleri nasıl anlamlandırdıklarına ve çocukların bu süreçlerdeki öğrenme deneyimlerine odaklanan uygulamalı ve nitel araştırmaların artırılması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

American Association of Colleges of Teacher Education (2010). *The clinical preparation of teachers: A policy brief*. Washington, D.C.: AACTE. *http://edwebsfiles.ed.uiuc.edu/transitions/AACTE-Policy-Brief-March-2010.pdf.*

Balanskat, A. &Engelhardt, K. (2015). *Computing our future -computer programming and coding-priorities, school curricula and initiatives across Europe.* http://www.eun.org/documents/411753/817341/Coding+initiative+report+Oct2014/ 2f9b35 e7-c1f0-46e2-bf72-6315ccbaa754.

Bers, M. U. (2012). *Designing digital experiences for positive youth development: From playpen to playground.* N.Y.: Oxford University.

Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, *72*, 145-157.

Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal, 9*(2), 27–40.

Burns, T., &Sinfield, S. (2004). *Teaching, learning and study skills: A guide for tutors*. London: Sage.

Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2016). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage publications.

De Vries M. J. (2018). *Handbook of technology education.* Cham: Springer.

Dede, C. (2010). Comparing frameworks for 21st-century skills. In J. Balance & R. Brandt (Eds.). *In 21st-century skills: Rethinking how students learn* (pp. 51-76). Bloomington, IN: Solution Tree.

Geisinger, K. F. (2016). 21st century skills: What are they and how do we assess them? *Applied measurement in education*, *29*(4), 245-249.

Gore, V. (2013). 21st century skills and prospective job challenges. *IUP Journal of Soft Skills*, *7*(4), 7.

Grout, V., & Houlden, N. (2014). Taking computer science and programming in to schools: The Glyndŵr/BCS Turing project. *Procedia-Social and Behavioural Sciences,* 141, 680-685.

Heikkilä, M. (2020). What happens when the robot gets eyelashes? Gender perspective on programming in preschool. In A. MacDonald, L. Danaia & S. Murphy (Eds.), *STEM Education Across the Learning Continuum* (pp. 29-44). Singapore: Springer.

Hornecker, E., & Buur, J. (2006, April). Getting a grip on tangible interaction: A framework on physical space and social interaction. In *Proceedings of the SIGCHI Conference On Human Factors in Computing Systems* (pp. 437-446). Montréal, Québec, Canada: ACM.

Idlbi, A. (2009). Taking kids in to programming (contests) with Scratch. *Olympiads in Informatics*, 3, 17-25.

Kazakoff, E. R., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2013). The effect of a classroom-based intensive robotics and programming workshop on sequencing ability in early childhood. *Early Childhood Education Journal*, *41*(4), 245-255.

Lee, K. T., Sullivan, A., &Bers, M. U. (2013). Collaboration by design: Using robotics to foster social interaction in kindergarten. *Computers in the Schools*, *30*(3), 271-281.

McLennan, D. P. (2017). Creating coding stories and games. *Teaching Young Children, 10*(3), 18–21.

Milli Eğitim Bakanlığı. (2024). Okul öncesi eğitim programı (MEB-UNICEF Ortaklığı ile Güncellenmiştir). https://tegm.meb.gov.tr/dosya/okuloncesi/ooproram.pdf

Milli Eğitim Bakanlığı. (2024). *Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli okul öncesi eğitim programı.* https://tegm.meb.gov.tr/www/okul-oncesi-egitim-programi/icerik/952
Minton, A., & Jones, S. (2005). *Generation squalor: Shelter's national ınvestigation ınto the housing crisis*. Shelter.
Papadakis, S., Kalogiannakis, M., & Zaranis, N. (2016). Developing fundamental programming concepts and computational thinking with ScratchJr in preschool education: A case study. *International Journal of Mobile Learning andOrganisation,10*(3), 187-202.
Resnick, M. (2003). Playful learning and creative societies. *Education Update, 8*(6). http://web.media.mit.edu/wmres/papers/education-update.pdf.
Rotherham, A. J., & Willingham, D. T. (2010). 21st-century skills. *American Educator*, *17*(1), 17-20.
Sapounidis, T., Demetriadis, S., & Stamelos, I. (2015). Evaluating children performance with graphical and tangible robot programming tools. *Personal and Ubiquitous Computing,* 19(1), 225-237.
Sullivan, A., & Bers, M. U. (2016). Robotics in the early childhood classroom: Learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade. *International Journal of Technology ve Design Education*, *26*, 3-20.
Sullivan, A., Bers, M. U., & Mihm C. (2017). *Imagining playing and coding with KIBO: Using KIBO robotics to foster computational thinking in young children.* In Proceedings of the International Conference on Computational Thinking Education, Wanchai, Hong Kong, China.
Tennant, R. (2009). 21st century description and access. *BiD: Textos universitaris de biblioteconomia i documentació*, (22).
Voogt, J., & Roblin, N. P. (2012). A comparative analysis of international frame Works for 21st-century competencies: Implications for national curriculum policies. *Journal of curriculumstudies,44*(3), 299-321.
Wang, D., Zhang, C., & Wang, H. (2011, June). *T-Maze: A tangible programming tool for children.* In Proceedings of the 10th International Conference On Interaction Design and Children, Ann Arbor Michigan.
Wang, J. (2017). Is the U.S. education system ready for CS for all? *Communications of the ACM*, 60(8), 26-28.
Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2022). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (12. baskı). Seçkin Yayıncılık.

OKUL ÖNCESİ DÖNEMDE 21. YÜZYIL BECERİLERİ: TÜRKİYE'DE YAPILAN ÇALIŞMALARIN SİSTEMATİK İNCELENMESİ

Tuğba KANMAZ
Kirsehir Ahi Evran University, Department of Elementary Education, Preschool Education Program, 40100 Bagbasi, Kirsehir
ORCID: 0000-0003-0810-6304

ÖZET
Bu çalışmanın amacı, okul öncesi dönemdeki çocukların 21. yüzyıl becerilerinin gelişiminin eğitim süreçlerindeki kritik rolünü ortaya koymak ve Türkiye'de bu alanda yürütülmüş bilimsel araştırmaları sistematik bir yaklaşımla incelemektir. Erken çocukluk dönemi; yaratıcılık, problem çözme, eleştirel düşünme, iletişim ve işbirliği gibi 21. yüzyıl becerilerinin temellerinin atıldığı; bilişsel, sosyal-duygusal ve dil gelişiminin en hızlı gerçekleştiği kritik bir gelişimsel evre olarak kabul edilmektedir. Bu doğrultuda çalışma, Türkiye'de okul öncesi dönemde 21. yüzyıl becerilerine yönelik gerçekleştirilen araştırmaları sistematik inceleme yöntemiyle analiz ederek, söz konusu çalışmaların yöntemsel eğilimlerini, tematik odaklarını ve temel bulgularını bütüncül bir çerçevede ortaya koymayı amaçlamaktadır. Araştırmada sistematik alan yazın taraması yöntemi benimsenmiş olup ULAKBİM, Google Akademik, YÖK Akademik ve YÖK Tez veri tabanlarında yapılan taramalar sonucunda belirlenen toplam 16 çalışma (10 tez ve 6 makale) içerik analiziyle değerlendirilmiştir. İncelenen çalışmalar; tanımlayıcı özellikler, metodolojik yaklaşımlar ve içerik özellikleri olmak üzere üç ana kategori altında sınıflandırılmıştır. Bulgular, Türkiye'de okul öncesi dönemde 21. yüzyıl becerilerine yönelik araştırmaların sayısının sınırlı olmakla birlikte özellikle son yıllarda artış gösterdiğini ortaya koymaktadır. Yöntemsel açıdan ilişkisel tarama modelleri ile karma araştırma desenlerinin ağırlık kazandığı, buna ek olarak ölçek geliştirme ve yarı deneysel çalışmaların da literatürde yer aldığı görülmüştür. Çoğu araştırmada 5–6 yaş grubu çocukların örneklem olarak tercih edilmesi dikkat çekmektedir. Elde edilen sonuçlar, Türkiye'de okul öncesi dönemde 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesine yönelik uygulamaların henüz başlangıç aşamasında olduğunu ancak araştırma eğilimlerinin giderek güçlendiğini göstermektedir. Bu doğrultuda, 21. yüzyıl becerilerine yönelik programların geliştirilmesine, deneysel çalışmaların artırılmasına ve alanda daha kapsamlı uzunlamasına araştırmalar yürütülmesine ihtiyaç duyulduğu söylenebilir. Çalışmanın hem araştırmacılara hem de uygulayıcılara, gelecekte gerçekleştirilecek çalışmalara yönelik sistematik bir yol haritası sunma potansiyeline sahip olduğu söylenebilir.
Anahtar Kelimeler: Okul öncesi eğitim, çocuk, 21. yüzyıl becerileri, sistematik inceleme

PRESCHOOL 21ST-CENTURY SKILLS: A SYSTEMATIC REVIEW OF STUDIES CONDUCTED IN TÜRKİYE

ABSTRACT
The aim of this study is to highlight the critical role of developing 21st-century skills in preschool children within educational processes and to systematically review the scientific studies conducted in Türkiye on this subject. Early childhood is recognized as a crucial developmental period during which the foundations of 21st-century skills such as creativity, problem-solving, critical thinking, communication, and collaboration are established, and cognitive, social-emotional, and language development occur most rapidly. Accordingly, this study seeks to analyze the research conducted in Türkiye regarding 21st-century skills in the preschool period through a systematic review approach, and to present a comprehensive synthesis of these studies in terms of their methodological tendencies, thematic focuses and key findings. A systematic literature review method was adopted in the study, and a total of 16 studies (10 theses and 6 articles) identified through searches in the ULAKBİM, Google Scholar,

YÖK Academic, and YÖK Thesis databases were evaluated using content analysis. The reviewed studies were categorized under three main headings: descriptive characteristics, methodological approaches, and content-related features. The findings reveal that although the number of studies addressing 21st-century skills in the preschool period in Türkiye is still limited, interest in this field has increased notably in recent years. Methodologically, correlational survey models and mixed research designs were found to be predominant, along with the presence of scale development and quasi-experimental studies. It was also observed that most studies focused on children aged 5–6 years. The results indicate that practices aimed at fostering 21st-century skills in preschool education in Türkiye are still at an early stage, yet research trends in this area are increasingly strengthening. In this regard, it can be suggested that there is a need to design and implement educational programs targeting 21st-century skills, to increase the number of experimental studies, and to conduct more comprehensive longitudinal research. Overall, the study is considered to have the potential to provide a systematic roadmap for researchers and practitioners, as well as to guide future investigations in this field.

1.GİRİŞ

Teknolojik gelişmeler, bireylerin gündelik yaşam pratiklerinin ötesinde, toplumların bilgiye yüklediği anlamı, beklentilerini ve öğrenme-öğretme süreçlerinin yapısını da köklü biçimde dönüştürmektedir. Dijitalleşme ve küreselleşmenin etkisiyle birlikte, iletişim kurma, yaratıcı düşünme ve problem çözme gibi tarihsel olarak insanlığın temel yetkinlikleri arasında yer alan beceriler, çağın gerekliliklerine uygun şekilde yeniden ele alınmış ve "21. yüzyıl becerileri" kavramı çerçevesinde bütüncül bir yapı altında toplanmıştır (Burns ve Sinfield, 2004; Dede, 2010; Geisinger, 2016). Bu kavram, her ne kadar günümüze özgü bir söylem gibi algılansa da içerdiği beceriler temelde yeni değildir; ancak bilgi temelli toplum yapısında bu becerilerin işlevi ve önemi belirgin biçimde artmıştır.

21. yüzyıl becerilerinin eğitim politikalarında ön plana çıkmasında etkili olan faktörlerden biri, PISA ve TIMSS gibi uluslararası değerlendirme çalışmalarında öğrencilerin yalnızca akademik bilgi düzeylerinde değil, bilgiyi günlük yaşamla ilişkilendirme ve problem çözme gibi üst düzey becerilerde de sınırlılıklar göstermesidir (Martin vd., 2016; Mullis vd., 2016; Suna vd., 2020). Bu değerlendirme sistemleri, öğrencilerin bilgiyi ne ölçüde kullanabildiklerini ölçmeyi amaçlamakta ve bu yönüyle öğretim programlarının beceri temelli bir anlayışla yeniden yapılandırılmasını gerekli kılmaktadır (Schleicher, 2019). Öte yandan, bilgi ve iletişim teknolojilerinde yaşanan hızlı ilerleme, iş gücü piyasasında da niteliksel bir dönüşümü beraberinde getirmiş; bireylerden yalnızca bilgiye erişmeleri değil, bilgiyi analiz etmeleri, yapılandırmaları ve üretim süreçlerinde etkin biçimde kullanmaları beklenir hâle gelmiştir (Levy ve Murnane, 2004). Bu durum, yaratıcılık, iletişim, iş birliği, esneklik ve değişime uyum gibi becerilerin eğitim sistemleri açısından vazgeçilmez hâle gelmesine yol açmıştır (Binkley vd., 2010; Saavedra ve Opfer, 2012).

Literatürde 21. yüzyıl becerileri çoğunlukla üç ana boyutta ele alınmaktadır. Öğrenme ve yenilik becerileri; eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcılık, iletişim ve iş birliği gibi bilişsel ve sosyal yetkinlikleri kapsarken; okuryazarlık becerileri bilgi, medya ve teknoloji okuryazarlığına odaklanmaktadır. Yaşam ve kariyer becerileri ise bireylerin esneklik, öz düzenleme, girişimcilik, liderlik ve kültürlerarası etkileşim gibi alanlardaki yeterliklerini içermektedir (P21, 2015). Bu becerilerin erken yaşlardan itibaren desteklenmesi gerektiği, ATC21S ve P21 gibi uluslararası çerçeve programların ortak vurgusu olarak öne çıkmaktadır (Voogt ve Roblin, 2010).

Bu bağlamda okul öncesi dönem, bireyin bilişsel, sosyal ve duygusal gelişiminin en hızlı gerçekleştiği gelişim evresi olması nedeniyle 21. yüzyıl becerilerinin temellerinin atıldığı kritik bir dönem olarak değerlendirilmektedir. Erken çocukluk yıllarında sunulan öğrenme deneyimlerinin niteliği, çocukların eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcılık ve iş birliği

gibi temel becerileri kazanmasında belirleyici rol oynamaktadır (Çetingöz, 2023). Bu süreçte öğretmenlerin pedagojik yaklaşımları ve sınıf ortamını yapılandırma biçimleri, söz konusu becerilerin çocukların günlük yaşamlarına aktarılmasını doğrudan etkilemektedir (Kerdthaworn ve Chaichomchuen, 2021; Çavuş ve Helvacı, 2021).

Son yıllarda okul öncesi eğitimde kodlama ve robotik temelli uygulamalar, 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesine yönelik etkili pedagojik araçlar arasında yer almaya başlamıştır. Kodlama etkinlikleri, çocukların mantıksal ve algoritmik düşünme becerilerini desteklemenin yanı sıra problem çözme, yaratıcılık, iletişim ve iş birliği gibi çok boyutlu yeterliklerin gelişimine katkı sağlamaktadır (Sayın ve Seferoğlu, 2016; Bers, 2020). Uluslararası alanda gerçekleştirilen araştırmalar, kodlama ve robotik destekli öğrenme ortamlarının çocukların bilişsel, sosyal ve duyuşsal gelişim alanlarında anlamlı kazanımlar sunduğunu göstermektedir (Angeli ve Valanides, 2020; Strawhacker ve Bers, 2019; Papadakis vd., 2021). Türkiye'de yürütülen çalışmalar da benzer biçimde, okul öncesi dönemde uygulanan kodlama ve robotik etkinliklerinin problem çözme, yaratıcılık, iş birliği ve bilimsel süreç becerilerini olumlu yönde etkilediğini ortaya koymaktadır (Altun, 2018; Kabadayı Siper, 2019; Küçükkara, 2019; Aydoğdu vd., 2020).

Bu araştırmanın amacı, Türkiye'de okul öncesi dönemde 21. yüzyıl becerilerine yönelik gerçekleştirilen bilimsel çalışmaları sistematik inceleme yöntemiyle ele almaktır. Çalışma kapsamında, söz konusu araştırmaların hangi beceri alanlarına odaklandığı, hangi yöntemsel yaklaşımların benimsendiği, örneklem özellikleri ve ulaşılan temel bulguların bütüncül bir çerçevede değerlendirilmesi hedeflenmektedir. Ayrıca, kodlama ve robotik uygulamalarının 21. yüzyıl becerilerinin gelişimine katkısının ulusal literatürde nasıl ele alındığının ortaya konulması amaçlanmaktadır.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırma Modeli

Bu çalışma, okul öncesi dönemde 21. yüzyıl becerileri üzerine Türkiye'de gerçekleştirilmiş bilimsel araştırmaların sistematik bir yaklaşımla incelenmesini amaçlamaktadır. Araştırmada, nitel araştırma yöntemleri kapsamında yer alan doküman incelemesi tekniği kullanılmıştır. Doküman incelemesi; önceden belirlenen ölçütler doğrultusunda ilgili literatürün taranmasını, ulaşılan kaynakların sistematik biçimde çözümlenmesini ve elde edilen bulguların bütüncül bir yaklaşımla yorumlanmasını içermektedir (Karasar, 2016; Kitchenham, 2004). Bu yöntem, ele alınan konuya ilişkin mevcut durumun ayrıntılı biçimde ortaya konulmasına olanak tanırken, aynı zamanda alanyazındaki sınırlılıkların belirlenmesine ve ileride yürütülecek araştırmalara yön verilmesine katkı sağlamaktadır. Bu kapsamda çalışmada, okul öncesi dönemde 21. yüzyıl becerileri üzerine Türkiye'de yürütülen araştırmalar tematik ve yöntemsel boyutlarıyla ele alınmış ve konuya ilişkin kapsamlı bir değerlendirme sunulmuştur.

2.2. Verilerin Toplanması

Bu çalışma kapsamında, yıl sınırlaması yapılmaksızın, okul öncesi dönemde 21. yüzyıl becerileri üzerine Türkiye'de gerçekleştirilmiş bilimsel çalışmalar belirlenmiş; söz konusu çalışmalar tematik ve metodolojik açıdan incelenmiştir. İlgili araştırmalara ulaşmak amacıyla TR Dizin, Google Akademik, YÖK Akademik ve YÖK Tez Merkezi veri tabanlarında kapsamlı bir literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Okul öncesi döneme odaklanılması nedeniyle tarama sürecinde "okul öncesi" ve "21. yüzyıl becerileri" anahtar kelimeleri kullanılmıştır.

Araştırma kapsamına dâhil edilecek çalışmalar için belirli ölçütler oluşturulmuştur. Bu doğrultuda, örneklem grubunun tipik gelişim gösteren okul öncesi dönem çocuklarından oluşması, lisansüstü tezlerin erişime açık olması, konferans bildirilerinin tam metinlerine ulaşılabilir olması ve çalışmaların Türkiye'de gerçekleştirilmiş olması temel dâhil edilme kriterleri arasında yer almıştır. Ayrıca, lisansüstü tezlerden üretilmiş makaleler, mükerrer veri içermesi olasılığı nedeniyle değerlendirme kapsamı dışında bırakılmıştır.

Belirlenen anahtar kelimeler doğrultusunda YÖK Tez Merkezi, TR Dizin ve Google Akademik veri tabanlarında yapılan taramalar sonucunda toplam 44 çalışmaya ulaşılmıştır. Elde edilen çalışmalar başlık ve özetleri açısından incelendiğinde; mükerrer olması, örneklem grubunun okul öncesi yaş aralığında yer almaması veya tam metinlerine erişilememesi gibi nedenlerle 28 çalışma analiz dışı bırakılmıştır. Sonuç olarak, 10 lisansüstü tez ve 6 araştırma makalesi olmak üzere toplam 16 çalışma araştırma kapsamında değerlendirmeye alınmıştır.

2.3. Verilerin Analizi

Araştırma kapsamında yer alan tüm çalışmalar, araştırmacı tarafından ayrıntılı ve sistematik bir biçimde incelenmiştir. Veri analizi sürecinde, incelenen metinlerin özetlenerek anlamlı temalar ve alt kategoriler altında toplanmasına olanak tanıyan içerik analizi yöntemi kullanılmıştır (Büyüköztürk vd., 2020).

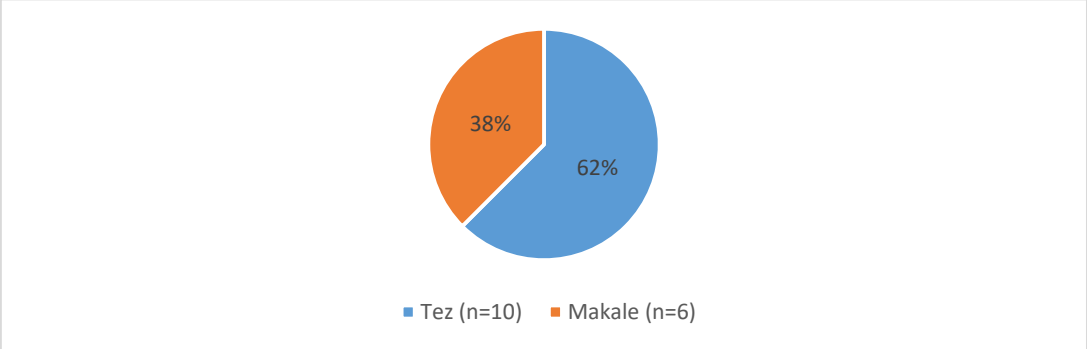
Analiz sürecinde incelenen yayınlar, üç temel boyut çerçevesinde sınıflandırılmıştır. Tanımlayıcı özellikler boyutunda, çalışmaların yayımlandığı yıl, yayın türü ve yazar sayısı gibi betimleyici bilgilere yer verilmiştir. Metodolojik özellikler kapsamında, araştırmaların deseni, örnekleme yöntemi, örneklem büyüklüğü ve kullanılan veri analiz teknikleri ayrıntılı biçimde değerlendirilmiştir. İçerik özellikleri boyutunda ise çalışmaların ele aldığı konular ile elde edilen bulgular incelenerek tematik bir çözümleme yapılmıştır.

3. BULGULAR

Çalışmaların Türlerine Göre Dağılımı

Şekil 1'de okul öncesi eğitimde 21. yy. becerilerine ilişkin Türkiye'de yapılan çalışmaların türlerine ait bilgiler sunulmuştur. Bu doğrultuda, toplam 16 çalışmanın incelendiği bu çalışmada, okul öncesi dönemde 21. yy. becerilerine yönelik gerçekleştirilen 6 makale ve 10 tez sayısının görülmüştür.

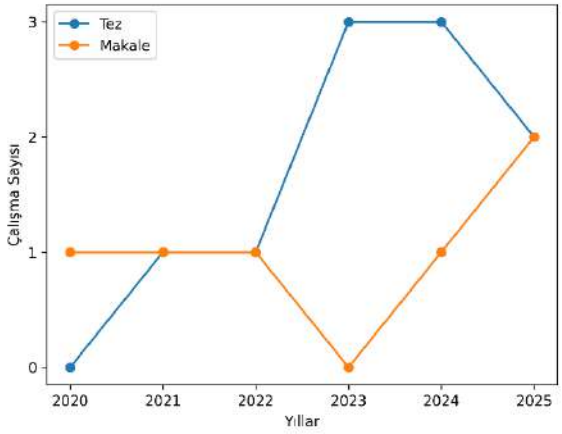
Şekil 1. Çalışmaların Türlerine Göre Dağılımı



Çalışmaların Yıllara Göre Dağılımı

Okul öncesi dönemde 21. yy. becerilerine ilişkin Türkiye'de yapılan tez, makale ve toplam çalışma sayısının yıllara göre dağılımı Şekil 2 de sunulduğu gibidir. Şekil 2 de görüldüğü gibi bu konuda Türkiye'de yapılan çalışmaların sayısı 2020 yılında başlamakta olup, günümüze kadar artış göstermiştir.

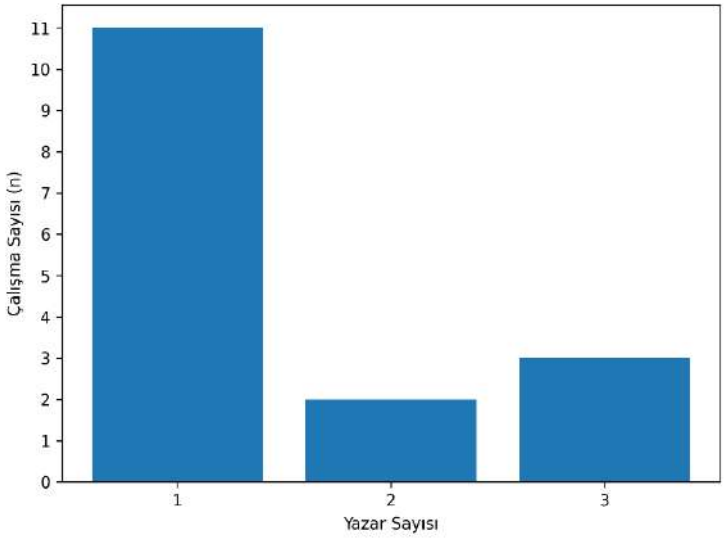
Şekil 2. Çalışmaların Yıllara Göre Dağılımı



Çalışmaların yazar sayısına göre dağılımı

Okul öncesi dönemde 21. yy. becerilerine ilişkin Türkiye'de gerçekleştirilen çalışmaların yazar sayısına göre dağılımı Şekil 3'de sunulmaktadır. Şekil 3 incelendiğinde, ilgili çalışmaların büyük çoğunluğunun tek yazarlı (n=11) olarak gerçekleştirildiği görülmektedir. Bununla birlikte, iki yazarlı çalışmaların (n=2) sınırlı sayıda olduğu, üç yazarlı çalışmaların (n=3) ise görece daha az tercih edildiği tespit edilmiştir.

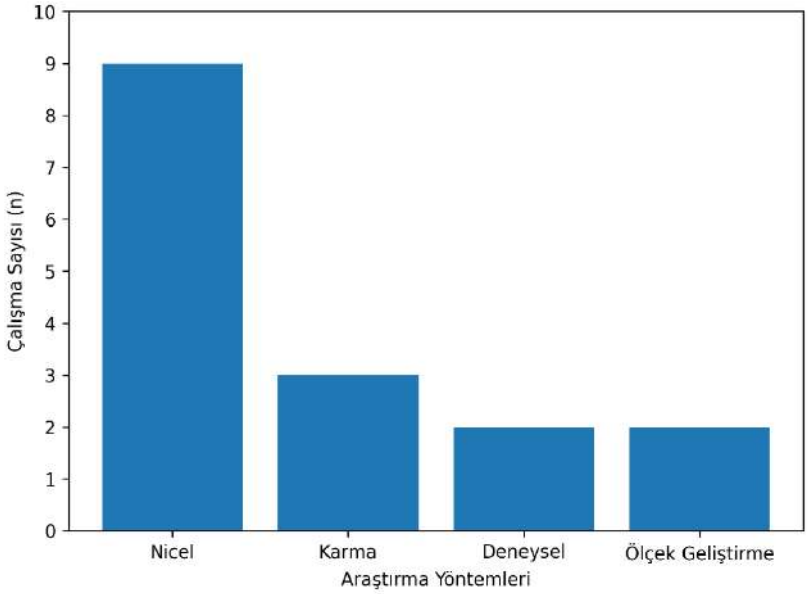
Şekil 3. Çalışmaların yazar sayısına göre dağılımı



Çalışmaların Araştırma Yöntemlerine Göre Dağılımı

Okul öncesi dönemde 21. yy. becerilerine ilişkin Türkiye'de yapılan çalışmalarda kullanılan araştırma yöntemleriyle ilgili detaylı bilgiler Şekil 4'te sunulduğu gibidir. Şekil 4'te de görüldüğü gibi çalışmalarda en çok nicel (n=9) ve karma yöntemin (n=3) araştırma modeli olarak kullanıldığı görülmektedir. Daha az tercih edilen yöntemler ise sırası ile deneysel (n=2) ve ölçek geliştirmedir (n=2).

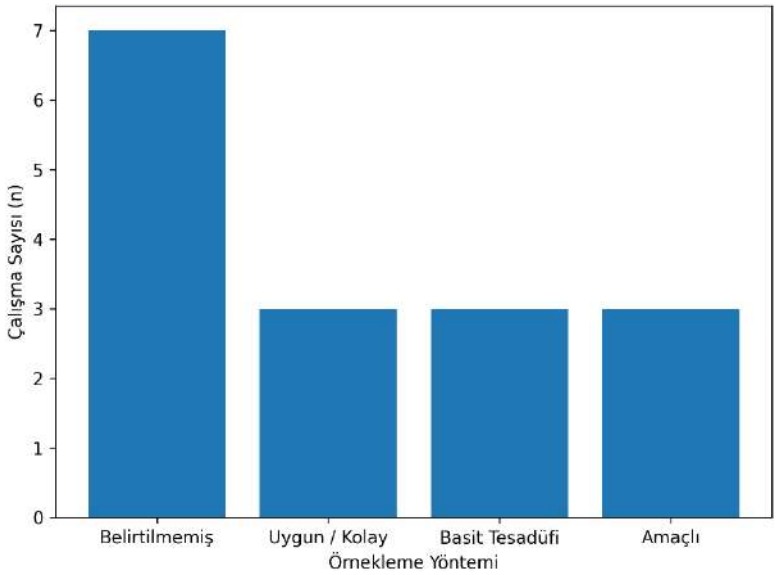
Şekil 4. Çalışmaların Araştırma Yöntemlerine Göre Dağılımı



Çalışmaların Örnekleme Yöntemine Göre Dağılımı

Okul öncesi dönemde 21. yy. becerilerine ilişkin Türkiye'de gerçekleştirilen çalışmaların örnekleme yöntemlerine göre dağılımı Şekil 5'de sunulmaktadır. Şekil 5 incelendiğinde, çalışmalarda en sık örnekleme yönteminin belirtilmemiş (n=7) olmasıyla karşılaşılmıştır. Bunun yanı sıra uygun/kolay örnekleme (n=3), basit tesadüfi örnekleme (n=3) ve amaçlı örnekleme (n=3) yöntemlerinin de kullanıldığı görülmektedir.

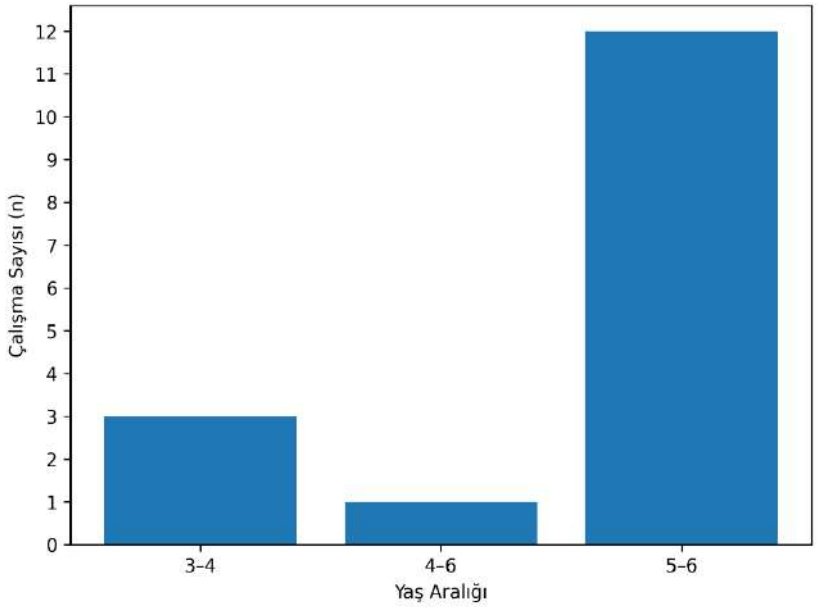
Şekil 5. Çalışmaların Örnekleme Yöntemine Göre Dağılımı



Çalışmaların Örneklem Gruplarında Yer Alan Çocukların Yaş Gruplarına Göre Dağılımı

Okul öncesi dönemde 21. yy. becerilerine ilişkin Türkiye'de gerçekleştirilen çalışmaların örneklem gruplarına göre dağılımı **Şekil 6'da** sunulmuştur. Şekil 6 incelendiğinde, ilgili çalışmalarda en sık tercih edilen örneklem grubunun **5–6 yaş grubu okul öncesi çocuklar (n=12)** olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra, çalışmalarda **3–4 yaş grubu çocuklar (n=3)** ile **4–6 yaş grubu çocuklardan (n=1)** oluşan örneklem gruplarının da yer aldığı tespit edilmiştir.

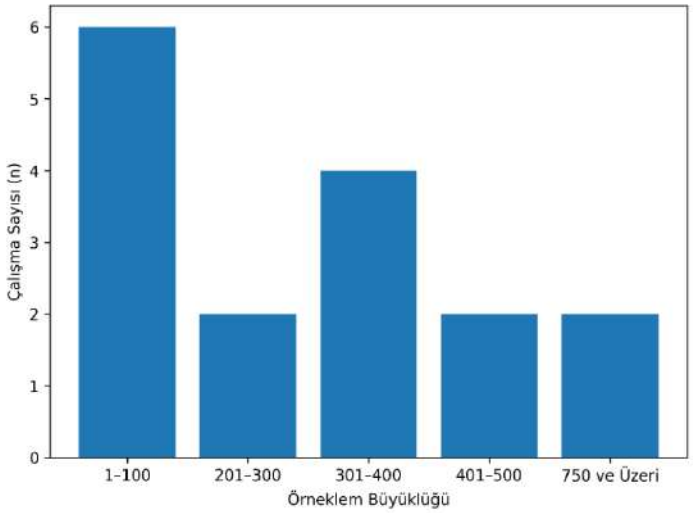
Şekil 6. Çalışmaların Örneklem Gruplarında Yer Alan Çocukların Yaş Gruplarına Göre Dağılımı



Çalışmaların Örneklem Büyüklüklerine Göre Dağılımı

Okul öncesi dönemde 21. yüzyıl becerilerine ilişkin Türkiye'de gerçekleştirilen çalışmaların örneklem büyüklüklerine göre dağılımı **Şekil 7'de** sunulmaktadır. Şekil 7 incelendiğinde, çalışmalarda en sık tercih edilen örneklem büyüklüğünün **1–100 çocuk (n=6)** aralığında olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra, **201–300 çocuk (n=2), 301–400 çocuk (n=4), 401–500 çocuk (n=2)** ile **750 ve üzeri çocuk (n=2)** aralığında değişen örneklem büyüklüklerinin de tercih edildiği tespit edilmiştir.

Şekil 7. Çalışmaların Örneklem Büyüklüklerine Göre Dağılımı

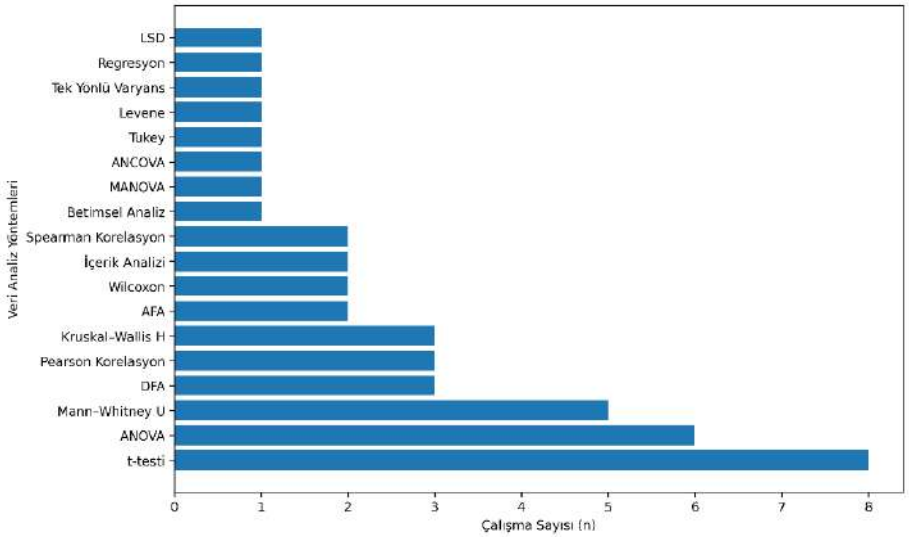


Çalışmaların Veri Analiz Tekniklerine Göre Dağılımı

Okul öncesi dönemde 21. yy. becerilerine ilişkin Türkiye'de gerçekleştirilen çalışmaların veri analiz yöntemlerine göre dağılımı Şekil 8'de sunulmaktadır. Şekil 8 incelendiğinde, çalışmalarda en sık kullanılan veri analiz yöntemlerinin t-testi (n=8) ve ANOVA (n=6) olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra Mann–Whitney U Testi (n=5), Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) (n=3), Pearson Korelasyon Katsayısı (n=3) ve Kruskal–Wallis H Testi (n=3) gibi yöntemlerin de tercih edildiği tespit edilmiştir. Daha sınırlı sayıda olmak üzere Açımlayıcı

Faktör Analizi (AFA) (n=2), Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi (n=2), İçerik Analizi (n=2) ve Spearman Korelasyon Analizi (n=2) yöntemlerinin kullanıldığı; Betimsel Analiz (n=1), MANOVA (n=1), ANCOVA (n=1), Tukey testi (n=1), Levene testi (n=1), Tek Yönlü Varyans Analizi (n=1), Regresyon Analizi (n=1) ve LSD testi (n=1) gibi yöntemlerin ise sınırlı sayıda çalışmada yer aldığı görülmektedir.

Şekil 8. Çalışmaların Veri Analiz Teknikleri



Tablo 1. İncelenen Tez ve Makalelerde Araştırılan Konuların Listesi

Araştırma Konuları	Çalışma Türü
Okul öncesi çocuklarda 21. yüzyıl becerileri ve ebeveyn-çocuk iletişimi arasındaki ilişkinin incelenmesi	Tez
Okul öncesi eğitim kurumlarına devam eden 5 ve 6 yaş grubu çocukların öz düzenleme becerileri ile 21. yüzyıl becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi	Tez
Annelerin duygu sosyalleştirme davranışları ile okul öncesi dönem çocuklarının 21.yy. becerileri ve psikolojik sağlamlık düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi	Tez
STEM etkinlikleri ile desteklenen okul öncesi eğitim programının çocukların 21. yüzyıl becerilerine etkisinin incelenmesi	Tez
Okul öncesi dönem çocuklarının 21. yüzyıl becerilerinin farklı değişkenler açısından incelenmesi	Tez
Okul öncesi dönem çocuklarının 21. yüzyıl becerileri ile sosyal duygusal iyi oluş ve psikolojik sağlamlıkları arasındaki ilişkinin incelenmesi	Tez
Okul öncesinde 21. yüzyıl becerilerine ulaşmada STEM yaklaşımının incelenmesi	Tez
Okul öncesi dönem çocuklarının öz düzenleme becerilerinin 21. yüzyıl becerilerine etkisinin incelenmesi	Tez
Okul öncesi dönemde görsel okuma etkinliklerinin empatik düşünme becerisine ve 21. yüzyıl becerilerine etkisinin incelenmesi	Tez

Masallarla eğitsel robotik kodlama etkinliklerinin okul öncesi öğrencilerinin 21. yüzyıl becerileri ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisinin incelenmesi	Tez
Okul öncesi dönem çocuklarının 21. yüzyıl becerileri ve rekabet stilleri arasındaki ilişkinin incelenmesi	Makale
3-4 yaş çocukları için 21. yy. becerileri ölçeği (Day-1): Geçerlik ve güvenirlik çalışmasının yapılması	Makale
5-6 yaş çocukları için 21. Yy. becerileri ölçeği (Day-2): Geçerlik ve güvenirlik çalışmasının yapılması	Makale
Okul öncesi dönem çocuklarının öz-düzenleme ve 21. yüzyıl becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi	Makale
3-6 yaş çocukların 21. yüzyıl becerilerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi	Makale
Bilinçli farkındalık (Mindfulness) temelli erken okuryazarlık eğitim programının çocukların 21. yüzyıl becerilerine etkisinin incelenmesi	Makale

Tablo 2. Çalışmaların bulgularına dair analiz sonuçları

Tema	Kod	Frekans (f)
Eğitim Programı / Müdahale Etkisinin Olumlu Sonuçları	STEM, kodlama, görsel okuma, bilinçli farkındalık vb. programların 21. yy becerilerini artırması	6
Sosyoekonomik ve Aile Değişkenlerinin Belirleyici Rolü	Aile geliri, ebeveyn eğitim düzeyi, ebeveyn mesleği, anne çalışma durumu	4
Demografik Değişkenlere Göre Anlamlı Farklılık	Cinsiyet, yaş, kardeş sayısı, doğum sırası	3
21. Yüzyıl Becerileri ile Öz-Düzenleme Arasındaki İlişki	Öz-düzenleme ile 21. yy. becerileri arasında pozitif ilişki / yordayıcı etki	3
Psikolojik Sağlamlık / Sosyal-Duygusal İyi Oluş ile İlişki	PERİK, psikolojik sağlamlık, sosyal-duygusal iyi oluş	2
Ebeveyn-Çocuk İletişimi ve Etkileşimi	Ebeveyn-çocuk iletişimi niteliğinin becerilerle ilişkisi	1
Ölçek Geliştirme ve Psikometrik Sonuçlar	Ölçeklerin geçerli ve güvenilir bulunması (DAY-1, DAY-2)	2
Rekabet / Rekabet Stilleri ile İlişki	Rekabet stillerinin 21. yy. becerilerini yordaması	1

4. SONUÇ

Bu çalışma, okul öncesi dönemde 21. yüzyıl becerileri üzerine Türkiye'de gerçekleştirilen bilimsel araştırmaları sistematik bir yaklaşımla incelemeyi amaçlamış; ilgili çalışmalar tanımlayıcı, metodolojik ve içeriksel boyutlarıyla ele alınmıştır. Elde edilen bulgular, alan yazında okul öncesi dönemde 21. yüzyıl becerilerine yönelik artan bir ilgi olduğunu göstermekle birlikte, çalışmaların belirli temalar ve yöntemler etrafında yoğunlaştığını ortaya koymaktadır.

Çalışmaların sonuçları incelendiğinde, en baskın bulgunun eğitim programları ve müdahale temelli uygulamaların okul öncesi çocukların 21. yüzyıl becerileri üzerinde olumlu etkiler yarattığı yönünde olduğu görülmektedir. Özellikle STEM temelli etkinlikler, kodlama uygulamaları, görsel okuma etkinlikleri ve bilinçli farkındalık temelli programların; çocukların öğrenme ve yenilik, yaşam ve kariyer ile bilgi, medya ve teknoloji becerilerinde anlamlı gelişimler sağladığı rapor edilmiştir. Bu durum, erken çocukluk döneminde planlı ve yapılandırılmış eğitim programlarının 21. yüzyıl becerilerinin gelişiminde kritik bir role sahip olduğunu göstermektedir.

Bunun yanı sıra, çalışmaların önemli bir bölümünde sosyoekonomik ve aileye ilişkin değişkenlerin çocukların 21. yüzyıl becerileri üzerinde belirleyici olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Aile gelir düzeyi, anne ve baba eğitim durumu, ebeveynlerin çalışma durumu ve mesleki özellikleri gibi faktörlerin, çocukların söz konusu becerilere sahip olma düzeylerini anlamlı biçimde etkilediği görülmektedir. Bu bulgu, 21. yüzyıl becerilerinin yalnızca okul temelli uygulamalarla değil, aynı zamanda çocuğun içinde bulunduğu aile ve sosyal çevre ile de yakından ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Çalışmalarda öne çıkan bir diğer önemli sonuç, öz-düzenleme becerileri ile 21. yüzyıl becerileri arasındaki pozitif ilişkidir. Bazı araştırmalarda öz-düzenlemenin 21. yüzyıl becerilerini anlamlı düzeyde yordadığı ve bu becerilerin gelişiminde önemli bir açıklayıcı değişken olduğu belirtilmiştir. Bu bulgu, erken çocukluk döneminde öz-düzenleme becerilerinin desteklenmesinin, çocukların 21. yüzyıl becerilerini geliştirmede dolaylı fakat güçlü bir etkiye sahip olabileceğini düşündürtmektedir.

Demografik değişkenlere ilişkin bulgular ise daha sınırlı ve farklılaşan sonuçlar sunmaktadır. Bazı çalışmalarda cinsiyet, yaş ve kardeş sayısı gibi değişkenlere göre anlamlı farklılıklar rapor edilirken, bazı çalışmalarda bu değişkenlerin anlamlı bir etki yaratmadığı görülmektedir. Bu durum, demografik değişkenlerin etkisinin bağlama, örnekleme özelliklerine ve kullanılan ölçme araçlarına göre değişkenlik gösterebileceğini göstermektedir.

Metodolojik açıdan değerlendirildiğinde, çalışmaların büyük bir bölümünün nicel ve karma yöntem desenleriyle yürütüldüğü; nitel ve deneysel araştırmaların ise sınırlı sayıda kaldığı dikkat çekmektedir. Ayrıca örnekleme yöntemlerinin önemli bir kısmının açıkça belirtilmemiş olması, alan yazında yöntemsel şeffaflık açısından bir sınırlılık olarak değerlendirilebilir. Benzer şekilde, örneklem büyüklüklerinin çoğunlukla küçük ve orta ölçekli gruplarla sınırlı olması, bulguların genellenebilirliğini kısıtlayan bir unsur olarak öne çıkmaktadır.

Sonuç olarak, bu sistematik inceleme, Türkiye'de okul öncesi dönemde 21. yüzyıl becerilerine yönelik çalışmaların ağırlıklı olarak müdahale temelli uygulamalar, aile ve sosyoekonomik faktörler ve öz-düzenleme becerileri ekseninde şekillendiğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, alanyazında uzun süreli izleme çalışmalarına, nitel araştırmalara, farklı örneklem gruplarını kapsayan ve yöntemsel çeşitliliği artıran araştırmalara ihtiyaç olduğu görülmektedir. Gelecek çalışmalarda, okul öncesi dönemde 21. yüzyıl becerilerinin gelişimini çok boyutlu bir bakış açısıyla ele alan, aile, okul ve çevresel etkenleri bütüncül biçimde inceleyen araştırmaların alana önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Altun, C. A. (2018). *Okul öncesi öğretim programına algoritma ve kodlama eğitimi entegrasyonunun öğrencilerin problem çözme becerisine etkisi.* Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
Angeli, C., & Valanides, N. (2020). Developing young children's computational thinking with educational robotics: An interaction effect between gender and scaffolding strategy. *Computers in Human Behavior, 105*, 105954. https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.105954
Aydın, Ü. (2024). *Okul öncesi çocuklarda 21. yüzyıl becerileri ve ebeveyn-çocuk iletişimi arasındaki ilişki*. Yüksek lisans tezi, Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Karabük.
Aydoğdu, F., Dilek, D. ve Tatar, N. (2020). Effect of coding and robotic education on pre-school children's skills of scientific process. *Research in STEM Education*, 6(2), 75-93.
Bers, M. U. (2020). *Coding as a playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom*. Routledge.
Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., & Rumble, M. (2010). *Draft white paper 1: Defining 21st century skills*. http://www.ericlondaits.com.ar/oei_ibertic/sites/default/files/biblioteca/24_defining-21st-century-skills.pdf
Burns, T., & Sinfield, S. (2004). *Teaching, learning and study skills: A guide for tutors*. Sage Publications.
Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., ve Demirel, F. (2020). *Eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri.* Pegem Akademi.
Çavuş, N. ve Helvacı, M. (2021). Examination of the relationship between teachers' qualifications to use of 21st century skills and teachers' levels of readiness for change. *European Journal of Education Studies, 8*(11). https://doi.org/10.46827/ejes.v8i11.3996
Çelik, G. (2024). *Okul öncesi dönem çocuklarının 21. yüzyıl becerilerinin farklı değişkenler açısından incelenmesi*. Yüksek lisans tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
Çetingöz, D. (2023). Development of 21st century skills during preschool period: A phenomenological study in Türkiye. *International Journal of Educational Administration and Policy Studies, 15*(1), 46-63. https://doi.org/10.5897/ijeaps2023.0755
Çinbay, G., & Gültekin Akduman, G. (2025). Bilinçli farkındalık (mindfulness) temelli erken okuryazarlık eğitim programının çocukların 21. Yüzyıl becerilerine etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi, *16*(1), 30-39.
Dede, C. (2010). Comparing frameworks for 21st century skills. In J. Bellanca & R. Brandt (Eds.), *21st century skills* (pp. 51-76). Solution Tree Press.
Dinler, H., Simsar, A., & Yalçın, V. (2021). 3-6 Yaş çocukların 21. yüzyıl becerilerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. *e-Kafkas Journal of Educational Research, 8*(2), 281-303.
Elçi, S. & Şahin, S. (2025). Okul öncesi dönem çocuklarının 21. yüzyıl becerileri ve rekabet stilleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, *26*(2), 797-845. DOI: 10.17679/inuefd.1598754
Geisinger, K. F. (2016). 21st Century Skills: What are they and how do we assess them?. *Applied Measurement in Education, 29*(4), 245–249. https://doi.org/10.1080/08957347.2016.1209207
Güler, H. (2024). *Okul öncesinde 21. yüzyıl becerilerine ulaşmada STEM yaklaşımı*. Doktora tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
Güngör, D. (2024). *Okul öncesi eğitim kurumlarına devam eden 5 ve 6 yaş grubu çocukların öz düzenleme becerileri ile 21. yüzyıl becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi*. Yüksek lisans tezi, Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kabadayı Siper G. (2019). *Robotik uygulamalarının okul öncesi çocukların yaratıcı düşünme becerileri üzerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
Kahraman Yağcı, H. B. (2024). *Okul öncesi dönemde görsel okuma etkinliklerinin empatik düşünme becerisine ve 21. yüzyıl becerilerine etkisi*. Yüksek lisans tezi, Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli.
Karasar, N. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemi.* Nobel Yayıncılık.
Kerdthaworn, P., & Chaichomchuen, S. (2021). A Learning model of STEM education on cloud computing technology, to promote learning and innovation skills for students practicing teachers. *Journal of Physics: Conference Series, 1835*(1), 012073. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1835/1/012073
Kishalı, Z. (2024). *Annelerin duygu sosyalleştirme davranışları ile okul öncesi dönem çocuklarının 21. yy. becerileri ve psikolojik sağlamlık düzeyleri arasındaki ilişki*. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. *Keele, UK, Keele University*, *33*(2004), 1-26.
Koçak, S. (2024). *Masallarla eğitsel robotik kodlama etkinliklerinin okul öncesi öğrencilerinin 21. yüzyıl becerileri ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi*. Yüksek lisans tezi, Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
Kurt, Ş. H. (2024). Investigation of the relationship between self-regulation and 21st century skills of preschool students. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24*(3), 1444-1460. https://dx.doi.org/10.17240/aibuefd.2024.. 1407561.
Küçükkara, M. F., & Aksüt, P. (2021). Okul öncesi dönemde bilgisayarsiz kodlama eğitimine bir örnek: problem çözme becerileri için etkinlik temelli algoritma. *Journal of Inquiry Based Activities*, *11*(2), 81-91.
Levy, F., & Murnane, R. J. (2004). Education and the changing job market. *Educational Leadership*, *62*(2), 80-83.
Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Foy, P., & Hooper, M. (2016). *TIMSS 2015 international results in science*. http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/wp-content/uploads/filebase/full%20pdfs/T15-International-Results-in-Science-Grade-8.pdf
Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., & Hooper, M. (2016). *TIMSS 2015 international results in mathematics*. https://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/
Papadakis, S., Kalogiannakis, M., & Zaranis, N. (2021). The effectiveness of computer and tablet assisted intervention in early childhood students' understanding of numbers. *Early Childhood Education Journal*, *49*(3), 385–394. https://doi.org/10.1007/s10643-020-01061-2
Partnership for 21st Century Learning. (2015). *P21 framework definitions*. http://www.p21.org/storage/documents/docs/P21_Framework_Definitions_New_Logo_2015.pdf
Polat, G. (2024). *Okul öncesi dönem çocuklarının öz düzenleme becerilerinin 21. yüzyıl becerilerine etkisinin incelenmesi*. Yüksek lisans tezi, Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
Saavedra, A. R., & Opfer, V. D. (2012). Learning 21st-century skills requires 21st-century teaching. *Phi Delta Kappan, 94*(2), 8–13.
Sarı, N. (2024). *STEM etkinlikleri ile desteklenen okul öncesi eğitim programının çocukların 21. yüzyıl becerilerine etkisinin incelenmesi*. Yüksek lisans tezi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
Sayın, Z., ve Seferoğlu, S. S. (2016). Yeni bir 21. yüzyıl becerisi olarak kodlama eğitimi ve kodlamanın eğitim politikalarına etkisi. *Akademik Bilişim Konferansı, 3*(5), 1-13.
Schleicher, A. (2019). *PISA 2018: Insights and interpretations.* Paris: OECD Publishing.

Simsar, A., Yalçın, V. ve Dinler, H. (2022). 3-4 yaş çocukları için 21. yy. becerileri ölçeği (day-1): geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Uluslararası Türkçe Edebiyat Kültür Eğitim Dergisi, 11*(3), 1284-1303.
Strawhacker, A., & Bers, M. U. (2019). What they learn when they learn coding: Investigating cognitive domains and computer programming knowledge in young children. *Educational Technology Research and Development*, *67*(3), 541–575.
Suna, H. E., Tanberkan, H. ve Ozer, M. (2020). Changes in literacy of students in Turkey by years and school types: Performance of students in PISA applications. *Journal of Measurement and Evaluation in Education and Psychology, 11*(1), 76-97. https://doi.org/10.21031/epod.70219
Voogt, J. & Roblin, N. P. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of Curriculum Studies, 44*(3), 299-321
Yalcin, V., Simsar, A. & Dinler, H. (2020). 5-6 Yas çocukları için 21. Yy. becerileri ölçeği (DAY-2): Gecerlik ve güvenirlik çalışması. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi, 14*(32), 78-97. doi: 10.29329/mjer.2020.258.5
Yeşilaltun, H. (2024). *Okul öncesi dönem çocuklarının 21. yüzyıl becerileri ile sosyal duygusal iyi oluş ve psikolojik sağlamlıkları arasındaki ilişkinin incelenmesi*. Yüksek lisans tezi, Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

KOLEKALSİFEROL İÇEREN KENDİLİĞİNDEN EMÜLSİFİYE OLABİLEN FARMASÖTİK DOZAJ FORMLARININ GELİŞTİRİLMESİ VE KARAKTERİZASYONU ÜZERİNE ÇALIŞMALAR

Movloud ZOGHALCHI
Ege University, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Technology, 35100, Bornova İzmir
ORCİD:0009-0006-2406-8175
Mine DİRİL
Department of Research and Development, Sedef Ilac ve Medikal Urunleri Ind. Trade. Co. Ltd., Kastamonu, Turkey
ORCID:0000-0002-7154-8511
Bilge Eylül ŞENTÜRK
Ege University, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Technology, 35100, Bornova İzmir
ORCID:0009-0000-4242-9890
H. Yeşim KARASULU
Ege University, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Technology, 35100, Bornova İzmir
ORCID:0000-0002-1860-8255

ÖZET

Kolekalsiferol (D_3 vitamini), lipofilik yapısı ve düşük suda çözünürlüğü nedeniyle klasik oral dozaj formlarında sınırlı emilim, değişken farmasötik performans ve düşük biyoyararlanım göstermektedir. Bu durum; özellikle D vitamini eksikliği vakalarında terapötik etkinliğin sağlanmasını güçleştirerek yeterli sistemik dolaşım seviyelerine ulaşılmasına engel olmaktadır. Çalışma kapsamında, kolekalsiferol içeren Kendiliğinden Emülsifiye Olabilen İlaç Taşıyıcı Sistemler (Self-Emulsifying Drug Delivery Systems, SEDDS) ve katılaştırılmış formu olan S-SEDDS (Solid-SEDDS) geliştirilerek oral biyoyararlanımın artırılması, çözünürlüğün iyileştirilmesi ve formülasyonun stabilitesinin artırılması amaçlanmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında, kolekalsiferolün çeşitli yağ fazları, yüzey aktif maddeler ve yardımcı çözücülerde çözünürlüğü incelenerek en uygun eksipiyan kombinasyonları belirlenmiş; ardından üçgen faz diyagramları oluşturularak optimum mikroemülsiyon alanları hesaplanmıştır. Seçilen formülasyonlar karakterizasyon çalışmalarına tabi tutulmuş; damlacık boyutu, polidispersite indeksi (PDI), zeta potansiyeli, refraktif indeks ve emülsifikasyon süresi gibi parametreler analiz edilmiştir. Bu veriler, geliştirilen sistemlerin yüksek stabilite, düşük damlacık boyutu ve hızlı mikroemülsiyon oluşturma kapasitesine sahip olduğunu göstermiştir. Katılaştırma aşamasında, sıvı SEDDS formülasyonlarının katı formülasyonlarını hazırlanmasında likit SEDDS sistemleri, Avicel PH 101, Avicel PH 102 ve Aerosil olmak üzere farklı inert taşıyıcılar üzerine adsorbe edilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, Aerosil'in diğer taşıyıcılara kıyasla en yüksek adsorpsiyon kapasitesine sahip olduğu ve geliştirilen SEDDS formülasyonunu daha yüksek oranda emebildiği belirlenmiştir. Bu nedenle, S-SEDDS geliştirilmesi için en uygun inert taşıyıcı olarak Aerosil seçilmiştir**.** *İn vitro* salım çalışmaları iki farklı pH ortamında (1.2 ve 6.8) gerçekleştirilmiş ve salım profilleri değerlendirilmiştir. Sonuçlar, geliştirilen SEDDS formülasyonlarının klasik D3 vitamini preparatlarına kıyasla daha hızlı, daha yüksek oranda ve kontrollü salım sağladığını göstermiştir. Bu doğrultuda, geliştirilen SEDDS formülasyonlarının oral D3 vitamini uygulamalarında yenilikçi ve farmasötik açıdan üstün dozaj formu alternatifleri olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: D3 vitamini, Kolekalsiferol, Kendiliğinden Emülsifiye Olabilen Sistemler, Mikroemülsiyon

DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF SELF-EMULSIFYING PHARMACEUTICAL DOSAGE FORMS CONTAINING CHOLECALCIFEROL

ABSTRACT

Cholecalciferol (vitamin D3), exhibits limited absorption, variable pharmaceutical performance, and low bioavailability in conventional oral dosage forms due to its lipophilic nature and poor aqueous solubility. This situation hinders the achievement of adequate systemic circulation levels, particularly in cases of vitamin D deficiency, thereby compromising therapeutic efficacy. In this study, Self-Emulsifying Drug Delivery Systems (SEDDS) containing cholecalciferol, along with their solidified counterparts (Solid-SEDDS, S-SEDDS), were developed with the aim of enhancing oral bioavailability, improving solubility, and increasing formulation stability.

In the initial phase of the work, the solubility of cholecalciferol in various oil phases, surfactants, and co-solvents was investigated to determine the most suitable excipient combinations. Subsequently, ternary phase diagrams were constructed to identify the optimal microemulsion regions. Selected formulations were subjected to characterization studies, including droplet size analysis, polydispersity index (PDI), zeta potential, refractive index, and emulsification time. These analyses demonstrated that the developed systems possessed high stability, small droplet sizes, and rapid microemulsion formation capability.

During the solidification step, liquid SEDDS formulations were adsorbed onto different inert carriers—Avicel PH 101, Avicel PH 102, and Aerosil—to obtain solid SEDDS forms. Evaluation of these carriers revealed that Aerosil exhibited the highest adsorption capacity and was able to absorb the SEDDS formulation to a significantly greater extent than the other carriers. Therefore, Aerosil was selected as the most appropriate inert carrier for S-SEDDS development.

In vitro release studies were conducted in two different pH media (1.2 and 6.8), and the release profiles were evaluated. The results indicated that the developed SEDDS formulations provided faster, higher, and more controlled drug release compared with conventional vitamin D3 preparations. Overall, the findings demonstrate that the developed SEDDS systems represent innovative and pharmaceutically superior alternatives for oral vitamin D3 delivery.

Keywords: Vitamin D3, Cholecalciferol, Self-Emulsifying Drug Delivery Systems (SEDDS), Microemulsion

GİRİŞ:

Kolekalsiferol (D3 vitamini), yüksek lipofilikliği, suda düşük çözünürlüğü ve gastrointestinal koşullara karşı hassasiyeti nedeniyle klasik oral dozaj formlarında düşük, tutarsız ve değişken biyoyararlanım gösteren bir bileşiktir. Biyofarmasötik Sınıflama Sistemi (BCS) açısından Sınıf II özellikleri taşıyan kolekalsiferolün çözünürlük kısıtlamaları, emilim sürecini belirleyen başlıca faktördür ve bu da molekülün sistemik dolaşıma ulaşmasını zorlaştırmaktadır.

Son yıllarda, lipid bazlı ilaç taşıyıcı sistemleri, çözünürlüğü kısıtlı lipofilik moleküllerin oral biyoyararlanımını artırmada etkili ve yenilikçi bir yaklaşım olarak öne çıkmıştır. Bu lipid sistemleri, yağ fazları, yüzey aktif maddeler ve yardımcı çözücüler içeren formülasyonlardır. Gastrointestinal ortamla temasa geçtiğinde, mikroemülsiyon veya nanoemülsiyon oluşturarak ilacın çözünürlüğünü artırmakta ve emilimi kolaylaştırmaktadır.

Özellikle, Kendiliğinden Emülsifiye Olabilen İlaç Taşıyıcı Sistemler (SEDDS), düşük enerjili kendi kendine emülsifikasyon mekanizması ile su ile temas ettiğinde ince damlacık boyutlu,

termodinamik olarak stabil dispersiyonlar oluşturma yetenekleri sayesinde önemli bir yere sahiptir. Bu sayede hidrofobik moleküller, gastrointestinal sıvılarda çözünüp çökelme riskini azaltarak çözünürlüklerini ve emilim hızlarını önemli ölçüde artırmaktadır.
bu özellikleriyle lipid bazlı ilaç taşıyıcı sistemler, kolekalsiferol gibi çözünürlük sınırlı bileşenlerin oral formülasyonlarındaki problemleri önemli ölçüde azaltarak, daha etkin, stabil ve hasta uyumunu artıran yenilikçi taşıyıcı platformlar sunmaktadır.(Kalepu et al., 2013)
Kalsiferol olarak da bilinen D vitamini, kalsiyum ve fosforun intestinal emilimini ve vücutta depolanmasını düzenleyerek sağlıklı kemik ve diş gelişimini destekleyen, yağda çözünebilen bir vitamindir. Karaciğer ve yağ dokusunda depo edilen D vitamininin, D2 (ergokalsiferol) ve D3 (kolekalsiferol) olmak üzere iki farklı formu bulunmaktadır. İnsan vücudunda endojen olarak sentezlenen form, güneş ışığından yayılan ultraviyole B (UVB) ışınlarının cilt ile etkileşimi sonucunda kolekalsiferol (D3 vitamini) şeklinde oluşmaktadır. D vitamini eksikliği; osteoporoz, raşitizm, kardiyovasküler hastalıklar ve immün sistem bozuklukları başta olmak üzere çeşitli sağlık sorunlarına yol açmakta; çocukluk çağında kemik deformiteleri ve büyüme geriliği, ileri yaşlarda ise kemik kırılganlığında artış gibi klinik tablolara neden olabilmektedir. Bu bağlamda, D vitamininin düşük suda çözünürlüğü ve sınırlı oral biyoyararlanımı, farmasötik formülasyon geliştirme çalışmalarını gerekli kılmaktadır. Çalışmanın temel amacı, D3 vitamininin biyoyararlanımını ve gastrointestinal emilimini artırabilecek, kontrollü salım sağlayacak farmasötik bir taşıyıcı sistem geliştirmektir. Bu kapsamda, kendiliğinden emülsifiye olabilen ilaç taşıyıcı sistemler (Self-Emulsifying Drug Delivery Systems; Kendiliğinden Emülsifiye Olabilen sistemler; SEDDS) kullanılacaktır. SEDDS formülasyonları; yağ fazı, yüzey aktif madde (YEM), yardımcı çözücü veya yardımcı yüzey aktif madde (YYEM) ve etkin madde bileşenlerinden oluşur. Su ile düşük hızda karıştırıldıklarında, termodinamik olarak stabil yağ/su mikroemülsiyonları oluşturan bu sistemlerin, lipofilik ve hidrofilik ilaçların biyoyararlanımını anlamlı düzeyde artırdığı çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir.
D3 vitamininin lipofilik bir vitamin olması nedeniyle, bu çalışmada SEDDS temelli lipid taşıyıcı bir sistem geliştirilerek emilim ve biyoyararlanımın iyileştirilmesi hedeflenmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında, D3 vitamini ile uyumlu yağ fazları, yüzey aktif maddeler ve yardımcı maddeler belirlenmiş; bu eksipiyanlar kullanılarak çözünürlük ve geçimlilik çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Ardından, üçgen faz diyagramları oluşturularak optimum formülasyonlar seçilmiş ve seçilen formülasyonlar üzerinde karakterizasyon çalışmaları (damla büyüklüğü, polidispersite indeksi (PDI), zeta potansiyel, pH) yürütülmüştür. İlerleyen aşamada ise sıvı formdaki optimize edilmiş SEDDS formülasyonları, inert katı taşıyıcılar (Avicel PH101,Avicel PH102, Aerosil.) üzerine adsorbe edilerek katılaştırılmış sistemler elde edilmiştir.
D vitamininin otoimmün hastalıklar, diyabetes mellitus (DM), depresyon ve kardiyovasküler hastalıklar başta olmak üzere pek çok hastalığın oluşumuna karşı koruyucu ve tedaviye destekleyici etkiler sağladığı bilinmektedir. Ayrıca kolon, prostat ve meme gibi yaygın kanser türlerine karşı da koruyucu etkilerinin bulunması, bu vitamine olan ilgiyi her geçen gün artırmaktadır. Dünyada birçok kişinin D vitamini desteği almasına rağmen, yapılan araştırmalar hâlâ yaygın D vitamini eksikliğinin devam ettiğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle çalışma kapsamında, yenilikçi bir formülasyon tasarımıyla D3 vitamininin çözünürlüğünü, emilimini ve biyorararlanımını artırmaya yönelik SEDD lipit taşıyıcı sisteminin geliştirilmesi temel hedef olarak belirlenmiştir.
Bu doğrultuda, bir lipit taşıyıcı olan SEDD sistemlerinin başlıca avantajları; kontrollü ilaç salımı sağlaması, farmasötik stabilite sunması, yüksek ve artırılmış ilaç yükleme kapasitesi, hem lipofilik hem de hidrofilik ilaçları taşıyabilme yeteneği, biyolojik olarak parçalanabilir ve biyouyumlu yapıda olması, geniş eksipiyan ve formülasyon çeşitliliği sunması, düşük risk profili taşıması, lenfatik taşıma yoluyla sistemik dolaşıma ulaşabilmesi ve invaziv olmayan, ticarileşmeye uygun bir taşıyıcı sistem oluşturabilmesidir (Shrestha et al., 2014).

D vitamini, insan sağlığında kritik rol oynayan yağda çözünen bir vitamin olup, kalsiyum-fosfor metabolizması, kemik mineralizasyonu ve bağışıklık sistemi düzenlenmesinde temel görevler üstlenmektedir(Avşar & Lazzari Şahiner, 2020; Holick, 2007). Ayrıca, son yıllarda yapılan çalışmalarda; otoimmün hastalıklar, kardiyovasküler hastalıklar, diyabetes mellitus (DM), depresyon ve çeşitli kanser türleri gibi birçok kronik hastalık ile ilişkisi ortaya konmuş, bu alanda yürütülen araştırmaların sayısı giderek artmıştır(Benli & Kirazoğlu, 2023; Holick, 2007). Ancak tüm bu bilgi birikimine rağmen, günümüzde hâlen dünya genelinde yaygın bir D vitamini eksikliği sorunu devam etmekte ve bu durum hipovitaminoz D pandemisi olarak tanımlanmaktadır.

Mevcut D3 vitamini preparatları çoğunlukla klasik dozaj formları ile sunulmakta olup, bu formların çözünürlük, emilim ve biyoyararlanım açısından çeşitli kısıtlılıkları mevcuttur. Özellikle D3 vitamininin lipofilik yapısı nedeniyle gastrointestinal sistemde suda çözünmesi sınırlı olmakta, emilimi değişkenlik göstermekte ve hepatik ilk geçiş etkisine maruz kalması sistemik biyoyararlanımını azaltmaktadır. Bu eksiklikler, mevcut preparatların etkinliğini sınırlamakta ve özellikle eksikliği olan popülasyonlarda hedeflenen terapötik düzeylere ulaşılmasını zorlaştırmaktadır.

Özellikle SEDD (Self-Emulsifying Drug Delivery System); lipofilik ilaçların çözünürlüğünü ve oral biyoyararlanımını artırmak için geliştirilen yenilikçi lipid bazlı taşıyıcı sistemlerdir. Tez kapsamında bu sistemlerin D3 vitamini ile birlikte formüle edilmesi ve bu formülasyonların in vitro çözünürlük, emilim ve biyoyararlanım üzerine etkilerinin sistematik olarak değerlendirilmesi planlanmaktadır.

Çalışmanın temel özgünlüğü ise şunlardır:

•Literatürde sınırlı sayıda çalışması bulunan ve özellikle D3 vitamini üzerine optimize edilmiş SEDD ve S-SEDD sistemlerinin geliştirilmesi,

•Bu sistemlerin mide özsuyunda kendiliğinden mikroemülsiyon oluşturma yeteneği sayesinde gastrointestinal ortamda çözünürlüğün hızla artması ve "Peyer Plakları" üzerinden lenfatik sistem yoluyla hepatik ilk geçiş etkisinden kaçınılarak sistemik dolaşıma ulaşması, dolayısıyla klasik formlara kıyasla biyoyararlanım ve emilim hızının anlamlı düzeyde iyileşmesinin hedeflenmesi,

•Günümüzde D3 vitamini eksikliği nedeniyle ortaya çıkan tedavi güçlüğü ve eksikliklerin azaltılmasına yönelik, klinik uyumu yüksek, kullanıcı dostu, hızlı ticarileşme potansiyeli taşıyan farmasötik bir alternatif geliştirilmesi' dir.

Bu tez çalışmasıyla:

•Mevcut farmasötik literatüre yenilikçi bir D vitamini formülasyon modeli kazandırılması,

•D3 vitamini takviye tedavisinde kullanılabilecek daha etkin, biyoyararlanımı yüksek ve kontrollü salım özellikli bir dozaj formu elde edilmesi,

•D3 vitamini formülasyonlarının klasik preparatlara kıyasla çözünürlük, emilim ve farmasötik performans açısından karşılaştırmalı veri sunarak literatürde önemli bir eksikliği gidermesi,

•Ve bu sistemlerin D3 vitamini taşıyıcılığına uyarlanmasıyla lipofilik ilaç taşıma sistemlerine yönelik uygulama ve yöntemsel katkı sağlaması hedeflenmektedir.

Kendiliğinden emülsifiye olabilen sistemlerin (SEDDS) geliştirilmesinde kullanılan bileşenlerin fizikokimyasal özellikleri incelenmiş ve analiz sertifikalarına uygunlukları karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda, yüzey etkin maddeler (YEM) ve yardımcı yüzey etkin maddelerin (Y-YEM) , refraktif indeks ve dansite tayinleri gerçekleştirilmiştir. Lipid bazlı sistemlerin geliştirilmesinde kullanılan bileşenler Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1: Kullanılan Kimyasal Maddeler:

D3 Vitamini (Kolekalsiferol)	Transcutol HP
İsopropil Miristat	Avicel pH102
Labrafil M 1944 CS	HPMC
Methanol	İsopropil Alkol
Oleik Asit	Avicel pH101
Orto-Fosforik Asit	Sodyum Dodesil Sülfat
PEG 200	Distile Su
PEG 400	HCL 0.1 N
Tween 20	Span 80
Tween 80	Ayçiçek Yağı
Zeytin yağı	Aerosil
n-Hekzan	Etanol
Potasyum dihidrojen fosfat	Dipotasyum hidrojen fosfat
Sodyum klorür	

Kullanılan Cihazlar; Araç ve Gereçler

- Zeta sizer Malvern Nano ZS
- Vorteks, Yellowline
- pH-Metre (Hanna Instruments HI 221 model)
- Brookfield DVII+Pro marka viskozimetre ve ULA Spindle
- Manyetik Karıştırıcı (Velp Scientifica Are2)
- Sıcaklık Kontrollü Manyetik Karıştırıcılı Su Banyosu (Variomag)
- Işık Mikroskobu (Olympus CH 40 Optical Microscope)
- Kondüktivitemetre (Jenway Conductivity Meter 4071)
- Dissolusyon Cihazi (Sotax AT–7)
- Stabilite kabini (Nüve)
- Ultrasonik Banyo(Transsonic T660/H, Elma)
- DSC/TGA (Shimadsu)
- V orteks (Y elowline TT2)
- Buzdolabı
- Derin dondurucu
- Hassas terazi, Metler Toledo ML204
- Terazi, Sartorius GM3101
- Refraktometre (Atago Refraktometer RX-7000 CX)
- Santrifüj cihazı (Sigma 2-16KL)
- Piknometre
- UV Spektrofotometre (Thermo Scientific, Evolution Array)
- Tap-2S Tap Density Tester cihazı
- Retsch marka titreşimli elek
- USP XXII dissolüsyon aparatı
- HPLC

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Formülasyon Çalışmaları

Kendiliğinden emülsifiye olabilen sistemlerin (SEDDS) geliştirilmesinde tercih edilen bileşenlerin fizikokimyasal özellikleri değerlendirilmiş ve bu özellikler analiz sertifikalarında belirtilen değerlerle karşılaştırılmıştır. Bu doğrultuda, yüzey etkin maddeler (YEM) ile yardımcı yüzey etkin maddelerin (Y-YEM) refraktif indeks ve dansite ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Lipid bazlı sistemlerin geliştirilmesinde kullanılan tüm bileşenler Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2: Kullanılması planlanan yağ/yüzey etkin madde/ yardımcı yüzey etkin maddeler

Yağlar	Yüzey Etkin Maddeler	Yardımcı Yüzey Etkin Maddeler	Katılaştırma Ajanları
Oleik Asit	Capyrol 90	PEG 200	Avicel pH101
Hint Yağı	Labrafil M 1944 CS	PEG 400	Aerosil
İsopropil Miristat	Span 80	Etanol	HPMC
Soya Yağı	Labrafil M 2125 CS	Transcutol HP	
Zeytin Yağı	Plurol Oleik CC497	İsopropil Alkol	
Ayçiçek Yağı	Tween 20		
	Tween 80		
	Cremophor EL		
	Solutol HS 15		
	Lutrol F127		
	Soluplus		

Geliştirilen SEDDS formülasyonlarında kullanılmak üzere, D vitamininin farklı yağ fazları, yüzey etkin maddeler (YEM) ve yardımcı yüzey etkin maddeler (Y-YEM) içerisindeki çözünürlüğü yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) yöntemi kullanılarak kantitatif olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, D vitamininin en yüksek çözünürlük gösterdiği yağ tipleri ile uygun YEM ve Y-YEM bileşenleri seçilmiştir.

Lipid Bazlı Formülasyonların Üçgen Faz Diyagramlarının Çizilmesi

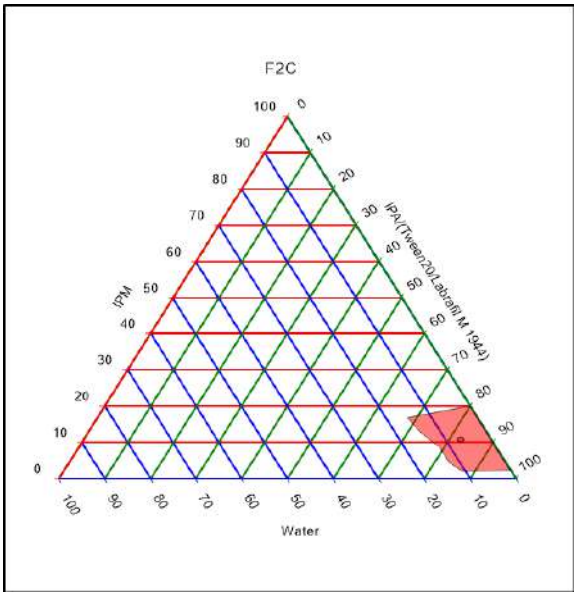
SEDDS sistemlerinin formülasyonunda yer alacak bileşenler, kolekalsiferolün farklı yağ fazları, yüzey etkin maddeler (YEM) ve yardımcı yüzey etkin maddeler (Y-YEM) içerisindeki çözünürlüklerinin değerlendirilmesi sonucunda belirlenmiştir. Seçilen bileşenler kullanılarak formülasyon çalışmaları yürütülmüş ve bu kapsamda üçgen faz diyagramları oluşturulmuştur (Türkyilmaz et al., 2024) Faz diyagramlarının hazırlanmasında titrasyon yöntemi esas alınmıştır.

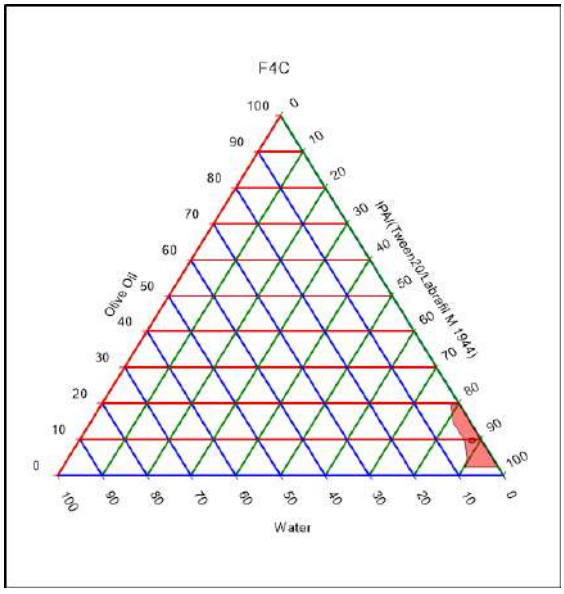
Lipid Bazlı Formülasyonların Hazırlanması

SEDD Sistemlerin Hazırlanması

Üçgen faz diyagramları bilgisayar ortamında değerlendirilmiş, en geniş mikroemülsiyon alanını sağlayan ve ağırlık merkezi yaklaşımı ile hesaplanan formülasyonlar optimum olarak seçilmiştir. Belirlenen bu oranlarda yağ fazı, yüzey etkin madde (YEM) ve yardımcı yüzey etkin madde (Y-YEM) bileşenleri, su fazı eklenmeden bir araya getirilerek SEDDS formülasyonları hazırlanmıştır. 10 mL'sinde 1 mg olacak şekilde D vitamini eklendi. D3 vitaminin formülasyon içerisinde tamamen çözünmesini sağlamak amacıyla karışımlar manyetik karıştırıcıda 50 dev/dk hızında karıştırılmış ve sıcaklık kademeli olarak 37 °C'ye yükseltilmiştir. Bu işlem sonucunda berrak ve homojen formülasyonlar elde edilmiştir.

Tablo 3 : Seçilen Lipid Bazlı formülasyonlarının üçgen faz diyagramlarından elde edilen alanlar



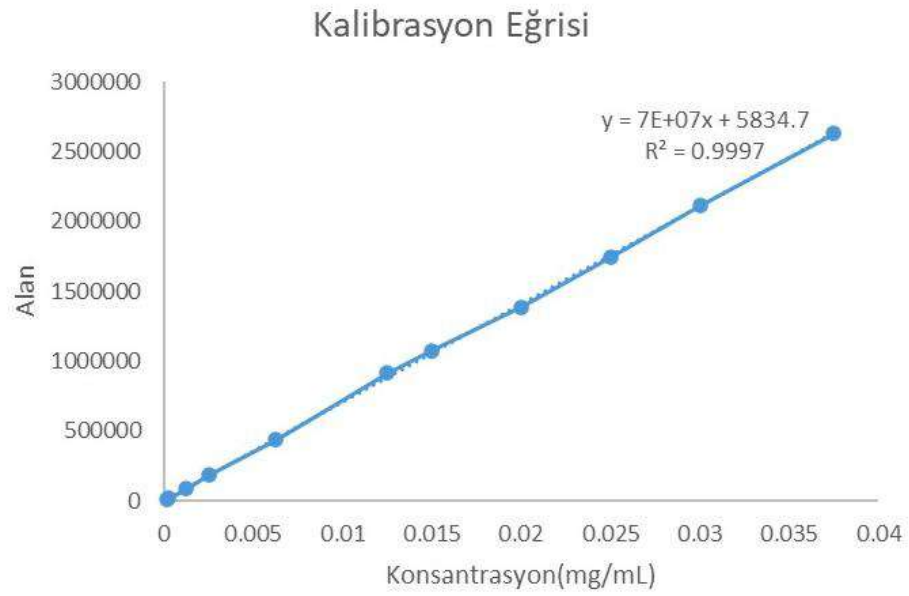


Bu verilerden hareketle seçilen ideal en yüksek alanı veren formülasyonlar; F2C ve F4C olarak belirlendi. F2C alanı en yüksek olan formülasyon olarak seçildi.

29.1.1 Miktar Tayini Yöntemi

Miktar tayini için yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) yöntemi kullanılmıştır. Kolekalsiferolün miktar tayininde, etkin maddenin lipofilik yapısı dikkate alınarak uygun çözücü sistemi belirlenmiş ve HPLC koşulları optimize edilerek analitik yöntem geliştirilmiştir. Ayrıca, in vitro dissolüsyon çalışmaları kapsamında pH 1.2 ve pH 6.8 ortamlarında kolekalsiferol miktar tayininin gerçekleştirilebilmesi amacıyla aynı kromatografik koşullar altında analiz yöntemi uygulanmıştır.

Tablo 4 : Kalibrasyon Eğrisi Çizimi



Yöntem Parametreleri :
Yöntem : Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografi
Dedektör :UV
Kolon :Phenomenex Luna(5µm×150mm)
Akış Tipi :İzokratik
Dalga Boyu :265 nm
Akış Hızı :1.2ml/dakika
Kolon Sıcaklığı :35°C
Enjeksiyon acmi :40 µl
Analiz Süresi :20 dk
Çözücü : 1) %10 DMSO +%90 ACN

Formülasyonun Dağılım Dayanıklılığının Saptanması
Geliştirilen formülasyonlar distile su, 1:10, 1:100, 1: 250, 1:500 ve 1:1000 oranlarında seyreltilerek (25±2 °C) Malvern zetasizer cihazında partikül büyüklükleri ve zeta potansiyel değerleri ölçüldü.

Tablo 5 : Partikül Büyüklüğü ve Zeta potansiyel değeri

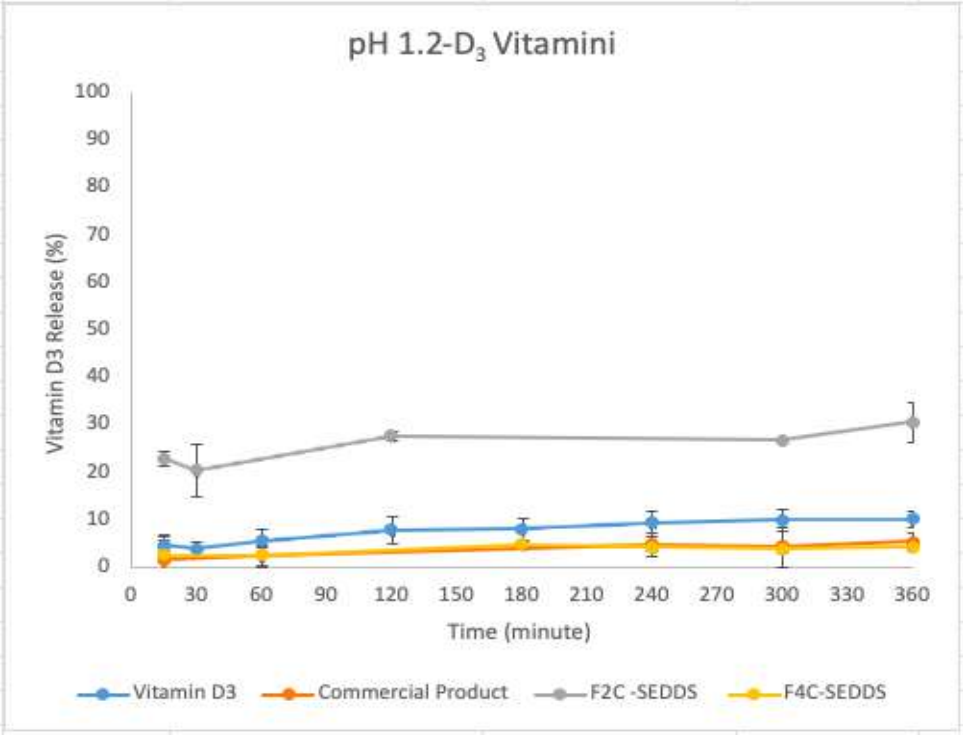
Formülasyon	Partikül Boyutu (nm)	Zeta potansiyel (mV)
F2C 1:10	0.637±0.079	−13.87±0.40
F2C 1:100	0.631±0.075	−21.53±0.49
F2C 1:250	0.540±0.047	−18.60±0.87
F2C 1:500	0.418±0.036	−18.27±0.91
F2C 1:1000	0.397±0.040	−21.37±2.04

Formülasyon	Partikül Boyutu (nm)	Zeta potansiyel (mV)
F4C 1:10	0.473±1.232	−8.55 ±1.07
F4C 1:100	0.260±0.016	−31.47±1.02
F4C 1:250	0.409±0.033	−35.43±0.67
F4C 1:500	0.336±0.010	−36.07±0.57
F4C 1:1000	0.433±0.037	−36.53±1.01

In Vitro Salım Çalışmaları

Geliştirilen lipid bazlı formülasyonlarının, ticari formülasyonun ve etkin maddenin in vitro salım çalışmaları döner palet yöntemi ile 500 mL ortamda (pH 1.2, 6.8) 37±1℃'de 50 rpmde yapılmıştır. Her bir fomülasyon için 3 paralel salım çalışması yapıldı. Çözünme ortamından numuneler belirli zaman aralıklarında (0., 5., 10., 30., 60., 90., 120., 180., 240., 300., 360., 420., 480., 1440.dakikalarda) 0.45 µ por boyutundaki membran filtreden süzülerek alınmıştır. Alınan örneklerin HPLC'de miktar tayini yapılarak sonuçlar daha önce pH 1.2 ve pH 6.8 ortamlarında çizilmiş olan kalibrasyon eğrileriyle değerlendirildi.

Tablo 6 : pH 1.2 Dissolüsyon



Stabilite Çalışmaları

Formülasyonların stabilitelerinin incelenmesi amacıyla hazırlanan formülasyonlar 25±2℃, %60±5 bağıl nemde ve 40±2℃, %75±5 bağıl nemde 6 ay boyunca saklandı. Stabilite çalışmasında numuneler 6 ay süreyle t=0 yani başlangıç anında ve 1., 3., 6. aylar olmak üzere kontrol edildi.

S-SEDD Sistemlerin Hazırlanması

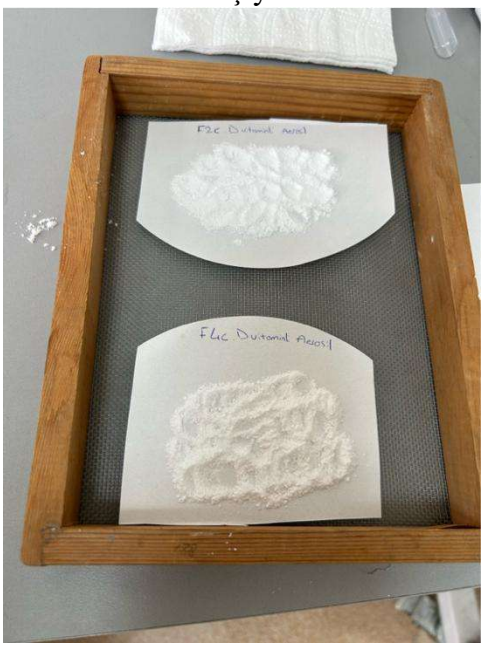
Seçilen F2C ve F4C formülasyonları çeşitli Avicel pH 101, Avicel pH 102 ve Aerosil gibi katılaştırma ajanlarına yaş granülasyon yöntemiyle emdirilip etüvde 45 dakika (45℃) kurumaya bırakıldı. Bu şekilde S-SEDD (solid) formülasyonlar hazırlanmış oldu. Hazırlanan katı toz formülasyonlarının, sıvı olan F2C ve F4C formülasyonlarından ne kadar emebildiği Tablo 7 de gösterilmiştir.

Tablo 7 : Katı taşıyıcılara emdirilebilen formülasyon miktarları.

	1 g Avicel pH 101	1g Avicel pH 102	Aerosil
F2C	0,4 mL	0,42 mL	2,4 mL
F4C	0,52 mL	0,64 mL	3,32 mL

Sıvı formülasyonu en yüksek oranda absorbe edebilen formülasyonlar Aerosil içerenler olduğundan, katı taşıyıcı olarak en uygun seçenek olarak Aerosil tercih edilmiştir.

Tablo 8 : Katı Taşıyıcılara Emdirilmiş Formülasyonların Kurutma Aşaması



Tablo 9 : Katı Taşıyıcılara Emdirilmiş Formülasyonların Kuru Toz Görünümü



SONUÇ :

Bu çalışmada, D vitamini içeren, kendiliğinden emülsifiye olabilen ilaç taşıyıcı sistemlerin (SEDDS ve S-SEDDS) geliştirilmesi amaçlanmış ve formülasyon süreçleri başarıyla gerçekleştirilmiştir. Özellikle çözünürlük çalışmaları, D vitamininin seçilen lipofilik fazlarda yüksek çözünürlük gösterdiğini ortaya koyarak, sistemin etkinliği açısından güçlü bir temel sunmuştur.

Elde edilen sonuçlar, geliştirilen formülasyonların farmasötik açıdan homojenlik, stabilite ve uygulama kolaylığı gibi önemli parametrelerde tatmin edici nitelikte olduğunu göstermektedir. Katı dozaj formuna dönüştürülen S-SEDDS sistemleri, sıvı sistemlere kıyasla daha uzun raf ömrü, taşınabilirlik ve hasta kullanım kolaylığı sağlaması açısından önemli avantajlara sahiptir. Bu yönüyle geliştirilen formülasyon, özellikle pediatrik, yaşlı ve kronik hasta gruplarında D vitamini takviyesinin daha konforlu ve güvenilir hale gelmesine katkı sağlayabilecek potansiyele sahiptir.

Çalışmada miktar tayini için yüksek performanslı sıvı kromatografi (HPLC) yöntemi kullanılmıştır.

Bu çalışma, hem farmasötik teknoloji alanına katkı sağlamakta hem de vitamin preparatlarının daha etkili ve kullanıcı dostu dozaj formlarıyla sunulmasına yönelik yenilikçi bir yaklaşım ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA :

Avşar, E., & Lazzari Şahiner, D. (2020). D Vitamini?ne Genel Bir Bakış. *Akdeniz Tıp Dergisi*, *6*(2), 168–174.

Benli, B., & Kirazoğlu, M. (2023). D vitamini ve tespitine yönelik geliştirilen elektrokimyasal biyosensörler. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *12*(2), 525–537. https://doi.org/10.28948/ngumuh.1181007

Holick, M. F. (2007). Vitamin D Deficiency. *New England Journal of Medicine*, *357*(3), 266–281. https://doi.org/10.1056/NEJMra070553

Kalepu, S., Manthina, M., & Padavala, V. (2013). Oral lipid-based drug delivery systems – an overview. *Acta Pharmaceutica Sinica B*, *3*(6), 361–372. https://doi.org/10.1016/j.apsb.2013.10.001

Shrestha, H., Bala, R., & Arora, S. (2014). Lipid-Based Drug Delivery Systems. *Journal of Pharmaceutics*, *2014*(1), 801820. https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2014/801820

Türkyilmaz, G. Y., Diril, M., Gülmezoğlu, E., & Karasulu, H. Y. (2024). LIQUID AND SOLID SELF-EMULSIFYING DRUG DELIVERY SYSTEMS (SEDDS) CONTAINING VALSARTAN: STABILITY ASSESSMENT AND PERMEABILITY STUDIES. *Ankara Universitesi Eczacilik Fakultesi Dergisi*, *48*(2), 525–534. https://doi.org/10.33483/jfpau.1385707

TÜRKİYE'NİN ELEKTRİK ÜRETİMİNDE DOĞAL GAZIN ROLÜ: GEÇMİŞTEN GELECEĞE BİR BAKIŞ

Aleyna HATUNOĞLU
Master's Student, Atatürk University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics, Erzurum
ORCID: 0009-0003-6772-7888
Sinem ATICI USTALAR
Assistant Professor, Atatürk University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics, Erzurum
ORCID: 0000-0001-8475-2581

ÖZET
Bu çalışma, doğal gazın elektrik üretimindeki kalıcı önemini ve kademeli düşüşünü inceleyerek, Türkiye'nin enerji piyasasındaki merkezi rolünü vurgulamaktadır. Tarihsel olarak doğal gaz, yüksek dönüşüm verimliliği, hızlı sevk edilebilirliği ve iyi gelişmiş iletim altyapısı sayesinde ulusal elektrik sisteminin temel taşlarından biri olmuştur. Bu özellikler, doğal gazın, özellikle en yüksek tüketim dönemlerinde veya rüzgâr ve güneş gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen çıktının kesintili hale geldiği zamanlarda güvenilir ve esnek bir elektrik kaynağı olarak işlev görmesini sağlamıştır. Doğal gaz bazlı üretim, uluslararası fosil yakıt piyasalarındaki belirsizlik ve yerel enerji kaynakları üzerindeki kısıtlamaların damgasını vurduğu bir ortamda istikrarlı bir alternatif sunduğundan, doğal gazın Türkiye'nin enerji güvenliğine katkısı özellikle önemli olmuştur. Bu avantajlara rağmen, ortaya çıkan bazı zorluklar, doğal gazın Türkiye'nin elektrik karışımındaki konumunu yeniden şekillendirmeye başlamıştır. Artan çevresel endişeler, karbon emisyonlarını azaltmaya yönelik küresel taahhütler ve uluslararası gaz piyasalarındaki sürekli fiyat oynaklığı, politika yapıcıları doğal gaz bağımlılığının uzun vadeli sürdürülebilirliğini yeniden değerlendirmeye sevk etmiştir. Aynı zamanda, düşen maliyetler ve devlet teşvikleriyle desteklenen yenilenebilir enerji teknolojilerinin hızla yaygınlaşması, daha temiz enerji kaynaklarına doğru kademeli bir geçişi teşvik etmiştir. Bu çalışma, bu geçişin ekonomik, çevresel ve politik boyutlarını inceleyerek, Türkiye'nin enerji portföyünü çeşitlendirme ve daha geniş küresel sürdürülebilirlik hedefleriyle uyum sağlama yönündeki stratejik çabalarını vurgulamaktadır.
Anahtar Kelimeler: Doğal gaz, elektrik üretimi, enerji güvenliği, enerji dönüşümü, yenilenebilir enerji, sürdürülebilir kalkınma, çevre politikası

DETERMINATION OF OXIDE AND ALKALINE EARTH METAL DISTRIBUTIONS IN PERLITE MINERALS

ABSTRACT
This study examines the enduring importance of natural gas in electricity generation and its gradual decline, highlighting its central role in Türkiye's energy market. Historically, natural gas has been a cornerstone of the national electricity system thanks to its high conversion efficiency, rapid dispatchability, and well-developed transmission infrastructure. These characteristics have enabled natural gas to serve as a reliable and flexible source of electricity, particularly during peak consumption periods or when output from renewable energy sources such as wind and solar becomes intermittent. Natural gas's contribution to Türkiye's energy security has been particularly significant because natural gas-based generation offers a stable alternative in an environment marked by uncertainty in international fossil fuel markets and constraints on domestic energy resources. Despite these advantages, several emerging challenges have begun to reshape natural gas's position in Türkiye's electricity mix. Rising environmental concerns, global commitments to reduce carbon emissions, and persistent price

volatility in international gas markets have led policymakers to reassess the long-term sustainability of natural gas dependence. At the same time, the rapid expansion of renewable energy technologies, supported by falling costs and government incentives, has fostered a gradual transition to cleaner energy sources. This study examines the economic, environmental, and political dimensions of this transition, highlighting Türkiye's strategic efforts to diversify its energy portfolio and align with broader global sustainability goals.
Keywords: Natural gas, electricity generation, energy security, energy transformation, renewable energy, sustainable development, environmental policy

1.GİRİŞ

Hızlı sanayileşme, nüfus artışı ve kentleşmeyle birlikte, OECD (1979) raporunda belirtildiği gibi Türkiye Yeni Sanayileşen Ülke kategorisindedir. Bu ülkeler yüksek enerji talebiyle dikkat çekmektedir. 2025 yılı itibarıyla Türkiye'nin toplam elektrik üretimi yaklaşık 326 TWh düzeyindedir. Bu üretimin içinde yenilenebilir (hidro, rüzgar, güneş, biyokütle, jeotermal) payı %57,7, kömürün payı %18.8, doğal gazın %21.1 ve diğer kaynakların payı ise %2.4 'tür (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2025). Bu bağlamda doğalgaz, elektrik üretiminde önemli bir kaynak olarak öne çıkmaktadır.

Doğal gaz elektrik üretiminde önemli bir paya sahip olmasına karşın, Türkiye'nin doğal gaz ihtiyacının büyük bir kısmı ithalat yoluyla karşılanmaktadır. 2023 yılında toplam gaz tüketiminin yaklaşık %90'ı Rusya, Azerbaycan ve İran gibi ülkelerden sağlanmıştır (BOTAŞ, 2023). Doğal gazın büyük oranda ithal edilmesi, Türkiye'nin enerji güvenliği ve dış ticaret dengesi açısından önemli riskler barındırmaktadır. Bu nedenle, doğal gazın elektrik üretimindeki rolünü anlamak, mevcut durumu analiz etmek ve gelecekteki enerji politikalarının şekillendirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışma, doğal gazın elektrik üretimindeki çok yönlü rolünü incelemeyi ve Türkiye'nin enerji karması içindeki stratejik önemini vurgulamayı amaçlamaktadır. Araştırma birkaç temel soruyu ele almaktadır: (1) Doğal gaz, kapasite, güvenilirlik ve talep yönetimi açısından Türkiye'nin elektrik arzına ne ölçüde katkıda bulunmaktadır? (2) Elektrik üretimi için doğal gaza sürekli bağımlılığın ekonomik, çevresel ve politik etkileri nelerdir? (3) Türkiye, yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik sistemine entegrasyonunu hızlandırırken doğal gaz bağımlılığını stratejik olarak nasıl yönetebilir? Çalışma, doğal gazın Türkiye elektrik sektöründeki tarihsel ve güncel rolünün kapsamlı bir değerlendirmesini sunmayı, ekonomik ve çevresel etkilerini analiz etmeyi ve enerji güvenliğini artırmak, maliyet etkinliğini artırmak ve daha temiz enerji kaynaklarına sürdürülebilir bir geçişi desteklemek için politika önerileri sunmayı amaçlamaktadır. Bu hedefler aracılığıyla çalışma hem politika yapıcılar hem de gelişmekte olan ekonomilerdeki enerji dönüşümleri üzerine daha geniş akademik söylem için önemli bilgiler sunmayı amaçlamaktadır.

Bu araştırmanın kapsamı, Türkiye'de elektrik üretiminde doğal gaz kullanımının incelenmesiyle sınırlıdır. Tarihsel eğilimleri, mevcut kullanım modellerini ve gelecekteki olası gelişmeleri ele alarak ekonomik, çevresel ve politika boyutlarına odaklanmaktadır. Çalışma, kömür veya petrol gibi diğer fosil yakıtları kapsamamakta ve doğal gaz kullanımının kapsamlı bir küresel karşılaştırmasını yapmamaktadır. Sınırlamalar arasında, veri bulunabilirliğindeki potansiyel boşluklar, uluslararası doğal gaz fiyatlarındaki dalgalanmalar ve politika önerilerini etkileyebilecek hızla gelişen yenilenebilir enerji teknolojileri yer almaktadır. Bu sınırlamalara rağmen, çalışma, Türkiye'nin elektrik sektöründeki doğal gazın odaklı ve titiz bir analizini sunarak hem ulusal enerji planlaması hem de akademik araştırmalar için uygulanabilir içgörüler sunmaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümünde literatür taraması, üçüncü bölümünde doğal gazın ekonomik ve çevresel etkileri, dördüncü bölümünde Türkiye'de doğal gazın gelişimi ve elektrik kullanımındaki etkisi sunulmaktadır. Beşinci bölümde Türkiye'nin enerji üretiminde doğal

gazın yeri belirlenen temel dinamikler kapsamında tartışılmaktadır. Son bölümde ise politika çıkarımları ve sonuç bölümü yer almaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Türkiye'de elektrik üretiminde doğal gazın payındaki artış, kısa vadede enerji arz güvenliğini desteklerken, uzun vadede dışa bağımlılığı artırarak enerji güvenliği açısından yapısal riskler oluşturmaktadır. Konak (2019), doğal gaz tüketiminin %99'dan fazlasının ithalat yoluyla karşılanmasının enerji arz güvenliği açısından ciddi riskler oluşturduğunu belirtmektedir. Birol (2020), Türkiye'nin kısa vadede doğal gaz arz güvenliğini politik açıdan etkin biçimde yönettiğini, ancak bu durumun uzun vadeli dışa bağımlılık risklerini ortadan kaldırmadığını ifade etmektedir. Taşçı ve Sönmüş (2021) ise elektrik üretiminde doğal gazın yaklaşık %90 oranında ithalata dayalı olmasının sürdürülebilir bir yapı sunmadığını vurgulamaktadır. Aydın (2022), Türkiye'de enerji talebinin sürekli arttığını, ancak yerli kaynakların sınırlı olması nedeniyle dışa bağımlılığın yükseldiğini ortaya koymaktadır.

Doğal gaz fiyatlarındaki dalgalanmalar, Türkiye'de elektrik fiyatları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir etki yaratmaktadır. Çetintaş vd. (2018), elektrik fiyat endeksindeki değişimlerin konjonktürel dalgalanmalar üzerinde diğer enerji fiyatlarına kıyasla daha güçlü etkiler yarattığını ortaya koymuştur. Zakeri vd. (2023) ile Li vd. (2025), pandemi süreci ve Rusya–Ukrayna savaşı sonrasında artan elektrik fiyatlarının fosil yakıtlara olan bağımlılığı daha görünür hâle getirdiğini vurgulamaktadır. Bu çalışmalar, doğal gaz fiyat şoklarının elektrik piyasalarında fiyat istikrarını bozucu bir etki yarattığını ve enerji piyasalarının kırılganlığını artırdığını göstermektedir.

Elektrik üretiminde doğal gaza bağımlılığın artması, cari açık ve ekonomik büyüme kanalları üzerinden makroekonomik kırılganlığı artırmaktadır. Konak (2019), yüksek doğal gaz ithalatının enerji maliyetlerini artırarak ekonomik büyüme üzerinde olumsuz etkiler yarattığını belirtmektedir. Çetinkaya (2019) ise enerji ithalatına dayalı yapının enerji güvenliğini bir ulusal güvenlik meselesi haline getirdiğini vurgulayarak bu kırılganlığın makroekonomik boyutuna dikkat çekmektedir. Ataş ve Güler (2020), fosil yakıt tüketimi ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir ilişki bulunduğunu ve petrol ile doğal gaz tüketiminin ekonomik büyümeyi tek yönlü olarak etkilediğini ortaya koymuştur.

Yenilenebilir enerji kapasitesindeki artış, doğal gazın baz yük üretimindeki rolünü azaltırken, sistemde dengeleyici bir kaynak olarak önemini artırmaktadır. Bu bağlamda enerji dönüşümü sürecinde doğal gazın ikame değil tamamlayıcı bir rol üstlenmektedir. Gündüz ve Ataş (2020), doğal gazdan elektrik üretimi ile yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi arasında ters yönlü bir ilişki tespit ederek doğal gazın payının azaltılmasının yenilenebilir üretimi teşvik edebileceğini göstermektedir. Akgül ve Gözen (2020), enerji kaynağı tercihlerinin yalnızca ekonomik değil, çevresel ve sosyal boyutlarıyla da ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Taşçı ve Sönmüş (2021) ise rüzgâr ve hidroelektrik üretimdeki artışa rağmen toplam elektrik talebinin karşılanamadığını ve bu nedenle doğal gazın dengeleyici rolünü sürdürdüğünü ortaya koymaktadır.

Doğal gaz tedarikine ilişkin jeopolitik riskler, Türkiye'nin elektrik üretim kompozisyonunu çeşitlendirmeye yönelik politikalarını hızlandırmaktadır. Erkal (2018), enerji güvenliğini küresel rekabet, jeopolitik riskler ve enerji nakil hatları bağlamında ele alarak fosil yakıtlara dayalı bağımlılığın stratejik riskler yarattığını vurgulamaktadır. Konak (2019), Türkiye'nin doğal gaz tedarikinde Rusya'ya olan bağımlılığının önemli bir kırılganlık oluşturduğunu belirtmektedir. Hatipoğlu (2019), enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve uluslararası iş birliğinin güçlendirilmesinin enerji güvenliği açısından kritik öneme sahip olduğunu ifade etmektedir.

Doğal gaz, kömür ve petrol gibi fosil yakıtlara kıyasla daha düşük karbon yoğunluğuna sahip olsa da elektrik üretiminde yüksek paya sahip olması uzun vadeli iklim hedefleriyle çelişmektedir. Aydın (2022), Paris Anlaşması kapsamında çevresel sorumlulukların enerji

politikalarında giderek daha belirleyici hâle geldiğini belirtmektedir. Zakeri vd. (2023) ile Li vd. (2025), karbon fiyatlandırması ve yenilenebilir enerji desteklerinin fosil yakıt bağımlılığını azaltmaya yönelik temel politika araçları olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda literatür, doğal gazın kısa vadede emisyonları azaltıcı bir rol oynasa da uzun vadede sürdürülebilir bir çözüm sunmadığına işaret etmektedir.

Elektrik ve doğal gaz piyasaları arasındaki entegrasyon düzeyi, doğal gazın elektrik üretimindeki stratejik önemini ve yatırım fizibilitesini belirleyen temel unsurlardan biridir. Ehsan ve Preece (2025), gaz ve elektrik sistemleri arasındaki entegrasyonun artmasının sistem güvenilirliği ve esnekliği üzerinde belirleyici etkiler yarattığını göstermektedir. Kanta vd. (2025) ise Türkiye için geliştirilen entegre model kapsamında gaz yakıtlı elektrik santrali yatırımlarının fizibilitesinin büyük ölçüde piyasa entegrasyonu düzeyine bağlı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgular, enerji dönüşüm sürecinde piyasa uyumunun yatırım kararları açısından kritik rol oynadığını göstermektedir.

Türkiye'de elektrik talebinin hızlı artışı, doğal gaz santrallerini kısa vadede vazgeçilmez bir üretim kaynağı haline getirmektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde enerji talep artışı üretim yapısını belirlemektedir. Aydın (2022), artan enerji talebinin yerli kaynaklarla karşılanamadığını ve bu durumun doğal gazın önemini artırdığını ortaya koymaktadır. Taşçı ve Sönmüş (2021), yenilenebilir üretimde yaşanan artışa rağmen toplam elektrik ihtiyacının karşılanamadığını ve doğal gazın sistem esnekliği açısından kritik bir rol üstlendiğini göstermektedir. Bu bulgular, doğal gazın kısa vadede elektrik arz güvenliği açısından vazgeçilmez bir kaynak olmaya devam ettiğini ortaya koymaktadır.

3.DOĞAL GAZIN EKONOMİK VE ÇEVRESEL ETKİLERİ

Doğal gaz, çağdaş enerji sistemlerinde ayrıcalıklı bir konuma sahiptir. Esnek enerji üretimi sağlaması, endüstri için hammadde görevi görmesi ve kömür ve petrole kıyasla birçok ulusal karbonsuzlaştırma stratejisinde bir geçiş yakıtı olarak yer alması doğalgazın dikkat çekici özellikleridir. Küresel olarak doğal gaz, elektrik üretiminin yaklaşık dörtte birini karşılamakta ve özellikle sınırlı yerli petrol veya kömür kaynaklarına sahip ülkeler için enerji güvenliği ve endüstriyel girdilerin temel taşı olmaya devam etmektedir (EIA, 2023).

Ekonomik açıdan doğal gaz, ölçülebilir birçok fayda sağlamaktadır. İlk olarak, gaz yakıtlı enerji üretiminin operasyonel esnekliği — yani üretimin hızlı biçimde artırılıp azaltılabilmesi — değişken yenilenebilir enerji kaynaklarını tamamlayarak sistem entegrasyon maliyetlerini düşürmekte ve pek çok enerji sisteminde tepe talebi karşılayan bir kapasite unsuru olarak önemli bir rol oynamaktadır (IEA, 2023). Bu esneklik, elektrik sistemi işletmesinin genel maliyetini düşürebilmekte ve pahalı yedek kapasite ihtiyacını azaltabilmektedir.

İkinci olarak, doğal gaz piyasaları hem boru hatları hem de sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) aracılığıyla, ithalatçı ve ihracatçıların ödemeler dengesi pozisyonlarını etkileyen önemli ticaret akışları yaratmaktadır. Örneğin, Türkiye 2023 yılında yaklaşık 50 milyar metreküp (bcm) doğal gaz tüketmiş ve bunun büyük bir kısmını boru hatları ve LNG terminalleri aracılığıyla ithal etmiştir. Bu durum, Türkiye'nin mali ve ticaret dengesi üzerindeki etkilerini vurgulamaktadır (EPDK, 2024). Küresel gaz fiyatları oldukça dalgalı olduğundan, bu bağımlılık ulusal ekonomileri enflasyonist baskılara ve cari açıklara maruz bırakmaktadır (IEA, 2023; EPDK, 2024).

Üçüncüsü, gaz sektörü istihdam yaratmakta ve gübre, kimyasal madde ve ağır sanayi gibi alt sektörleri canlandırmaktadır. Ancak, net makroekonomik etki fiyat istikrarına, sözleşme yapılarına (uzun vadeli veya spot) ve yurt içi katma değere (Dünya Bankası, 2023) bağlıdır. Ayrıca, ithal gaza bağımlılığın devam etmesi, özellikle gelişmekte olan ve ithalata bağımlı ekonomiler için jeopolitik ve döviz kuru şoklarına karşı kırılganlığı artırmaktadır (IEA, 2023).

Çevresel açıdan bakıldığında, doğal gazın yanması, özellikle kombine çevrimli gaz türbini santrallerinde kullanıldığında, kilovatsaat başına kömür yakıtlı elektriğe kıyasla yaklaşık %50-60 daha az karbondioksit (CO_2) yaymaktadır (IEA, 2023; EIA 2024). Bu verimlilik avantajı,

bazı ülkelerin kömürden gaza geçerken enerji sektöründeki karbon yoğunluğunu azaltmalarına olanak sağlamıştır. Ancak, doğal gazın iklim üzerindeki etkileri tüm yaşam döngüsü boyunca değerlendirilmelidir. Doğal gazın temel bileşeni olan metan (CH_4), 20 yıllık bir dönemde CO_2'den yaklaşık 84 kat, 100 yıllık bir dönemde ise 28-34 kat daha fazla küresel ısınma potansiyeline sahip güçlü bir sera gazıdır (IPCC, 2021). Sonuç olarak, üretim, işleme, iletim ve dağıtım sırasında metan sızıntıları, daha düşük CO_2 emisyonlarının iklim üzerindeki olumlu etkilerini önemli ölçüde telafi edebilir, hatta tersine çevirebilir (IPCC, 2021; IEA, 2023). Bu nedenle, akış yukarısı ve akış ortası metan emisyonlarının etkili bir şekilde azaltılması, doğal gazın enerji dönüşümünde gerçek bir köprü görevi görmesini sağlamak için kritik öneme sahiptir. Ayrıca, doğal gazın yanması, hava kirliliğine ve olumsuz sağlık sonuçlarına katkıda bulunan azot oksitler (NO_x) ve eser miktarda kükürt dioksit (SO_2) ve partiküller salmaktadır (DSÖ, 2022). Kömürün gazla değiştirilmesi kükürt ve partikül emisyonlarını azaltsa da gazlı cihazlar ve enerji santralleri kentsel NO_x emisyonlarının kaynakları olmaya devam etmekte ve yoğun nüfuslu bölgelerde sağlık riskleri oluşturmaktadır (EPA, 2023).

Kanıtlar, metan ve hava kirliliği kontrollerinin uygulanması koşuluyla, kömürün düşük sızıntılı doğal gazla değiştirilmesinin kısa vadeli karbon yoğunluğunu azaltabileceğini ve hava kalitesini iyileştirebileceğini göstermektedir (IEA, 2023). Bununla birlikte, uzun vadeli iklim nötrlüğü hedefleri, yenilenebilir enerji kaynakları, hidrojen ve karbon yakalama teknolojileri gibi sıfır karbonlu enerji kaynaklarına geçişi gerektirmektedir (IPCC, 2021). Türkiye gibi enerji ithal eden ülkeler için, tedarik yollarının stratejik olarak çeşitlendirilmesi, fiyat oynaklığına karşı korunma ve yenilenebilir altyapıya yatırım, ekonomik verimlilik ile çevresel sürdürülebilirliği dengelemek için hayati önem taşımaktadır (EPDK, 2024).

Sonuç olarak, doğal gaz, esneklik, endüstriyel kullanım ve kömüre kıyasla azaltılmış yanma emisyonları sayesinde önemli ekonomik faydalar sunmaktadır. Ancak bu faydalar koşulludur: yaşam döngüsü boyunca metan sızıntıları, hava kirliliği etkileri ve küresel fiyat ve jeopolitik oynaklıklara maruz kalma, uzun vadeli sürdürülebilirliğini sınırlamaktadır. Bu nedenle, politika yapıcılar doğal gazın ekonomik avantajlarını çevresel ve iklim hedefleriyle uyumlu hale getirmek için sıkı metan kontrolü, daha temiz yanma teknolojileri ve net karbonsuzlaştırma yollarını entegre etmelidir (IPCC, 2021; IEA, 2023).

4.TÜRKİYE'DE DOĞAL GAZIN KULLANIMI VE ELEKTRİK ÜRETİMİNDEKİ ROLÜ

Doğal gaz, 1980'lerden bu yana Türkiye'nin enerji stratejisinin önemli bir bileşeni olmuştur. Doğal gaz kullanımına yönelik ilk önemli adım, 1987 yılında doğal gaz ithalatının başlamasını sağlayan BOTAŞ (Petrol Boru Hatları ile Taşıma Anonim Şirketi) ve Soyuzgazexport (SSCB) arasında 1986 yılında imzalanan anlaşmadır (Fiva Enerji, 2023). Türkiye, 1988 yılında Cezayir ile Sıvılaştırılmış Doğal Gaz (LNG) alım anlaşması imzalayarak enerji kaynaklarını çeşitlendirmiş, ardından 1995 yılında Nijerya ile bir anlaşma daha imzalamıştır (Fiva Enerji, 2023).

2000'li yıllar önemli altyapı gelişmelerine sahne olmuştur. 2003 yılında Rusya ile 25 yıllık bir anlaşma olan Mavi Akım boru hattı faaliyete geçerek Türkiye'nin doğal gaz ithalat kapasitesini artırmıştır (Fiva Enerji, 2023). Türkiye, aynı dönemde doğal gaz piyasasını serbestleştirmeye başlayarak 2004 yılında iletim şebekesini üçüncü taraf erişimine açmış ve bu hamle sonraki yıllarda hız kazanmıştır (Fiva Enerji, 2023).

Türkiye, son yıllarda enerji çeşitliliği ve güvenliği konusunda önemli adımlar atmaktadır. 2020 yılında keşfedilen Sakarya Gaz Sahası, 2023 yılında üretime başlamış ve 2028 yılına kadar en yüksek üretime ulaşması planlanmaktadır (Reuters, 2025). Ayrıca, Mayıs 2025'te Türkiye, Karadeniz'de 75 milyar metreküp olarak tahmin edilen ve yaklaşık 3,5 yıllık evsel gaz ihtiyacını karşılaması beklenen yeni bir doğal gaz rezervi keşfettiğini duyurmuştur (Reuters, 2025). Bu gelişmeler, Türkiye'nin enerji güvenliğini artırma, ithalata bağımlılığı azaltma ve bölgesel

enerji alanında önemli bir oyuncu olarak konumlanma yönündeki devam eden çabalarının altını çizmektedir.

1980'lerin sonlarından bu yana doğal gaz, Türkiye'nin elektrik üretim faaliyetlerinin yeniden şekillenmesinde önemli bir rol oynamıştır. Doğal gazın elektrik üretimine girişi, kombine çevrim gaz türbini (CCGT) santrallerinin kurulması ve 2003 yılında faaliyete geçen Mavi Akım gibi önemli boru hatlarının inşası gibi altyapı gelişmeleriyle 1987 yılında başlamıştır (Şefik, 2015). Bu gelişmeler, kömür ve petrol bazlı üretimden daha verimli ve daha temiz bir doğal gaz yakıtlı elektrik üretim sistemine geçişi kolaylaştırmıştır.

2000'li yılların başında Türkiye elektrik piyasasının serbestleşmesi bu dönüşümü daha da hızlandırmıştır. Üretim, iletim ve dağıtım faaliyetlerinin ayrıştırılması ve rekabetçi elektrik fiyatlandırma mekanizmalarının getirilmesi gibi piyasa reformları, özel yatırımları çekmiş ve elektrik sektörünün genel verimliliğini artırmıştır (Özkıvrak, 2005).

Ekonomik açıdan doğal gaz, Türkiye'nin elektrik üretimine önemli bir katkı sağlamış ve 2023 yılında toplam elektrik üretiminin yaklaşık %28'ini oluşturmuştur (EPDK, 2023). Bu değişim, elektrik arzının güvenilirliğini ve esnekliğini artırmış ve yenilenebilir enerji kaynaklarının düşük olduğu dönemlerde istikrarlı bir yedek sağlayarak yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonunu desteklemiştir.

Çevresel açıdan, doğal gazın benimsenmesi, kömür ve petrol bazlı üretime kıyasla sera gazı emisyonlarında bir azalmaya yol açmıştır. Ancak, Türkiye'nin ithal doğal gaza olan yoğun bağımlılığı (2023 yılında toplam tüketiminin yaklaşık %90'ı Rusya, Azerbaycan ve İran'dan sağlanmıştır), ülkeyi arz risklerine ve fiyat oynaklığına maruz bırakmakta ve bu da çeşitlendirme ve enerji güvenliği stratejilerine olan ihtiyacı vurgulamaktadır (BOTAŞ, 2023).

Sonuç olarak, Türkiye'nin elektrik sektörünün doğal gaz entegrasyonu yoluyla dönüşümü, teknolojik ilerlemeleri, piyasa reformlarını ve stratejik politika kararlarını içeren çok yönlü bir süreç olmuştur. Bu geçiş, verimlilik ve çevresel performansta önemli iyileştirmeler sağlarken, aynı zamanda enerji güvenliğiyle ilgili devam eden zorlukları ve enerji kaynaklarının sürekli çeşitlendirilmesi ihtiyacını da vurgulamaktadır.

5.TÜRKİYE ENERJİ SEKTÖRÜNDE DOĞAL GAZIN ROLÜ: EKONOMİK VE STRATEJİK BOYUTLAR

Türkiye’nin enerji sektörü, ekonomik büyümenin sürdürülebilirliği açısından stratejik bir öneme sahiptir. Bu çerçevede doğal gaz hem sanayi hem de elektrik üretiminde kilit bir enerji kaynağı olarak öne çıkmaktadır. Ancak, bu kaynağın yoğun biçimde ithalata dayalı olması, dış ticaret dengesinde ve cari açık üzerinde belirleyici etkiler yaratmaktadır. Dolayısıyla ithalat bağımlılığı yalnızca ekonomik kırılganlıkları artırmakla kalmayıp, enerji güvenliğine yönelik riskleri de beraberinde getirmektedir. Bununla birlikte, uluslararası enerji piyasalarındaki fiyat dalgalanmaları iç piyasada elektrik tarifelerini doğrudan etkilemekte ve hanehalkı ile sanayi maliyetleri üzerinde baskı oluşturmaktadır. Bu risklerin yönetilebilmesi amacıyla devlet politikaları, stratejik planlar ve yerli enerji üretimini artırmaya yönelik hedefler etrafında şekillenmektedir. Dolayısıyla bu bölümde, Türkiye’nin enerji dönüşümünde doğal gazın rolü, söz konusu dört temel dinamik üzerinden sistematik biçimde incelenecektir.

5.1. İthalat bağımlılığı ve cari açık

Türkiye'nin enerji yapısı, toplam iç tüketimin %95'inden fazlasını oluşturan ithal doğal gaza yüksek düzeyde bağımlılık göstermektedir (EPDK, 2024). Bu yapısal bağımlılığın önemli makroekonomik etkileri bulunmaktadır. Doğal gaz ithalatı büyük ölçüde döviz cinsinden gerçekleştiğinden, küresel fiyatlardaki dalgalanmalar Türkiye'nin cari işlemler dengesini ve döviz rezervlerini doğrudan etkilemektedir. Jeopolitik aksaklıkların ardından 2022 yılında küresel gaz fiyatlarındaki keskin artış, Türkiye'nin enerji ithalat faturasının önemli ölçüde artmasına ve son on yılın en yüksek cari açıklarından birine yol açmıştır (TCMB, 2023).

Bu dinamikler, dışa enerji bağımlılığı ile makroekonomik kırılganlık arasındaki yakın ilişkiyi vurgulamaktadır. Küresel enerji fiyatlarının yükseldiği dönemler, cari açığı genişletmekle

kalmayıp aynı zamanda enflasyonu ve para biriminin değer kaybını da hızlandırmaktadır (TCMB, 2023). Sonuç olarak, gaz ithalat hacimleri ve fiyatlarının yönetimi, Türkiye'nin genel makroekonomik ve enerji politikasının kritik bir unsuru olmaya devam etmektedir (Dünya Bankası, 2023).

5.2. Enerji güvenliğine yönelik riskler

Türkiye'nin Avrupa, Asya ve Orta Doğu'nun kesişim noktasındaki coğrafi konumu, çeşitli tedarik rotalarına erişim sağlamaktadır; ancak ithalat kaynaklarının yoğunlaşması nedeniyle enerji güvenliği riskleri devam etmektedir. Türkiye'nin boru hattı gaz ithalatının büyük kısmı Rusya, İran ve Azerbaycan'dan kaynaklanmakta ve bu da sistemi jeopolitik ve teknik tedarik risklerine maruz bırakmaktadır (IEA, 2023; ETKB, 2024). Türkiye, Marmara Ereğlisi, Egegaz Aliağa'daki LNG terminalleri ve Dörtyol ve Saros'taki yüzer depolama ve yeniden gazlaştırma üniteleri (FSRU'lar) aracılığıyla ithalat altyapısını çeşitlendirmiş olsa da genel bağımlılık oranı yüksek kalmaktadır (EPDK, 2024).

Türkiye buna karşılık olarak ikili bir enerji güvenliği stratejisi benimsemektedir: tedarikçilerin uzun vadeli çeşitlendirilmesi ve yerli kaynakların geliştirilmesi. Karadeniz'de yaklaşık 710 milyar metreküp olduğu tahmin edilen Sakarya gaz sahasının keşfi, ithalat bağımlılığını azaltmada potansiyel bir dönüm noktası teşkil etmektedir (Reuters, 2023). Ancak, bu rezervlerin sürdürülebilir üretime dönüştürülmesi önemli yatırım, teknolojik kapasite ve birkaç yıllık aşamalı geliştirme gerektirecektir (ETKB, 2024).

5.3. Fiyat dalgalanması ve elektrik tarifeleri

Küresel gaz fiyat dalgalanmaları, doğal gazın termik santrallerin ana yakıtı olmaya devam etmesi ve toplam elektrik üretiminin yaklaşık üçte birini oluşturması nedeniyle Türkiye'nin elektrik üretim maliyetlerini doğrudan etkilemektedir (EPDK, 2024). Uluslararası gaz fiyatları yükseldiğinde, üretimin marjinal maliyeti yükselir ve toptan elektrik fiyatları ve perakende tarifeleri üzerinde yukarı yönlü baskı oluşturur (IEA, 2023).

Uygulamada, Türkiye, haneleri ve sanayileri fiyat şoklarından korumak için sık sık düzenlenmiş tarifeler veya geçici sübvansiyonlar yoluyla müdahale etmektedir. Bu yaklaşım, tüketicileri kısa vadede korurken, aynı zamanda kamu bütçelerine önemli bir mali yük getirmekte ve piyasa sinyallerini bozmaktadır (Dünya Bankası, 2023). Dahası, tarifelerin uzun süreli olarak baskılanması, verimlilik ve yenilenebilir alternatiflere yatırım teşviklerini azaltarak ithal gaza bağımlılığı artırabilir.

5.4. Stratejik planlar ve yerli enerji hedefleri

Türkiye'nin uzun vadeli enerji politikası, çeşitlendirme ve yerli üretim yoluyla doğal gaz bağımlılığını azaltmayı amaçlamaktadır. Ulusal Enerji ve Madencilik Politikası üç ana sütuna öncelik vermektedir: (i) arz kaynaklarının ve sözleşme türlerinin çeşitlendirilmesi, (ii) depolama ve LNG altyapısının güçlendirilmesi ve (iii) ithal yakıtların yerine yerli yenilenebilir enerji kapasitesinin artırılması (ETKB, 2024).

Bu bağlamda, Türkiye, elektrik üretiminde doğal gaz kullanımını azaltırken, yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam kurulu kapasitedeki payını 2035 yılına kadar %65'e çıkarmayı hedeflemektedir (IEA, 2023). Rüzgâr, güneş ve hidroelektrik projelerine devam eden yatırımlar, kapasite mekanizmaları ve garantili tarife sistemleriyle desteklenmektedir. Bu arada, Karadeniz gaz sahasının hızlandırılmış gelişiminin yeni LNG tedarik stratejileriyle bir araya gelmesinin kısa vadeli arz güvenliğini güçlendirmesi beklenmektedir (Reuters, 2023; EPDK, 2024).

Ancak bu hedeflere ulaşmak, enerji politikasının Paris Anlaşması kapsamındaki mali disiplin, düzenleyici istikrar ve iklim taahhütleriyle uyumlu hale getirilmesini gerektirmektedir. Yerli gaz sektöründe etkili metan yönetiminin sağlanması ve sıfır karbon teknolojilerinin entegre edilmesi, enerji güvenliği ile sürdürülebilirlik arasında denge kurmak için elzem olacaktır (IEA, 2023).

Türkiye'nin ithal doğal gaza olan bağımlılığının derin ekonomik ve stratejik etkileri bulunmaktadır. Yakıt, esneklik ve güvenilirlik açısından kısa vadeli avantajlar sunarken, ithalat

odaklı yapısı dış şoklara ve mali baskılara maruziyeti artırmaktadır. Yerli üretimi genişleten, tedarik yollarını çeşitlendiren ve yenilenebilir enerji dağıtımını hızlandıran politikalar hem makroekonomik kırılganlığı hem de çevresel riski azaltmak için hayati önem taşımaktadır. Sonuç olarak, yerel kaynak geliştirme, güçlü düzenleyici kurumlar ve sürdürülebilir finansmana dayalı dengeli bir geçiş, Türkiye'nin değişken küresel enerji ortamındaki dayanıklılığını belirleyecektir (IEA, 2023; TCMB, 2023; ETKB, 2024).

6. POLİTİKA ÇIKARIMLARI VE SONUÇ

Türkiye'nin güvenli, çeşitlendirilmiş ve düşük karbonlu bir elektrik sistemine geçişi, doğal gaz politikasını daha geniş yenilenebilir enerji ve iklim hedefleriyle bütünleştiren dengeli bir yaklaşım gerektirmektedir. Doğal gaz, elektrik üretiminde geçişken bir rol oynamaya devam ettiğinden, politika yapıcılar hem enerji arzında bir dengeleyici hem de uzun vadeli karbonsuzlaşmanın önünde potansiyel bir engel olarak doğal gazın ikili yapısını ele almalıdır (IEA, 2023).

İlk olarak, enerji güvenliğinin artırılması bir öncelik olmaya devam etmelidir. Türkiye'nin ithal doğal gaza, özellikle Rusya, İran ve Azerbaycan'dan bağımlılığı, ülkeyi jeopolitik ve fiyat risklerine karşı savunmasız hale getirmektedir. Bu nedenle, ithalat kaynaklarının çeşitlendirilmesi, LNG altyapısının genişletilmesi ve Karadeniz gaz sahasının geliştirilmesi, stratejik kırılganlığın azaltılmasına yönelik önemli adımlardır (ETKB, 2024). Bu çabalara, gaz depolama kapasitesini iyileştirmek ve arz esnekliğini güçlendirmek için bölgesel iş birliği eşlik etmelidir.

İkinci olarak, 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi ile uyumlu hale gelmek için doğal gaz politikalarının emisyon azaltma mekanizmalarıyla bütünleştirilmesi gerekmektedir. Karbon fiyatlandırmasının getirilmesi, metan sızıntısı izlemesinin geliştirilmesi ve karbon yakalama, kullanım ve depolama (CCUS) teknolojilerine yatırım yapılması, gaz bazlı elektrik üretiminin Türkiye'nin iklim taahhütleriyle uyumlu kalmasını sağlayabilir (Dünya Bankası, 2023; IEA, 2023).

Son olarak, Türkiye sürdürülebilir enerji bağımsızlığına ulaşmak için teknolojik ve kurumsal inovasyona öncelik vermelidir. Doğal gaz altyapısının hidrojen üretimi, biyogaz ve yenilenebilir enerjiye dayalı hibrit sistemlerle entegre edilmesi, esnekliği artıracak ve enerji sektörünü küresel karbonsuzlaştırma trendleriyle uyumlu hale getirecektir. Ayrıca, öngörülebilir tarife garantileri ve yatırım teşvikleri gibi tutarlı uzun vadeli politika çerçeveleri, özel sektör katılımını çekmek ve enerji dönüşümünün ivmesini korumak için kritik öneme sahiptir (ETKB, 2024).

Özetle, Türkiye'nin enerji politikasının stratejik yönü, bağımlılığı yönetmekten dönüşümü yönetmeye doğru evrilmelidir. İthal fosil yakıtlı enerjiden yerli kaynaklı ve yenilenebilir enerjiyle çalışan sistemlere kademeli ve kararlı bir geçiş, Türkiye'nin enerji egemenliğini güçlendirirken ekonomik dayanıklılığı ve çevresel sürdürülebilirliği de sağlayacaktır.

Sonuç olarak, bu çalışma, doğal gazın Türkiye’nin elektrik üretimindeki tarihsel önemini, güncel rolünü ve kademeli gerileme sürecini bütüncül bir çerçevede değerlendirmiştir. Bulgular, doğal gazın yüksek verimliliği ve esnekliği sayesinde uzun süre enerji arz güvenliğini desteklediğini, ancak çevresel baskılar ve piyasa dinamikleri nedeniyle bu konumun giderek zayıfladığını göstermektedir. Yenilenebilir enerji teknolojilerinin hızla yaygınlaşması, doğal gazın geçiş yakıtı rolünü yeniden tanımlamaktadır. Çalışma, bu dönüşümün ekonomik, çevresel ve politik boyutlarını irdeleyerek enerji sistemindeki yapısal değişimi ortaya koymaktadır. Sonuçta Türkiye’nin enerji stratejisinin, sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu biçimde enerji portföyünü çeşitlendirme ve karbon yoğunluğunu azaltma yönünde evrildiği tespit edilmiştir.

KAYNAKÇA

BOTAŞ Petrol Boru Hatları Anonim Şirketi. (2023). *2023 faaliyet raporu*. BOTAŞ.

Birol, Y. E. (2021). Doğal gaz arz güvenliği açısından Avrupa Birliği ülkeleri ve Türkiye üzerine karşılaştırmalı bir analiz. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 44, 451–467.

Çetinkaya, Ş. (2019). Türkiye'nin enerji güvenliğinin sağlanması: Bir ulusal güvenlik meselesi. *Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergi*, 43, 208–215. https://doi.org/10.17498/kdeniz.575446

Çetintaş, H., Bicil, İ. M., & Türköz, K. (2018). The relationship between business cycle and energy prices in Turkey. *Anemon Muş Alparslan University Journal of Social Sciences*, 6(ICEESS'18), 75–81.

Dünya Bankası. (2023). *Küresel gaz piyasaları ve ekonomik etkileri*. Dünya Bankası Grubu.

Dünya Sağlık Örgütü. (2022). *Hava kirliliği ve sağlık: Küresel inceleme 2022*. Dünya Sağlık Örgütü.

Ehsan, A., & Preece, R. (2025). Modelling the impacts of large-scale heat electrification on interdependent gas and electricity networks: A probabilistic approach. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 172, 111325. https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2025.111325

Ekin, Ü. E. (2025). Stratejik enerji kaynakları ve enerji güvenliği. *Sustainability with Climate and Energy*, 3(1).

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu. (2023). *Elektrik piyasası raporu 2023*. EPDK Yayınları.

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu. (2024). *Doğal gaz piyasası raporu 2024*. EPDK Yayınları.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2024). *Faaliyet raporu 2024*. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yayınları.

Erkal, H. Y. (2018). Enerji güvenliğine yönelik tehditler ve enerji güvenliği politikalarındaki değişim. *Ahi Evran Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2(2), 63–78.

Fiva Enerji. (2023). *Doğal gaz piyasasının tarihi*. https://fivaenerji.com.tr/history-of-the-natural-gas-market

Gündüz, S., & Ataş, H. (2020). Türkiye'de doğalgaz ile yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik arasındaki ilişki: 2009:01–2019:08. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 55(4).

Hatipoğlu, E. (2019). *Enerji güvenliği* (Güvenlik Yazıları Serisi No. 44). Uluslararası İlişkiler Konseyi.

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). *Climate change 2021: The physical science basis*. Cambridge University Press.

International Energy Agency. (2023). *World energy outlook 2023*. IEA.

Kanta, M., Tsimopoulos, E. G., Dimitriadis, C. N., & Georgiadis, M. C. (2025). Strategic investments and portfolio management in interdependent low-carbon electricity and natural gas markets. *Computers & Chemical Engineering*, 192, 108885. https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2024.108885

Konak, A. (2019). Türkiye'nin doğal gaz bağımlılığı ve alternatif enerji kaynakları üretiminin gerekliliği. *Uluslararası Afro-Avrasya Araştırmaları Dergisi*, 4(7), 196–209.

Li, H., Duan, H., Song, Y., & Wang, X. (2025). A novel conformable fractional logistic grey model and its application to natural gas and electricity consumption in China. *Renewable Energy*, 243, 122591. https://doi.org/10.1016/j.renene.2025.122591

OECD. (1979). *The impact of the newly industrialising countries on production and trade in manufactures*. OECD.

Özkıvrak, Ö. (2005). Electricity restructuring in Turkey. *Energy Policy*, 33(10), 1339–1350. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2003.12.006

Reuters. (2023, September). Turkey announces new Black Sea gas discovery. https://www.reuters.com

Reuters. (2025, May 17). Turkey finds new natural gas reserve in Black Sea, Erdogan says. https://www.reuters.com/business/energy/turkey-discovers-new-75-bcm-natural-gas-reserve-black-sea-erdogan-says-2025-05-17

Şefik, S. (2015). An analysis of the current and future use of natural gas-fired power plants in meeting electricity energy needs: The case of Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 572–586. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.102

Taşçı, H., & Sönmüş, A. (2021). Küresel ısınma, hidroelektrik ve rüzgâr enerji üretimindeki artışın doğal gaz ithalatına etkileri: Türkiye örneği. *Uluslararası Ticaret ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 46–49.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2025). *Kaynağına göre elektrik üretimi ve kurulu güç dağılımı*. Erişim tarihi: 20 Kasım 2025. Erişim linki: https://enerji.gov.tr/infobank-energy-electricity

Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası. (2023). *2023 ödemeler dengesi raporu*. TCMB Yayınları.

U.S. Energy Information Administration. (2024). *International energy statistics*. U.S. Department of Energy.

U.S. Environmental Protection Agency. (2023). *Integrated science assessment for oxides of nitrogen*. U.S. EPA.

Zakeri, B., Staffell, I., Dodds, P. E., Grubb, M., Ekins, P., Jääskeläinen, J., Cross, S., Helin, K., & Castagneto Gissey, G. (2023). The role of natural gas in determining electricity prices in Europe. *Energy Reports*, 10, 2778–2792. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2023.08.090

ABİYOTİK STRES KOŞULLARINDA BİTKİLERİN MOLEKÜLER DÜZEYDE YANIT MEKANİZMALARI

Ümit Haydar EROL
Kilis 7 Aralik University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, 79000, Kilis
ORCID: 0000-0001-6126-5844
Berna Ergun ÇETİN
Kilis 7 Aralik University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, 79000, Kilis
ORCID:0000-0002-6399-0916
Soner ÖNDER
Malatya Turgut Özal University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, 44000, Malatya
ORCID: 0000-0002-3798-8660

ÖZET
Küresel iklim değişikliği, tarım alanlarının çeşitli amaçlar için yanlış kullanımı ve bilinçsiz sulama, gübreleme ve ilaçlama faaliyetleri bitki üretimini olumsuz etkiler. Abiyotik stresler, bitkilerde büyüme ve gelişmeyle ilgili fizyolojik süreçler (çiçeklenme, fotosentez, solunum ve besin alımı) üzerindeki etkileri nedeniyle bitki üretiminin verimini ve kalitesini olumsuz etkiler. Bu çalışma, tuzluluk, kuraklık, aşırı soğuk ve sıcaklık ve ağır metaller gibi abiyotik stres koşulları altında bitkilerin geliştirdiği moleküler yanıt mekanizmalarının analizine odaklanmıştır. Bu stres faktörleri, membran hasarına, protein denatürasyonuna ve hücre içi homeostazın bozulmasına yol açarak iyon toksisitesine ve ROS birikimine neden olur ve bu da bitkilerde fotosentez, solunum, besin alımı ve büyüme gibi temel fizyolojik süreçleri olumsuz etkiler. Artan ROS, bitkilerin enzimatik (SOD, CAT, APX, GPX, POD) ve enzimatik olmayan (Askorbik asit, glutatyon, karotenoidler, fenolikler) antioksidan sistemlerini aktive etmesiyle yine de azaltılabilir. Bitkiler, stres sinyal yolunun tüm yönlerini (sinyal iletimi, transkripsiyonel düzenleme, antioksidan savunma ve iyon homeostazı) entegre eden çok katmanlı bir moleküler ağ oluşturarak strese uyum sağlarlar. Stres koşulları altında, yukarıda belirtilen transkripsiyon faktörleri tarafından gerçekleştirilen transkripsiyonel düzenleme, stresle ilgili genlerin ifadesini oluşturur. Stres kodlayan transkripsiyon faktörleri arasında DREB/CBF, NAC, bZIP, WRKY, MYB ve HSF bulunur.
Stres koşullarında bitkiler, sinyal iletimi, transkripsiyonel düzenleme, antioksidan savunma ve iyon homeostazının tek bir varlık olarak çalıştığı bir yol izlerler. Bu mekanizmaların abiyotik stres koşulları altında kurulduğu göz önüne alındığında, bu koşullar altında kurulan bitki mekanizmalarını anlamak, gelecekteki kuraklık veya diğer streslere karşı dayanıklı bitki çeşitlerinin ıslahına önemli ölçüde katkıda bulunacaktır.
Anahtar kelimeler; Abiyotik stres, antioksidan, moleküler yanıt, gen mekanizması

MOLECULAR LEVEL RESPONSE MECHANISMS OF PLANTS UNDER ABIOTIC STRESS CONDITIONS

ABSTRACT
Global climate change, misusing agricultural areas for various purposes, and unconscious irrigation, fertilization, and spraying activities affect the production of plant adversely. Abiotic stresses harm the yield and quality of plant productions due to their effects on physiological processes concerning growth and development in plants: flowering, photosynthesis, respiration, and nutrient uptake. This study has focused on the analysis of the molecular response mechanisms that plants develop under abiotic stress conditions, such as salinity, drought, extreme cold and heat, and heavy metals. Such stress factors cause membrane injury, protein denaturation and disrupt intracellular homeostasis leading thus to ion toxicity and ROS

accumulation affecting the major physiological processes such as photosynthesis, respiration, intake of nutrients and growth adversely in the plants. Increased ROS can still be mitigated by plants' activation of their enzymatic (SOD, CAT, APX, GPX, POD) and non-enzymatic (ascorbic acid, glutathione, carotenoids, phenolics) antioxidant systems. The plants adapt to stress by integrating a multilayered molecular network that integrates all aspects of the stress signalling pathway-a signalling process, transcriptional regulation, antioxidant defence, and ion homeostasis. Under stress conditions, the transcriptional regulation by the above mentioned transcription factors constitutes the expression of stress-related genes. Stress-encoding transcription factors include DREB/CBF, NAC, bZIP, WRKY, MYB, and HSF.
In stress condition, plants go along the way where signal transduction, transcriptional regulation, antioxidant defence and ion homeostasis work as a single entity. Considering the fact that these mechanisms are established under conditions of abiotic stress, understanding plant mechanisms established under such conditions is likely to contribute significantly to the breeding of crop varieties with future drought or other stresses.
Keywords: Abiotic stress, antioxidant, molecular response, gene mechanism

1.GİRİŞ

Bitkiler, yetiştirildikleri ortamlara göre ekolojik koşullara bağlı olarak birçok stres faktörlerine maruz kalabilmektedir. Kuraklık, tuzluluk, aşırı soğuk ve sıcaklık, su baskını, ağır metaller ve ışık/UV gibi abiyotik stres faktörleri, bitkilerde büyüme ve gelişmeyi yavaşlatarak verim ve kaliteyi düşürmektedir. Bitkilerin abiyotik strese karşı verdikleri tepkileri anlamak, bitki araştırmalarında önemli olduğu bildirilmiştir (Hirayama ve Shinozaki, 2010). Bu stres faktörleri; bitkide hücresel homeostazın bozulması, iyon toksisitesi, protein/enzim denatürasyonu, membran hasarı ve reaktif oksijen türlerinin (ROS) üretimini tetiklemektedir (Kaur ve Asthir, 2017). Abiyotik stresler, bitkilerde yaprak alanı indeksinin düşmesi, yapraklarda kloroz gelişimi, fotosentez hızının azalması, hücre yapısı ve işlevlerinde bozulmalar, besin maddelerinin alımı ve taşınmasında yavaşlama, üreme süreçlerinin olumsuz etkilenmesi, fitohormon dengesinin değişmesi, kuru madde birikiminin ve bitki büyümesinin azalması, yaşam süresinin kısalması ve ileri safhalarda bitki ölümü gibi birçok olumsuz etkilere neden olmaktadır (Wani ve ark., 2020; Kaur ve ark., 2021; Zhao ve ark., 2025; Ergun Çetin ve Yaralı Karakan, 2025; Ergun Çetin ve ark., 2025).

Bitkilerin strese verdiği tepki, stresin yoğunluğu ve süresine bağlı olarak değişmektedir (Kosová ve ark., 2011). Bitkilerin abiyotik stres koşullarına karşı geliştirdikleri tolerans ve adaptasyon mekanizmalarını anlamak, ıslah çalışmalarında strese karşı toleranslı bitki çeşitlerinin geliştirilmesi için önem arz etmektedir (Dönmez, 2018). Yapılan araştırmalarda bitkide stres durumlarında oluşan ve yanıt veren iki tür gen tanımlanmıştır (Shinozaki ve ark., 2003). Bunlardan birincisi; hücreleri stresten korumak için doğrudan işlev gören detoksifikasyon enzimi ve metabolik proteinleri kodlayan işlevsel genlerdir. İkincisi ise, stres durumunda sinyal iletimini sağlayan ve gen ifadesini düzenleyen transkripsiyon faktörleri (TF) ve düzenleyici proteinleri kodlayan genlerdir (Shao ve ark., 2015). Bitkide stres durumunda oluşan ve strese yanıt veren genlerin araştırılması, strese toleranslı bitki geliştirilebilmesi için oldukça önemlidir. Yapılan bu çalışmada abiyotik stres koşullarında bitkilerin, stres durumlarına karşı moleküler düzeyde geliştirdikleri yanıt mekanizmaları incelenmiştir.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

2.1. Bitkilerde Stres Durumunda Moleküler Düzeyde Yanıt Mekanizmaları

2.1.1. Sinyal İletimi ve Hormonlar

Bitkileri abiyotik stres faktörlerinin olumsuz etkilerinden korumayabilmek için, bitkilerin strese karşı oluşturduğu mekanizmaları moleküler düzeyde anlamız gerekmektedir. Strese maruz kalan bitkiler katmanlı bir sinyal ağı oluşturur. İlk olarak stres durumunda, bitki bünyesinde iyon dalgalanmaları başlatarak reaktif oksiyen türleri (ROS) gibi haberci sistemler devreye girmesini sağlamakta daha sonra protein kinaz/fosfataz ağları ve bitki hormonları cevap vermektedir. Bitki hormonları olan absisik asit (ABA), oksin, sitokinin, etilen, gibberellik asit (GA), jasmonik asit (JA), salisilik asit (SA), çevresel koşullara adaptasyonları düzenleyen iyi bilinen bitki büyüme düzenleyicileridir (Verma ve ark., 2016; Waadt ve ark., 2022). Bu bileşenler, transkripsiyon faktörlerinin hücresel programlarını düzenleyerek, stoma kapanması, iyon homeostazı, osmoprotektan sentezi gibi fenotipik adaptasyonları düzenlemektedir (Waadt ve ark., 2022).

2.1.2. Transkripsiyon Faktörleri

Bitkilerin çeşitli stres faktörlerine maruz kalması, hayatta kalmak için farklı mekanizmalar geliştirmesine, transkripsiyonel düzeyde gen ifadesinde değişikliklere neden olmuştur (Roy, 2016). Bitkilerin stres koşullarına adaptasyonunda sağlanmasında etkili olan transkripsiyon faktörleri (TF), DNA üzerindeki promotör bölgelerine bağlanarak belirli genlerin transkripsiyonunu artıran ya da azaltan düzenleyici proteinlerdir (Hrmova ve Hussain, 2021; Avcı, 2023). Cis- elementleriyle ilişkili olan TF'ler bitkinin stresi algılayıp uygun tepkiyi vermesini sağlayan moleküler anahtarlar olarak da tanımlanmaktadır (Hsia ve McGinnis 2003). Transkripsiyonel düzeyde abiyotik streslere karşı cevap veren genler iki gruba ayrılmaktadır (Fowler ve Thomashow 2002, Seki ve ark. 2002). Birinci grup, hücreleri su eksikliğinin olumsuz etkilerinden koruyan proteinleri kodlayan genlerdir. Bu genler, aktif ve pasif membran taşıma sistemlerini, hücreleri ROS'ların olumsuz etkilerinden koruyan enzimleri, proteinaz inhibitörlerini, lipid transfer proteinlerini ve makro moleküllerin korunması için gerekli diğer proteinleri içermektedir. İkinci grup ise, stres sinyallerinin iletilmesini düzenleyen, gen ifadesini değiştiren ve stres koşullarına karşı tepki gösteren proteinleri içermektedir (Dönmez, 2018). Bitkilerde çok fazla TF bulunmaktadır. Ancak stres koşullarında tanımlanmış en belirgin TF genleri, dehidrasyona duyarlı element bağlayıcı (DREB/CBF), basic leucine zipper (NAC), basic leucine zipper (Bzıp), WRKY, miyeloblastozis onkogeni (MYB), heat shock factors (HSF) genleridir.

2.1.2.1. DREB/CBF; DREB/CBF genleri, kuraklık, soğuk, yüksek sıcaklık ve tuz stresi gibi abiyotik stres koşullarında aktive olan ve abiyotik strese karşı toleransı düzenleyen genlerdir (Lata ve Prasad, 2011; Agarwa ve ark., 2017). Yapılan araştırmalarda DREB genlerinin TF'ler transkriptom düzeyinde değişikliklere neden olarak, bitkilerde kuraklık ve tuz streslerine karşı tolerans arttırdığı belirtilmiştir (Liu ve ark., 1998; Nakashima ve ark., 2010; Lata ve prasad, 2011). DREB bağlayıcı proteinlerini kodlayan cDNA'lar ilk olarak *Arabidopsis* bitkisinde, CRT bağlayıcı faktör1 (CBF1), DREB1A ve DREB2A olarak izole edilmiştir (Stockinger ve ark., (Stockinger Liu ve ark.,1998). *Arabidopsis* DREB1 genleri soğuk stresinde indüklenirken, DREB2 genleri genellikle tuzluluk, kuraklık ve sıcaklık stresinde indüklenmektedir (Liu ve ark., 1998; Nakashima ve ark., 2010). Daha sonraki çalışmalarda DREB TF'leri çok sayıda bitki türü için tanımlanmış ve karakterize edilmiştir (Mizoi ve ark., 2012; Rehman ve Mahmood, 2015).

2.1.2.2. NAC; Bitkilerdeki en büyük TF ailelerinden biri olan NAC TF'leri, abiyotik stres koşullarına tepkilerinde etkili, bitki büyüme ve gelişme süreçlerinin düzenlenmesinde etkili olan genlerdir (Shao ve ark., 2015). Bitkilerdeki en büyük TF ailelerinden biri olan NAC TF'leri, abiyotik stres koşullarına tepkilerinde etkili olup bitki büyüme ve gelişme süreçlerinin düzenlenmesinde görevli genlerdir (Shao ve ark., 2015). NAC proteinleri bitkide, tohum, kök

ve embriyo gelişimi, hücre bölünmesi, yaprak yaşlanması, apikal meristem oluşumu gibi fizyolojik olayların yanında biyotik ve abiyotik strese karşı toleransta aktif rol oynamaktadır (Wang ve ark., 2016; Dönmez, 2018). Ayrıca hücre duvarı modifikasyonu, ayrışması, antioksidan ile ilgili genleri düzenlenmesi ve ABA, etilen gibi hormonların aktifleşmesinde yer almaktadır (Olsen ve ark., 2005).

2.1.2.3. bZIP; bZIPTF'ler, çevresel koşullara karşı bitkilerin geliştirdiği tepki süreçlerini kontrol eden ana düzenleyicilerdir. bZIP'ler özellikle ABA hormonu ile stres koşullarına yanıt verebilmekte ve stomatal kapanma, osmoprotektan sentezini sağlayan genlerin transkripsiyonunu kontrol edebilmektedir. Ayrıca, bitki bZIP'i, çiçek gelişimi, tohum olgunlaşması, dormansi gibi birçok biyolojik süreçte rol almakta ve tuz stresi, kuraklık stresi, soğuk stresi, ozmotik stresler, abiyotik streslerde ve mekanik zarar durumlarında aktif rol almaktadır. Bunlara ek olarak bZIP, salisilik asit, jasmonik asit ve ABA sinyal iletim yolları aracılığıyla böcek zararlıları ve patojen enfeksiyonu gibi biyolojik streslere karşı bitki tepkisinin düzenlenmesinde etkilidir (Liu ve ark., 2023).

2.1.2.4. WRKY; WRKY gen ailesi bitkilerde bulunan en büyük TF'dir. WRKY TF'leri tohumda dormansi, embriyo merfogenezi, bitki büyüme ve gelişmesi, yaşlanma gibi fizyolojik süreçlerde yer almaktadır (Pandey ve ark., 2010; Potschin ve ark., 2014). Bunun yanı sıra; ısı, kuraklık, tuzluluk ve soğuk gibi çeşitli abiyotik stres koşullarında da, strese karşı yanıtta etkilidir (Schluttenhofer ve Yuan 2015).

2.1.2.5. MYB; MYB TF'ler, bitkilerdeki en büyük protein ailelerinden biridir ve özellikle UV stresi altında aktif olmaktadır. Bitkilerde MYB'ler, epidermal yapılaşma ve stomatal gelişimi düzenleme, antosiyaninler, flavonoidler, fenollergibi ikincil metabolitlerin biyosentezinde etkin rol almaktadır (Dubos ve ark., 2010). MYB proteinleri kuraklık, tuz ve soğuk stresi gibi farklı abiyotik streslere farklı yanıtlar vermektedir (Wang ve ark., 2021). Yapılan araştırmada, MYB ailelerinden MYB49, kütikül oluşumunu ve antioksidan savunmasını düzenlediği, MYB49'un aşırı ekspresyonu tuz toleransını iyileştirdiği belirtilmektedir (Zhang ve ark.,2020). MYB12, bitki tuz toleransı sağlamak için ABA biyosentez genlerinin ekspresyonunu da indüklemektedir (Wang ve ark., 2016).

2.1.2.6. HSF; HSF ailesi, yüksek sıcaklıkta stres proteinlerinin üretimini sağlamakta ve özellikle HSP'leri (heat shock proteins, ısı şoku protein ailesi) aktive etmektedir. HSF'ler, HSP'ler gibi strese duyarlı genlerin ifadesini düzenleyerek bitkilerin çeşitli abiyotik streslere karşı cevap vermesinde etkin rol almaktadır (Guo ve ark., 2016). HSP'ler yüksek ve düşük sıcaklık, kuraklık, tuzluluk gibi farklı abiyotik stres koşullarında ve bitki büyüme gelişme aşamalarında aktif olarak yer alan proteinlerdir (Zou ve ark., 2012; Altunoğlu, 2016).

2.2. Antioksidan Savunma Sistemi

Bitkiler gelişimleri boyunca çeşitli stres faktörlerine maruz kalmakta; fizyolojik biyokimyasal ve moleküler olarak olumsuz etkilenmektedir. Her bitki türünün stres koşullarına verdiği tepki, bitkinin çeşidine, stresinin süresi ve dozuna göre değişiklik göstermektedir. Abiyotik stres bitkide ROS üretimini olumsuz etkileyerek, ROS metabolik ve sinyal yollarının bozulmasına neden olmaktadır. Metabolik ROS, metabolizmadaki enzimlerin redoks durumunu değiştirmekte ve bu durum bitkide abiyotik streslere karşı savunma mekanizmalarını olumsuz etkilemektedir (Miller ve ark., 2010). Stres faktörleri ROS'larda artışa neden olmakta ve artan ROS seviyeleri bitkide lipid peroksidasyonu, DNA hasarı, protein yapısı ve işlevinde değişikliklere yol açmaktadır (Fedoreyeva, 2024; Ergun Çetin ve Yaralı Karakan, 2025).

Bitkiler stres koşularında altında ROS'ları elemine etmek için antioksidan savunma sistemini harekete geçirmekte ve enzim aktivitelerini artırmaktadır (Verma ve ark., 2016; Dönmez, 2018; Erol ve Ermiş, 2025). Antioksidanlar, enzimatik olmayan ve enzimatik olan antioksidanlar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Enzimatik olmayan aktioksidanlar, askorbik asit (AA), tokoferoller (vitamin E), karotenoidler, glutatyon ve fenolik bileşiklerdir. Bitkinin normal büyüme ve gelişimini desteklemenin yanı sıra, abiyotik stres koşullarına karşı verilen yanıtları

da düzenlemektedir (Yavaş ve İlker, 2020). Bitkilerde stres durumlarında sinyal iletim yollarının temel düzenleyici bileşenleridir (Pedranzani ve ark., 2003). Özellikle absisik asit, salisilik asit, jasmonat ve etilen bitkinin hem patojenlere karşı savunma tepkilerini, hem de çeşitli abiyotik stres koşullarına verdiği yanıtları düzenleyen başlıca düzenleyici moleküller olarak bilinmektedir (Nakashima ve Yamaguchi-Shinozak, 2013). Enzimatik antioksidanlar ise Katalaz (CAT), süperoksit dismutaz (SOD), askorbat peroksidaz (APX), glutatyon redüktaz (GR) glutatyon peroksidaz (GPX), dehidroaskorbat redüktaz (DHAR), monodehidroaskorbat redüktaz (MDHAR) olarak bilinmektedir (Sarvajeet ve Narendra, 2010; Büyük ve ark., 2012; Kireçci, 2018). Stres altında bulunan bitki hücre bütünlüğünü, yapısını ve işleyişini koruyabilmek için enzim aktivitelerini arttırmaktadır. Antioksidan enzim sistem içerisindeki, SOD enzimi süperoksit radikallerini yok etmekte, CAT enzimi hidrojen peroksidin su ve oksijen değişimini katalize etmektedir (Beyer ve Fridovich, 1987). GPX enzimi, radikal süpürücü ve membran stabilizörü, APX enzimi askorbik asit içeren bir redoks sistemine katılarak oksitlenmiş ve indirgenmiş glutatyonları düzenlemektedir (Lee ve ark., 2007). Yapılan birçok araştırmada, stres koşularında bitkilerin SOD, CAT, POD, APX antioksidan enzim aktivitelerini arttırarak ROS'ların zararlı etkilerini azalttığı raporlanmıştır (Siddiqui ve ark., 2020; Razzaq ve ark. 2020; Kaya ve ark., 2020; Shah ve ark., 2021).

2.3. İyon Homeostazı

Abiyotik çevresel faktörleri, ozmotik bileşenler içermekte olup bu durum hücresel dehidrasyona neden olarak homeostazın bozulmasına yol açmaktadır. Tuz stresine duyarlı bitkilerde, tuza maruz kalmaları sonucu Na+ ve K+ iyon dengelerinde hızlı bir değişim meydana gelmektedir. Bitki sağlığı için Na+ ve K+ iyon dengesini sağlanması gerekmekte ve iyon taşınımının düzenlenmesi gerekmektedir. Tuzluluk bitkilerin kökleri tarafından K^+ alımını engellemekte ve hücre içi K^+ kaybına neden olmaktadır. Hücre içinde biriken Na^+ toksik etki göstermektedir (Büyük ve ark., 2012). Hücre içi ayırma, sitozoldeki Na^+'ın toksik etkilerinden korunmanın başlıca mekanizmalarından biri, Na^+'ın vakuol veya diğer endomembran kompartmanlarına taşınmasıdır. Bu işlev büyük ölçüde vakuolar Na^+/H^+ antiporterleri (NHX1, NHX2) tarafından yerine getirilmektedir. NHX'lar, proton gradyanını kullanarak Na^+'ı sitozolden vakuole aktarmaktadır (Adabnejad ve ark., 2015). Böylece hücre turgorunun sürdürülmesini desteklemekte ve sitozoldeki iyonik toksisitenin minimize edilmesine katkı sağlamaktadır. Transgenik çalışmalar, NHX'ların aşırı ekspresyonunun tuz toleransını artırdığını göstermiştir. Ancak NHX'ların K^+/Na^+ seçiciliği ve dokuya özgü işlevleri türe bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Khan ve ark., 2018).

Bitkilerde, tuz ve iyonik stresin etkileri, strese karşı gösterilen toleransın iyon homeostazını sürdürme yeteneğine bağlıdır. İyon homeostazı, bitkilerin hücre içi iyon dengesini korumalarını sağlayan bir süreç olup birkaç aşamayı içermektedir. İyonların algılanması ve sinyal iletimi (örneğin CBL–CIPK (SOS) yolakları), iyon taşıyıcılarının aktivasyonu, iyonların hücre organelleri arasında dağılımı ve kök ile yapraklar arasındaki taşınım süreçleridir. Bu mekanizmalar, bitkilerin tuzlu ortamlarda hayatta kalabilmesi için kritik rol oynamaktadır. Bitkilerin çevresel uyaranları algılayıp bu uyaranlara yanıt verme yetenekleri, onların hayatta kalmalarını sağlayan temel mekanizmalardan biridir. Hücresel düzeydeki mekanizmaları, tuza aşırı duyarlı SOS3, SOS2 ve SOS1 proteinlerinden oluşur ve tuz stresi sırasında hücresel sinyallemeyi düzenleyerek iyon homeostazını korumada önemli rol oynamaktadır. Son araştırmalar, köklerdeki SOS proteinlerinin yalnızca sodyum homeostazı ile sınırlı kalmayıp, daha farklı işlevlere de sahip olabileceğini göstermektedir. Özellikle SOS3, düşük tuz koşullarında köklerdeki oksin gradyanlarının ve maksimumlarının düzenlenmesi yoluyla yanal kök gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca, SOS proteinleri stres altında olan hücre iskeletinin işleyişini de etkileyebilmektedir (Ji ve ark., 2013; Ali ve ark., 2023).

HKT (high-affinity K^+ transporter) kanalları, sodyum (Na^+) ve potasyum (K^+) alımı ve Na^+-K^+ homeostazında rol oynayan bir bitki protein ailesidir (Riedelsberger ve ark., 2021). Özellikle

HKT1 tipi, kökten ksilem üzerinden Na^+'ı geri alarak yapraklara taşınmasını sınırlamaktadır. HKT izoformlarının işlevsel farklılıkları ve dokuya özgü ekspresyon desenleri, türler arasındaki doğal tuz toleransı farklılıklarını açıklamaktadır. Bu kanalların işlevi özellikle tahıllarda verim ve üreme organlarının korunmasında önemli rol oynamaktadır. Zhang ve ark., (2017) toprak kökenli bakterilerin bitkilerdeki sodyum taşıyıcı geni HKT1 üzerinden etki göstererek bitkilerin tuz toleransını artırdığını ortaya koymuştur.

3. SONUÇ

Tuzluluk, kuraklık, sıcaklık ve ağır metal gibi abiyotik stres faktörleri, bitkilerde büyüme, gelişme, çiçeklenme, fotosentez, solunum ve besin alımı gibi fizyolojik süreçleri olumsuz etkilemektedir. Ayrıca abiyotik stres faktörlerinin hücresel homeostazı bozarak ROS birikimine neden olmaktadır. Bitkiler abiyotik stres faktörlerine karşı, savunma sistemlerini hızla aktive etmeye başlarlar. SOD, CAT, APX, GPX ve POD gibi bazı enzimler ROS'un olumsuz etkileri ile mücadele etmekte, askorbik asit, glutatyon, fenolik bileşikler ve karotenoidler gibi diğer moleküller de savunma mekanizmalarını harekete geçirmektedir. Bitkiler stres karşısında bir dizi moleküler ağ oluşturmakta ve bu süreç sinyal iletimi, hormonel düzenleme, transkripsiyon faktörleri aracılığıyla gen ekspresyonunun yeniden programlanması ve güçlü antioksidan savunma sistemlerini harekete geçirmesi şeklindedir. Düzenleyici süreç, DREB/CBF, NAC, bZIP, MYB ve WRKY dahil olmak üzere bir dizi transkripsiyon faktörü tarafından yönetilir. Tüm bu mekanizmaların koordineli çalışması, bitkilerin stres koşullarına uyum ve hayatta kalma yeteneğinin temelini oluşturmaktadır. Bu mekanizmaların kapsamlı bir şekilde anlaşılması, iklim koşullarının yarattığı stres seviyelerine dayanabilen bitki çeşitlerinin geliştirilmesi için gereklidir. İklim değişikliğinin hızla artan tehdidi göz önüne alındığında, bu süreçlerin moleküler düzeyde daha iyi anlaşılması, gelecekte abiyotik streslere dayanıklı bitki çeşitlerinin geliştirilmesine yönelik ıslah ve biyoteknolojik çalışmalara önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Adabnejad, H., Kavousi, H. R., Hamidi, H., Tavassolian, I. (2015). Assessment of the vacuolar Na+/H+ antiporter (NHX1) transcriptional changes in Leptochloa fusca L. in response to salt and cadmium stresses. Molecular Biology Research Communications, 4(3), 133.

Agarwal, P. K., Gupta, K., Lopato, S., Agarwal, P. (2017). Dehydration responsive element binding transcription factors and their applications for the engineering of stress tolerance. Journal of Experimental Botany, 68(9), 2135-2148.

Ali, A., Petrov, V., Yun, D. J., Gechev, T. (2023). Revisiting plant salt tolerance: novel components of the SOS pathway. Trends in Plant Science, 28(9), 1060-1069.

Altunoğlu, Y.Ç. (2016). Determination and characterization of Hsp70 genes from heat shock protein family in Eucalyptus genome. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 16(2).

Avcı, F.N. (2023). Phaseolus Vulgaris L. Bitkisinde Tale gen Ailesi Üyelerinin Genom Düzeyinde Tanımlanması, Karakterizasyonu ve Abiyotik Stres Altındaki Rollerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı. Ankara.

Beyer W.F., Fridovich I. (1987). Assaying for superoxide dismutase activity: some large consequences of minor changes in conditions. Analytical Biochemistry, 161 (2): 559-66.

Büyük, İ., Soydam-Aydin, S., Aras, S. (2012). Bitkilerin stres koşullarına verdiği moleküler cevaplar. Turkish Bulletin of Hygiene and Experimental Biology/Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji, 69(2).

Dönmez, Ç. (2018). Soğuk stresi altında geliştirilmiş ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisinde Bzıp, MYB, NAC, NF-YB ve WRKY tipi transkripsiyon faktör genlerinin mRNA ifade

seviyelerinin belirlenmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı. Ankara.
Dubos, C., Stracke, R., Grotewold, E., Weisshaar, B., Martin, C. and Lepiniec, L. (2010). MYB transcription factors in Arabidopsis. Trends in Plant Science, 15(10); 573- 581.
Ergun Çetin, B., Yaralı Karakan, F., (2025).Toprak altı aksamı tüketilen sebzelerde tuz stresinin morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal etkileri. Ziraat, Orman ve Su Ürünleri Alanında Araştırmalar Ve Değerlendirmeler, Editörler., Aydın, V., Yılmaz,A., Bölüm 9 syf 199-214, İksad yayınevi, Ankara.
Ergun Çetin, B., Yaralı Karakan, F., Erol, Ü.H. (2025). Effects of Drought Stress on Morphological Characteristics, Protein Content and Phenolic Compounds in Different Garlic Genotypes.VIII. Bilsel Uluslaarası Efes Bilimsel Araştırmalar ve İnovasyon Kongresi, İzmir.
Erol, U.H. and Ermiş, S. A (2025). Comparative Analysis of Phytochemical,Physio-Biochemical, and Enzymatic Responses of Different Capsicum Species (Capsicum spp.) to Salt Stress. Russ J Plant Physiol 72, 18.
Fedoreyeva, L.I. (2024). ROS as signaling molecules to initiate the process of plant acclimatization to abiotic stress. International Journal of Molecular Sciences, 25(21), 11820.
Fowler, S. and Thomashow, M.F. (2002). Arabidopsis transcriptome profiling indicates that multiple regulatory pathways are activated during cold acclimation in addition to the CBF cold response pathway. The Plant Cell, 14(8); 1675-1690.
Guo, M., Liu, J. H., Ma, X., Luo, D. X., Gong, Z. H.,Lu, M. H. (2016). The plant heat stress transcription factors (HSFs): structure, regulation, and function in response to abiotic stresses. Frontiers in plant science, 7, 114.
Hirayama, T.,Shinozaki, K., (2010). Research on plant abiotic stress responses in the post-genome era: past, present and future, The Plant Journal, 61, 1041-1052.
Hsia, C. C., and McGinnis, W. (2003). Evolution of transcription factor function. Current opinion in genetics and development, *13*(2), 199-206.
Hrmova, M., Hussain, S. S. (2021). Plant transcription factors involved in drought and associated stresses. International journal of molecular sciences, 22(11), 5662.
Ji, H., Pardo, J. M., Batelli, G., Van Oosten, M. J., Bressan, R. A., Li, X. (2013). The salt overly sensitive (SOS) pathway: established and emerging roles. Molecular plant, 6(2), 275-286.
Kaur, G., and Asthir, B. (2017). Molecular responses to drought stress in plants. *Biologia plantarum*, *61*(2), 201-209.
Kaur, R., Das, S., Bansal, S., Singh, G., Sardar, S., Dhar, H., and Ram, H. (2021). Heavy metal stress in rice: Uptake, transport, signaling, and tolerance mechanisms. Physiologia plantarum, 173(1), 430-448.
Kaya, C., Ashraf, M., Alyemeni, M. N., Corpas, F. J., and Ahmad, P., (2020). Salicylic acid-induced nitric oxide enhances arsenic toxicity tolerance in maize plants by upregulating the ascorbate-glutathione cycle and glyoxalase system. Journal of Hazardous Materials, 399, 123020.
Khan, I. U., Ali, A., and Yun, D. J. (2018). Arabidopsis NHX transporters: Sodium and potassium antiport mythology and sequestration during ionic stress. *Journal of Plant Biology*, *61*(5), 292-300.
Kireçci, O. A. (2018). Bitkilerde enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlar. Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 7(2), 473-483.
Kosová, K.,Vítámvása, P., Prášila, I. T., Renaut, J., (2011). Plant proteome changes under abiotic stress - Contribution of proteomics studies to understanding plant stress response, Journal of Proteomics, 74, 1301-1322.
Lata, C., and Prasad, M. (2011). Role of DREBs in regulation of abiotic stress responses in plants. Journal of experimental botany, 62(14), 4731-4748.
Lee Y.L., Yen M.T., Mau J.L. (2007). Food Chemisrty, 104 (1): 1-9.

Liu, Q., Kasuga, M., Sakuma, Y., Abe, H., Miura, S., Yamaguchi-Shinozaki, K., and Shinozaki, K. (1998). Two transcription factors, DREB1 and DREB2, with an EREBP/AP2 DNA binding domain separate two cellular signal transduction pathways in drought-and low-temperature-responsive gene expression, respectively, in Arabidopsis. The Plant Cell, 10(8), 1391-1406.
Liu, H., Tang, X., Zhang, N., Li, S., Si, H. (2023). Role of bZIP transcription factors in plant salt stress. International journal of molecular sciences, 24(9), 7893.
Miller, G.A.D., Suzuki, N., Ciftci-Yilmaz, S., Mittler, R.O.N. (2010). Reactive oxygen species homeostasis and signalling during drought and salinity stresses. Plant Cell Environ.33, 453–467.
Mizoi, J., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2012). AP2/ERF family transcription factors in plant abiotic stress responses. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Gene Regulatory Mechanisms, 1819(2), 86-96.
Nakashima, K.,and Yamaguchi-Shinozaki, K. (2009). Promoters and transcription factors in abiotic stress-responsive gene expression. In Abiotic stress adaptation in plants: physiological, molecular and genomic foundation (pp. 199-216). Dordrecht: Springer Netherlands.
Nakashima, K., Yamaguchi-Shinozaki, K., and Shinozaki, K. (2014). The transcriptional regulatory network in the drought response and its crosstalk in abiotic stress responses including drought, cold, and heat. *Frontiers in plant science*, *5*, 170.
Olsen, A.N., Ernst, H.A., Leggio, L.L., Skriver, K. (2005). NAC transkripsiyon faktörleri: yapısal olarak farklı, işlevsel olarak çeşitli. Trends Plant Sci. 10, 79–87. 10.1016/j.tplants.2004.12.010.
Pandey, S. P., Roccaro, M., Schön, M., Logemann, E., and Somssich, I. E. (2010). Transcriptional reprogramming regulated by WRKY18 and WRKY40 facilitates powdery mildew infection of Arabidopsis. *The Plant Journal*, *64*(6), 912-923.
Pedranzani, H., Racagni, G., Alemano, S., Miersch, O., Ramìrez, I., Penã-Cortés, H., Taleisnik, E., Machado-Domenech, E. ve Abdala, G., (2003). Salt tolerant tomato plants show ıncreased levels of jasmonic acid, Plant Growth Regulation, 41, 149– 158.
Potschin, M., Schlienger, S., Bieker, S., and Zentgraf, U. (2014). Senescence networking: WRKY18 is an upstream regulator, a downstream target gene, and a protein interaction partner of WRKY53. Journal of Plant Growth Regulation, 33(1), 106-118.
Razzaq, A., Ali, A., Safdar, L. B., Zafar, M. M., Rui, Y., Shakeel, A., Shaukat, A., Ashraf, M., Gong, W. and Yuan, Y., (2020). Salt stress induces physiochemical alterations in rice grain composition and quality. Journal of food science, 85(1), 14-20.
Rehman, S., Mahmood, T. (2015). Functional role of DREB and ERF transcription factors: regulating stress-responsive network in plants. Acta Physiologiae Plantarum, 37(9), 178.
Riedelsberger, J., Miller, J. K., Valdebenito-Maturana, B., Piñeros, M. A., González, W., Dreyer, I. (2021). Plant HKT channels: an updated view on structure, function and gene regulation. International Journal of Molecular Sciences, 22(4), 1892.
Roy, S. (2016). Function of MYB domain transcription factors in abiotic stress and epigenetic control of stress response in plant genome. Plant signaling and behavior, 11(1), e1117723.
Sarvajeet, S.G, Narendra T. (2010). Reactive oxygen species and antioxidant machinery in a biotic stress tolerance in crop plants. Plant Physiology and Biochemistry, 3: 1-22.
Schluttenhofer, C., Yuan, L. (2015). Regulation of specialized metabolism by WRKY transcription factors. Plant Physiol 167: 295–306.
Seki, M., Narusaka, M., Ishida, J., Nanjo, T., Fujita, M., Oono, Y., Kamiya, A., Nakajima, M., Enju, A., Sakurai, T., Satou, M., Akiyama, K., Taji, T., Yamaguchi-Shinozaki, K., Carninci, P., Kawai, J., Hayashizaki, Y. and Shinozaki, K. (2002). Monitoring the expression profiles of 7000 Arabidopsis genes under drought, cold, and high-salinity stresses using a full-length cDNA microarray. The Plant Journal, 31(3); 279-292.

Shah, T., Latif, S., Saeed, F., Ali, I., Ullah, S., Alsahli, A. A., Jan, S. and Ahmad, P., (2021). Seed priming with titanium dioxide nanoparticles enhances seed vigor, leaf water status, and antioxidant enzyme activities in maize (Zea mays L.) under salinity stress. Journal of King Saud University-Science, 33(1), 101207.
Shao, H., Wang, H., Tang, X. (2015). NAC transcription factors in plant multiple abiotic stress responses: progress and prospects. Frontiers in plant science, 6, 902.
Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K., and Seki, M. (2003). Regulatory network of gene expression in the drought and cold stress responses. Current opinion in plant biology, 6(5), 410-417.
Siddiqui, M. H., Alamri, S., Khan, M. N., Corpas, F. J., Al-Amri, A. A., Alsubaie, Q. D., Ali, H.M., Kalaji, H.M. and Ahmad, P., (2020). Melatonin and calcium function synergistically to promote the resilience through ROS metabolism under arsenicinduced stress. Journal of Hazardous Materials, 398, 122882.
Stockinger, E. J., Gilmour, S. J., Thomashow, M. F. (1997). Arabidopsis thaliana CBF1 encodes an AP2 domain-containing transcriptional activator that binds to the C-repeat/DRE, a cis-acting DNA regulatory element that stimulates transcription in response to low temperature and water deficit. Proceedings of the National Academy of Sciences, 94(3), 1035-1040.
Verma, V., Ravindran, P., Kumar, P. P. (2016). Plant hormone mediated regulation of stress responses. BMC Plant Biology, 16, 86.
Yavaş, İ., İlker E., (2020). Çevresel stres koşullarına maruz kalan bitkilerde fotosentez ve fitohormon seviyelerindeki değişiklikler.Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi. 9 (2): 295-311.
Zhao, W., Chen, X., Wang, J., Cheng, Z., Ma, X., Zheng, Q., and Zhang, F. (2025). Emerging Mechanisms of Plant Responses to Abiotic Stress. Plants, 14(22), 3445.
Zhang, W.D., Wang, P., Bao, Z., Ma, Q., Duan, L.J., Bao, A.K., Zhang, J.L., and Wang, S.M. (2017). SOS1, HKT1; 5, and NHX1 synergistically modulate Na^+ homeostasis in the halophytic grass Puccinellia tenuiflora. Frontiers in plant science, 8, 576.
Zhang, P., Wang, R., Yang, X., Ju, Q., Li, W., Lü, S., Tran, L.P., Xu, J. (2020). The R2R3-MYB transcription factor AtMYB49 modulates salt tolerance in Arabidopsis by modulating the cuticle formation and antioxidant defence. Plant Cell Environ. 43, 1925–1943.
Zou J., Liu C., Liu A., Zou D., and Chen X. (2012). Overexpression of OsHsp17.0 and OsHsp23.7 enhances drought and salt tolerance in rice. J Plant Physiol. 169, 628–635.
Waadt, R., Seller, C. A., Hsu, P. K., Takahashi, Y., Munemasa, S., Schroeder, J. I. (2022). Plant hormone regulation of abiotic stress responses. Nature reviews Molecular cell biology, 23(10), 680-694.
Wang, W., Yuan, Y., Yang, C., Geng, S., Sun, Q., Long, L., Cai, C., Chu, Z., Liu, X., Wang, G., Du, X., Miao, C., Zhang, X. and Cai, Y. (2016). Characterization, Expression, and Functional Analysis of a Novel NAC Gene Associated with Resistance to Verticillium Wilt and Abiotic Stress in Cotton. G3: Genes, Genomes, Genetics, 6(12); 3951-3961.
Wang, F., Kong, W., Wong, G., Fu, L., Peng, R., Li, Z., Yao, Q. (2016). AtMYB12 regulates flavonoids accumulation and abiotic stress tolerance in transgenic Arabidopsis thaliana. Mol. Genet. Genom. 291, 1545–1559.
Wang, X., Niu, Y., and Zheng, Y. (2021). Multiple functions of MYB transcription factors in abiotic stress responses. International journal of molecular sciences, 22(11), 6125.
Wani, S.H., Kumar, V., Khare, T., Guddimalli, R., Parveda, M., Solymosi, K., Suprasanna, P., Kavi, P.B. (2020). Engineering salinity tolerance in plants: Progress and prospects. Planta. 251, 76.

SEBZELERDE KONTROLLÜ SALIM SİSTEMLERİNİN SAVUNMA VE KALİTE METABOLİZMASINI MODÜLE ETME POTANSİYELİ

Ümit Haydar EROL
Kilis 7 Aralik University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, 79000, Kilis
ORCID: 0000-0001-6126-5844
Berna Ergun ÇETİN
Kilis 7 Aralik University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, 79000, Kilis
ORCID: 0000-0002-6399-0916

ÖZET
Sebze üretiminin sürdürülebilirliği, bitkilerin çevresel stres faktörlerine karşı geliştirdiği fizyolojik ve metabolik tepkilerin etkin yönetimine bağlıdır. Bu tepkilerin verimli bir şekilde ele alınması çok önemlidir. Tuzluluk, kuraklık ve yüksek sıcaklıkların, fitopatojenik baskının yanı sıra abiyotik ve biyotik streslerin gelişmesine neden olduğu gösterilmiştir. Bu streslerin oksidatif yükü artırdığı, fenilpropanoid metabolik yollarını bozduğu, klorofili parçaladığı ve sebze kalitesini düşürdüğü gösterilmiştir. Tersine, geleneksel uygulamalarda kullanılan serbest hormonlar, anında savunma aktivasyonu sağlar ancak fitotoksisite riskini de artırır. Bu yaklaşım, daha sürdürülebilir bir stres toleransı sisteminin kurulmasında başarısızlığa yol açar. Sebzelerde kontrollü salım sistemleri üzerine yapılan bir literatür taraması, mikro/nanokapsül ve hidrojel sistemlerinin stres dönemlerinde ROS baskısını azaltma, SOD, CAT ve POD gibi enzimlerin uzun süreli aktivitesini destekleme, fenolik bileşiklerin birikimini optimize etme, klorojenik asit, rutin, ferulik asit ve kafeik asit seviyelerini artırma, klorofil stabilitesini sağlama ve organik asitler ile şekerler arasındaki dengeyi iyileştirme kapasitesine sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Kontrollü salım yoluyla kalite metabolizmasının yönünün en önemli göstergesi, metabolomik analizlerde gözlemlenen fenolik bileşik değerlerindeki önemli artıştır. Ayrıca, hormonal sinyal ağında hücresel düzeyde dengelemenin, savunma-büyüme ilişkisinin üstesinden gelmeye yardımcı olduğunu göstermektedir. Tüm stres faktörleri bağlamında verim artışının elde edildiği ve kontrollü salım uygulamalarının kimyasal yükü azalttığı, rizosfer ekolojisini koruduğu ve bu teknolojiyi sürdürülebilir sebze üretimi için stratejik bir araç olarak kurduğu açıktır.
Bu çalışma, sebzelerde kontrollü salınım sistemlerinin hem savunma hem de kalite metabolizmasını bütünsel olarak düzenleyen yeni bir biyoteknolojik yaklaşım oluşturduğunu göstermektedir.
Anahtar Kelimeler: Kontrollü salım sistemleri, sekonder metabolitler, fenilpropanoid metabolizması, antioksidan enzimler, sürdürülebilir sebze üretimi

POTENTIAL OF CONTROLLED RELEASE SYSTEMS TO MODULATE DEFENSE AND QUALITY METABOLISM IN VEGETABLES

ABSTRACT
The sustainability of vegetable production depends on the effective management of the physiological and metabolic responses that plants develop to environmental stressors. Efficient handling of their responses is very important. Salinity, drought, and elevated temperatures have been shown to induce the development of phytopathogenic pressure as well as abiotic and biotic stresses. These stresses have been shown to increase oxidative load, disrupt phenylpropanoid metabolic pathways, degrade chlorophyll and reduce vegetable quality. Conversely, the form of free hormones used in traditional practices provides immediate defense activation but also increases the risk of phytotoxicity. This approach leads to a failure in establishing a more

sustainable stress tolerance system. A literature review on controlled-release systems in vegetables reveals that micro/nanocapsule and hydrogel systems have the capacity to reduce ROS pressure during stress periods, support the long-term activity of enzymes such as SOD, CAT, and POD, optimize the accumulation of phenolic compounds, increase levels of chlorogenic acid, rutin, ferulic acid, and caffeic acid, ensure chlorophyll stability, and improve the balance between organic acids and sugars. The most important indicator of the direction of quality metabolism through controlled release is the significant increase in phenolic compound values observed in metabolomic analyses. Furthermore, it suggests that balancing at the cellular level in the hormonal signaling network helps overcome the defense-growth relationship. It is clear that increased yield is obtained in the context of all stress factors, and the application of controlled-release practices reduces chemical load, protects rhizosphere ecology, and establishes this technology as a strategic tool for sustainable vegetable production.
This study demonstrates that controlled-release systems in vegetables constitute a novel biotechnological approach that holistically regulates both defense and quality metabolism.
Keywords: Controlled release systems, secondary metabolites, phenylpropanoid pathway, antioxidant enzymes, sustainable vegetable production

1. GİRİŞ

Sebze türleri dünya genelinde tüketilen temel besin gruplarından biri olup sadece makro ve mikro elementler açısından değil, aynı zamanda yüksek biyolojik aktiviteye sahip sekonder metabolitleri içermeleri nedeniyle insan sağlığı açısından stratejik bir konuma sahiptir. Ancak günümüz küresel tarım sistemi, artan iklim değişikliği, toprak tuzluluğu, düzensiz yağış dağılımı, sıcaklık şokları, ağır metal toksisitesi, nematod enfeksiyonları ve viral/bakteriyel hastalıkların baskısı altında karmaşık bir stres ortamı ile karşı karşıyadır. Bu stres faktörleri, bitkilerde fotosentetik verimin azalması, membran hasarı, klorofil kaybı, fenilpropanoid metabolizmasının baskılanması, karbon metabolizması dengesizliği ve hücresel redoks dengesinin bozulması gibi fizyolojik ve biyokimyasal değişimlere yol açmaktadır. Özellikle sebzelerde yüksek yüzey alanlı yaprak dokuları nedeniyle stres, metabolizma üzerinde daha hızlı ve belirgin etkiler yaratmaktadır (Sharma ve ark., 2019).

Stres koşulları altında sebzelerin sergilediği metabolik yanıtlar, temelde birbiriyle ilişkili iki ana süreç etrafında şekillenmektedir. Bu süreçlerin ilki, hücresel redoks dengesinin korunmasını amaçlayan antioksidan savunma sistemidir. Antioksidan savunma sistemi, stres koşullarında artan reaktif oksijen türlerinin (ROS) zararlı etkilerinin sınırlandırılmasında kritik rol oynayan süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve peroksidaz (POD) gibi enzimatik bileşenlerin yanı sıra, fenolik bileşikler, flavonoidler, askorbik asit (vitamin C) ve karotenoidler gibi enzimatik olmayan antioksidanları da kapsamaktadır (Fujira ve Hasanuzzaman, 2022). Bu bileşenlerin eşgüdümlü aktivitesi, hücre zarlarının bütünlüğünün korunması, makromoleküler hasarın önlenmesi ve metabolik süreçlerin sürekliliğinin sağlanması açısından belirleyici öneme sahiptir. Sekonder metabolitler ise fenilpropanoid metabolizmasının ürünleri olup bitki savunması, renklendirme, doku dayanıklılığı, antimikrobiyal etki, tat-aroma gelişimi ve posthasat raf ömrü gibi kritik fonksiyonlar taşır. Stres altında fenolik bileşik üretimi bitkinin hayatta kalma stratejisinin merkezinde yer alır. Bu nedenle, stres koşullarında fenolik metabolizmanın düzenlenmesi, sürdürülebilir sebze üretimi açısından anahtar bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir (Bhatla ve ark., 2023).

Geleneksel stres yönetimi stratejilerinde kullanılan salisilik asit (SA), jasmonat (JA), kalsiyum, çinko, humik maddeler ve mikrobiyal konsorsiyumlar gibi moleküller, genellikle serbest formda (free form) uygulanır. Bu yöntem kısa vadede etkili olsa da; uygulanan materyalin hızlı metabolize edilmesi, hücresel taşınma sorunları, fitotoksisite riski, yapraktan yıkanma, topraktan volatilizasyon ve heterojen dağılım gibi sınırlılıklar içerir. Bu nedenle son yıllarda tarımsal biyoteknolojik gelişmeler sebze yetiştiriciliğinde kontrollü salım sistemlerinin

kullanımını gündeme taşımıştır. Kontrollü salım sistemleri, aktif bileşiklerin belirli bir süre boyunca düşük dozlarda fakat sürekli ve kontrollü şekilde bitkiye iletilmesi prensibine dayanır. Bu sistemler; mikrokapsül, nanokapsül, polimerik hidrojel, seed-coating film materyalleri ve biyo-bozunur matris yapıları ile temsil edilir (Ansabayeva ve ark., 2025; Campos ve ark., 2014). Kontrollü salım sistemlerinin tarımsal üstünlüğü sadece stres toleransını artırmakla sınırlı değildir. Yapılan çalışmalar; fenilpropanoid metabolizmasının korunması, klorofil degradasyonunun yavaşlatılması, fotosentetik verimliliğin desteklenmesi, karotenoid biyosentezinin artırılması, organik asit ve şeker dengesinin stabil tutulması, antioksidan aktivitenin güçlendirilmesi ve morfolojik büyümenin daha düzenli olması gibi olumlu etkileri ortaya koymuştur (Campos ve ark., 2014). Yani kontrollü salım sistemleri bitkiyi sadece stres altında "hayatta tutmakla" kalmaz, aynı zamanda kalite kriterlerini tamamen biyokimyasal düzeyde şekillendirir. Bu noktada sekonder metabolitler, özellikle fenolik bileşikler, flavonoidler, klorojenik asit, ferulik asit, rutin, quersetin ve benzeri fenolik bileşenler, savunma ve kalite arasında bir köprü metabolizma rolü üstlenir.

Literatürde kontrollü salım sistemleri üzerine yürütülen çalışmaların büyük bir kısmı, stres rejimlerinin hafifletilmesi, bitkisel büyüme ve gelişme parametrelerinin korunması ya da antioksidan savunma aktivitelerinin desteklenmesi gibi sınırlı hedefler etrafında şekillenmiştir. Bununla birlikte, kontrollü salım uygulamalarının bitkilerde oluşturduğu etkilerin metabolomik, fizyolojik ve morfolojik düzeyleri bütüncül biçimde kapsayan çok ölçekli yaklaşımlarla değerlendirildiği çalışmaların sayısı oldukça azdır. Özellikle fenilpropanoid metabolizması ile kaliteyle ilişkili biyokimyasal bileşenlerin aynı analitik çerçeve içerisinde ele alınması, literatürde henüz yeterince olgunlaşmamış ve bütünlüklü bir araştırma alanı olarak öne çıkmaktadır. Bu derleme çalışması, mevcut literatürde dağınık ve parçalı biçimde sunulan bilgileri sistematik bir yapı altında birleştirmeyi, sebzelerde kontrollü salım sistemlerinin savunma metabolizmasını ve kalite bileşenlerini nasıl modüle ettiğini çok boyutlu bir perspektifle değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Bu çalışma, kontrollü salım sistemlerinin sebzelerde oluşturduğu etkileri metabolik, fizyolojik ve morfolojik olmak üzere üç temel ölçek üzerinden ele almaktadır. Metabolik ölçekte, sekonder metabolit profillerindeki değişimler ile fenilpropanoid biyosentez yolunun düzenlenmesi değerlendirilirken; fizyolojik ölçekte antioksidan savunma sisteminin etkinliği, klorofil stabilitesi ve fotosentetik performanstaki değişimler incelenmektedir. Morfolojik ölçekte ise kök mimarisi, bitki büyüme dinamikleri ve dokuların stres koşullarına karşı dayanıklılığı ele alınmaktadır. Bu yaklaşım sayesinde derleme, bitki biyokimyasındaki mikro düzeydeki süreçleri, fizyolojik yanıtları ve makroskopik bitki performansını aynı kavramsal çerçevede bir araya getirerek, sebzelerde kontrollü salım uygulamalarının bilimsel altyapısını bütüncül ve sistematik bir bakış açısıyla ortaya koymaktadır.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

2.1. Kontrollü Salım Sistemleri

Kontrollü salım sistemleri, tarımsal uygulamalarda aktif bileşiklerin (salisilik asit, çinko, JA, aminoasitler, kitosan, mikroorganizmalar vb.) bitkiye kısa süreli ve pik etki biçiminde değil; uzun süre boyunca düşük doz, yavaş ve dengeli bir şekilde verilmesini amaçlayan ileri teknolojik sistemlerdir. Bu yaklaşım; bitkinin metabolik yükünü azaltması, fitotoksisite riskini ortadan kaldırması, fizyolojik yanıtların sürekliliğini garanti etmesi, su kullanım verimliliğini artırması ve biyokimyasal savunma sistemlerinin daha istikrarlı çalışmasını sağlaması açısından önem taşımaktadır (Campos ve ark., 2014). Geleneksel uygulamalara kıyasla kontrollü salım sistemleri, tarımsal biyoteknolojinin ileri basamaklarını temsil etmekte ve sürdürülebilir sebze üretimi açısından yeni bir paradigma sunmaktadır.

Kontrollü salım sistemlerinin tarımda ortaya çıkışı, ilaç endüstrisinde kullanılan mikrokapsül ve hidrojel sistemlerinin bitki biyolojisine adapte edilmesi ile başlamıştır. Ancak bitkisel

sistemlerde salım davranışı topraktan, rizosfer mikrobiyotasından ve bitki fizyolojisinden etkilendiği için modelizasyon daha kompleks bir yapı göstermektedir. Bitkisel kontrollü salım sistemleri, kimyasal etkiyenin salım kinetiğini (zero-order, Higuchi, Korsmeyer-Peppas, Fick difüzyonu) belirleyerek molekülün bitkiye ulaşma hızını kontrol eder. Böylece, özellikle SA ve JA gibi savunma sinyali bileşenlerinin pik konsantrasyon oluşturarak fitotoksik etki yaratmasının önüne geçilmiş olur. Salım sistemlerinin en kritik bileşeni kullanılan matris veya taşıyıcı polimerdir (Vermoesen ve ark., 2024). Bunlar genel olarak dört ana sınıfta incelenebilir: mikro/nano-kapsül sistemleri, hidrojel sistemleri, biyobozunur polimer matrisleri ve tohum kaplama (seed coating) materyalleri.

2.1.1 Mikro ve Nano-Kapsül Sistemleri

Mikro ve nano-kapsül teknolojileri, aktif bileşiğin polimer temelli çok katmanlı bir yapı içine hapsedilerek bitki dokularına yavaş salım şeklinde verilmesini sağlar. Kitosan, alginat, polivinil alkol (PVA), lignin, pektin, polilaktik asit (PLA) ve fonksiyonelleştirilmiş silika türevleri en sık kullanılan kapsül matriksleridir (Hamed ve ark., 2024). Bu sistemlerde salım hızı, matriks gözenek yapısı, polimer-gıda bileşiği etkileşimleri ve suyun matriks içerisindeki difüzyon katsayısı gibi parametreler üzerinden modellenir. Mikrokapsül sistemleri özellikle marul, domates, biber ve salatalık gibi sebze türlerinde fenolik aktivite artırma, fotosentetik kapasiteyi koruma ve tuz stresine dayanıklılığı geliştirme gibi mekanistik etkiler göstermektedir. Nano-kapsüller, yüzey alanlarının büyük olması ve hücresel membranla etkileşim potansiyeli nedeniyle daha yüksek etkinlik göstermektedir.

2.1.2 Hidrojel Sistemleri

Hidrojel sistemleri, üç boyutlu polimerik ağ yapısına sahip olgular olup yüksek su tutma kapasitesi ve yavaş difüzyon mekanizmaları sayesinde aktif bileşiklerin kademeli olarak bitki çevresine verilmesini sağlar (Azeem ve ark., 2023). Hidrojeller, toprakta veya kök bölgesinde (rizosfer) su dengesini koruyarak hem su stresinin etkilerini azaltır hem de savunma metabolizmasının sürdürülebilir aktivasyonunu sağlar. Özellikle SA taşıyan hidrojeller, fenilpropanoid metabolizmasının uzun dönemli aktivasyonu, klorofil kaybının azaltılması ve ROS birikiminin baskılanması gibi etkiler göstermiştir. Ayrıca hidrojel sistemlerinin doğal polimerlerden yapılabilmesi (kitosan, alginat vb.) organik tarımla uyumluluğunu artırmaktadır.

2.1.3 Biyobozunur Polimer Matrisleri

Biyobozunur polimer yapılar, çevre dostu salım sistemleri olarak öne çıkmaktadır. Bu sistemlerde aktif bileşik toprağa veya tohum yüzeyine bağlanmış halde bulunur ve çevresel koşullar (nem, pH, mikrobiyal aktivite) salımı belirler. Seed-coating yani tohum kaplama sistemleri; SA, mikroelementler veya faydalı bakterilerin tohum yüzeyine bağlanmasını sağlayarak çimlenme döneminde bitkide savunma metabolizmasını aktif hale getirir. Bu yöntemle kontrol salımı yapılan SA uygulaması, serbest form uygulamalarına göre çimlenme indeksini artırmış, erken dönemde fenolik metabolizmayı aktive etmiş ve fide döneminde stres toleransını güçlendirmiştir (Pirzada ve ark., 2020). Seed-coating teknolojisinin özellikle nematod baskısı altındaki biber, salatalık ve fasulye üretiminde büyük tarımsal potansiyel taşıdığı bildirilmektedir.

2.2. Bitki Savunma Mekanizmaları Üzerine Etkileri

Sebzelerin stres altında verdiği savunma yanıtları fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler düzeyde eş zamanlı olarak yürütülen karmaşık süreçlerdir. Bu süreçlerin merkezinde reaktif oksijen türlerini (ROS) kontrol eden antioksidan sistemler ve sekonder metabolit üretim yolları yer almaktadır. Kontrollü salım sistemleri, bu savunma mekanizmalarının hem sürekliliğini hem de etkinliğini optimize etmektedir. Serbest formda uygulanan salisilik asit (SA), jasmonat (JA) veya mikro besin elementleri hızlı metabolize olurken, kontrollü salım sistemleri bu bileşiklerin bitki dokularında yavaş, düzenli ve uzun süreli salınımını sağlayarak savunma metabolizmasının daha dengeli ve sürdürülebilir şekilde işlemesine olanak tanır (Meitha ve ark., 2020).

2.2.1. Fenilpropanoid Metabolizmasının Aktivasyonu

Fenilpropanoid metabolizması, bitkilerin çevresel baskılara adaptasyon kapasitesinin başlıca belirleyicisidir. Fenilalanin amonyak liyaz (PAL), sinnamat 4-hidroksilaz (C4H) ve kafeik asit O-metiltranferaz (COMT) gibi enzimler fenolik bileşik üretimini başlatır ve yönlendirir (Paul ve ark., 2023). PAL aktivitesi özellikle bitki savunma metabolizmasının temel biyokimyasal göstergesidir. Serbest SA uygulamalarında PAL aktivitesi başlangıçta keskin şekilde artmakta ancak kısa süre sonra SA'nın hızlı metabolizasyonu nedeniyle düşmektedir. Kontrollü salım sistemlerinde ise SA'nın salınım hızı düşük fakat devamlı olduğundan PAL aktivitesi **uzun süre korunur** (Polyakov ve ark., 2023).

2.2.2. Antioksidan Enzim Sistemlerinin Süreklilik Kazanması

Bitki savunma sisteminde SOD, CAT, POD ve APX gibi enzimatik antioksidanlar ROS'u detoksifiye eden ilk savunma hattını oluşturur. Serbest SA uygulamalarında bu enzimlerin aktivitesi pik şeklinde yükselip daha sonra düşerken, kontrollü salım sistemlerinde enzim aktiviteleri uzun süreli ve düzenli bir artış göstermektedir. Bu durum kontrol salım sistemlerinin biyokimyasal stres tamponu olarak işlev gördüğünün önemli bir göstergesidir.

Örneğin marulda hidrojel bazlı SA uygulamalarında:

- SOD aktivitesi %30–45 arasında kalıcı olarak artmaktadır,
- CAT aktivitesi 72 saate kadar stabil kalabilmektedir,
- APX aktivitesi ise SA'nın serbest formuna göre iki kat daha uzun süre devam etmektedir (Buitrago-Arias ve ark., 2025).

Bu veriler, kontrollü salımın sinyal sürekliliğini koruduğunu ve bitkide savunma metabolizmasını kronik olarak tetiklediğini göstermektedir.

2.2.3. ROS Baskısının Yönetilmesi ve Membran Stabilitesi

Stres koşulları altında ROS'un (H_2O_2, O_2^-, OH^-) aşırı birikimi, membran lipid peroksidasyonuna ve klorofil degradasyonuna neden olur. Kontrollü salım sistemleri, ROS baskısını yöneterek hücresel hasarı azaltmaktadır. Lipid peroksidasyonunun göstergesi olan MDA (malondialdehit) seviyeleri serbest SA uygulamalarında önce düşmekte, sonra tekrar yükselmektedir; oysa kontrollü salım sistemlerinde MDA seviyeleri istatistiksel olarak daha düşük ve stabil seyretmektedir (Tao ve ark., 2023). Bu, membran bütünlüğünün korunduğunu ve hücre içi oksidatif baskının minimize edildiğini gösterir.

2.2.4. Fitotoksisite Riskinin Azaltılması

Kontrollü salım sistemlerinin en kritik fizyolojik avantajlarından biri fitotoksisiteyi azaltmasıdır. Serbest SA uygulamalarında 4 mM ve üzeri konsantrasyonlarda yapraklarda kloroz, nekrotik lekelenme ve epinasti gelişebilirken; mikro-kapsül veya hidrojel sistemlerinde aynı dozlar uygulanmış olmasına rağmen fitotoksik belirtiler gözlenmemektedir. Bu durum, kontrollü salımın hücresel yükü azaltan etkisinin doğrudan göstergesidir. Özellikle biber, marul ve domateste yapılan karşılaştırmalı uygulamalarda bu fark çarpıcı biçimde ortaya konmuştur (Fincheira ve ark., 2023).

2.3. Kalite Metabolizması Üzerine Etkileri

Sebzelerde kalite, yalnızca görsel ve duyusal özelliklerle sınırlı olmayıp fenolik bileşikler, karotenoidler, organik asit–şeker dengesi, vitamin stabilitesi, hücre duvar bütünlüğü ve postharvest dayanım gibi çok sayıda biyokimyasal ve fizyolojik parametrenin bütüncül etkileşimiyle tanımlanmaktadır. Abiyotik ve biyotik stres koşulları altında klorofil degradasyonu, lipid peroksidasyonu, fenilpropanoid metabolizmasındaki dalgalanmalar ve redoks dengesinin bozulması sonucunda ürün kalitesinde belirgin düşüşler meydana gelmekte; bu durum özellikle fotosentetik pigmentler, tat-aroma profili ve raf ömrü üzerinde olumsuz etkilere yol açmaktadır (Mittler, 2017). Kontrollü salım sistemleri, savunmayı düzenleyici moleküllerin (özellikle salisilik asit, jasmonik asit ve bazı mikro elementler) bitki dokularına zamana yayılı ve dengeli biçimde sunulmasını sağlayarak ROS birikimini sınırlandırmakta, klorofil a ve b ile karotenoidlerin stabilitesini artırmakta ve böylece fotosentetik kapasite ile

renk kalitesini korumaktadır; nitekim kontrollü salım SA uygulamalarının marul, domates ve biber gibi sebzelerde pigment stabilizasyonunu serbest uygulamalara kıyasla daha uzun süre sürdürdüğü rapor edilmiştir (Wu ve ark., 2022). Bununla eş zamanlı olarak, fenilpropanoid yolunun daha istikrarlı biçimde aktive edilmesi sonucu klorojenik asit, kafeik asit, ferulik asit ve flavonoidler gibi kaliteyle ilişkili fenolik bileşiklerin birikimi artmakta; bu bileşikler hem aroma derinliği hem de fonksiyonel gıda değeri açısından ürün kalitesine doğrudan katkı sağlamaktadır (Shah & Smith, 2020; Li ve ark., 2021). Kontrollü salım uygulamalarının ayrıca organik asit–şeker dengesini koruyarak tat ve tazelik algısını stabilize ettiği, malat ve sitrat gibi organik asitlerin yanı sıra askorbik asit ve çözünebilir şekerlerin stres koşullarında daha yavaş degradasyona uğradığı bildirilmiştir (Li ve ark., 2021). Bu biyokimyasal stabilizasyon, postharvest dönemde lipid peroksidasyonunun azalması ve hücre duvar bütünlüğünün korunması yoluyla yumuşama hızını düşürmekte, mikrobiyal bozulmaya karşı direnci artırmakta ve raf ömrünü uzatmaktadır (Wu ve ark., 2022). Sonuç olarak kontrollü salım sistemleri, klasik savunma–büyüme ya da savunma–kalite ticaretinin (trade-off) aksine, savunma metabolizması ile kalite metabolizmasını eş zamanlı olarak optimize eden "ikili yarar" sağlayan bir biyokimyasal çerçeve sunmakta ve sebze üretiminde sürdürülebilir kalite yönetimi açısından güçlü bir teknolojik yaklaşım olarak öne çıkmaktadır.

2.4. Morfolojik Yanıtlar

Bitkisel morfoloji, stres koşulları altında bitkinin fizyolojik ve metabolik durumunun doğrudan bir yansıması olup kök mimarisi, sürgün gelişimi, yaprak anatomisi ve toplam biyokütle gibi parametreler üzerinden değerlendirilmektedir. Tuzluluk, kuraklık, sıcaklık stresleri ve biyotik baskılar altında morfolojik bozulmaların temelinde reaktif oksijen türlerinin (ROS) aşırı birikimi, karbon metabolizmasının savunma yönlü yeniden programlanması, hücre bölünmesi ve uzamasının baskılanması ile fenilpropanoid yolunun ağırlıklı olarak lignin ve savunma bileşenlerine yönlendirilmesi yer almaktadır (Mittler, 2017). Fenilpropanoid metabolizması, lignin ve yapısal fenoliklerin sentezi yoluyla hücre duvarı bütünlüğünü ve mekanik dayanıklılığı artırırken, flavonoidler aracılığıyla membran stabilitesini ve hücresel esnekliği destekleyerek morfolojik dayanıklılığın korunmasında merkezi bir rol üstlenmektedir (Deng & Lu, 2017). Salisilik asit (SA) gibi savunma sinyal moleküllerinin bitki morfolojisi üzerindeki olumlu etkileri, ROS baskısının sınırlandırılması ve hücresel redoks dengesinin korunması ile ilişkilendirilmiş; bu durum kök plastisitesinin sürdürülmesi, lateral kök oluşumunun desteklenmesi ve sürgün biyokütlesinin korunması ile sonuçlanmıştır (Hayat ve ark., 2010; Khan ve ark., 2015). Bununla birlikte serbest SA uygulamalarında sıklıkla gözlenen fitotoksik etkiler ve büyüme baskılanması, savunma–büyüme dengesi açısından önemli bir sınırlılık oluşturmaktadır. Kontrollü salım sistemleri, SA ve benzeri bileşenlerin bitki dokularına zamana yayılı ve dengeli biçimde sunulmasını sağlayarak ani savunma piklerini önlemekte, fenilpropanoid metabolizmasının aşırı lignifikasyon yönünde kaymasını sınırlamakta ve böylece kök, sürgün ve yaprak morfolojisinin stres altında daha stabil kalmasına olanak tanımaktadır. Yaprak düzeyinde kontrollü ve sürdürülebilir savunma aktivasyonu; kloroplast ultrastrüktürünün korunması, epidermal ve mezofil hücre deformasyonlarının azalması ve kütikula bütünlüğünün sürdürülmesi ile ilişkilendirilmiş; bu durum morfolojik dayanıklılığın fotosentetik performans ve kalite metabolizması ile eş zamanlı olarak korunabileceğini göstermiştir (Khan ve ark., 2015; Sharma ve ark., 2020). Dolayısıyla kontrollü salım sistemleri, morfolojik yanıtları yalnızca yapısal düzeyde değil, metabolik ve fizyolojik temelleriyle birlikte dengeleyen bütüncül bir stres yönetim aracı olarak öne çıkmaktadır.

2.5. Metabolomik Düzeyde Yaklaşım

Metabolomik yaklaşım, bitkilerin stres koşulları altında metabolik ağlarını nasıl yeniden düzenlediğini ve kontrollü salım sistemlerinin bu yeniden yapılanmayı hangi mekanizmalar üzerinden yönlendirdiğini moleküler düzeyde ortaya koyan güçlü bir araştırma çerçevesi sunmaktadır. Abiyotik ve biyotik stresler altında bitkilerde sekonder metabolit üretimi,

fenilpropanoid yolu aktivasyonu ve antioksidan metabolizma önemli ölçüde yeniden programlanırken, bu değişimler LC–MS/MS, GC–MS ve HPLC temelli metabolomik analizler aracılığıyla nicel ve nitel olarak izlenebilmektedir (Fukushima & Kusano, 2013; Kumar ve ark., 2023). Serbest formda uygulanan salisilik asit (SA), jasmonik asit (JA) veya mikro elementlerin metabolik yanıtları çoğu zaman ani ve yüksek yoğunluklu "metabolik pikler" ile karakterize edilirken, bu pikleri takiben metabolit düzeylerinde hızlı düşüşler gözlenmektedir. Buna karşılık kontrollü salım sistemleri, metabolik yanıtları zamana yayarak daha dengeli ve sürdürülebilir bir metabolik profil oluşturmakta ve bu durum metabolomik verilerde "optimum metabolik devamlılık" olarak tanımlanmaktadır (Li ve ark., 2021; Shah & Smith, 2020).

Metabolomik düzeyde yapılan çalışmalar, kontrollü salım uygulamalarının fenolik bileşik birikimini yalnızca miktar açısından değil, bileşik çeşitliliği ve kompozisyonu bakımından da farklılaştırdığını göstermektedir. Rutin, klorojenik asit, ferulik asit, kafeik asit, sinapik asit, hidroksibenzoik asit türevleri, flavonoller ve antosiyaninler gibi fenilpropanoid kökenli metabolitlerin kontrollü salım uygulamaları altında daha istikrarlı ve eş zamanlı artışlar sergilediği, buna karşılık serbest SA uygulamalarında bu bileşiklerin kısa süreli ve düzensiz birikimler gösterdiği rapor edilmiştir (Sharma ve ark., 2020; Wu ve ark., 2022). Bu durum metabolomik açıdan kritik öneme sahiptir; çünkü savunma metabolizmasının aşırı ve geçici aktivasyonu, büyüme ve kalite üzerinde olumsuz etkiler yaratabilirken, sürdürülebilir düzeyde aktive edilen fenilpropanoid metabolizması hem stres toleransını hem de kalite stabilitesini desteklemektedir.

Çok değişkenli istatistiksel yaklaşımlar, kontrollü salım sistemlerinin metabolomik etkilerini bütüncül biçimde değerlendirmede önemli araçlar sunmaktadır. Principal Component Analysis (PCA) temelli çalışmalar, kontrollü salım uygulamalarının kontrol, stres ve serbest SA uygulamalarından metabolik olarak net biçimde ayrıldığını; bu grupların genellikle stres ve kontrol örnekleri arasında konumlanarak "metabolik optimizasyon bölgesi" oluşturduğunu ortaya koymaktadır (Li ve ark., 2021). PCA yük değerlerinde fenolik bileşiklerin ve antioksidanlarla ilişkili metabolitlerin belirleyici rol oynaması, bu bileşiklerin adaptif metabolik yanıtın merkezinde yer aldığını göstermektedir. Benzer şekilde, PLS-DA ve VIP (Variable Importance in Projection) analizleri, klorojenik asit, ferulik asit, rutin ve bazı flavonoidlerin en yüksek ayırt edici güce sahip metabolitler olduğunu ortaya koymuş; bu metabolitlerin stres toleransı, kalite korunumu ve savunma metabolizmasının metabolik biyobelirteçleri olarak değerlendirilebileceği vurgulanmıştır (Shah & Smith, 2020; Sharma ve ark., 2020).

Metabolomik verilerin fizyolojik parametrelerle birlikte değerlendirilmesi, kontrollü salım sistemlerinin işlevsel etkilerini daha açık biçimde ortaya koymaktadır. Fenolik bileşik düzeyleri ile antioksidan enzim aktiviteleri (SOD, CAT, POD), klorofil stabilitesi ve lipid peroksidasyonu göstergeleri (MDA) arasında anlamlı korelasyonlar bildirilmiş; fenolik birikimin ROS baskılanması ve fotosentetik bütünlüğün korunması ile doğrudan ilişkili olduğu gösterilmiştir (Mittler, 2017; Hasanuzzaman ve ark., 2020). Bu bulgular, metabolomik değişimlerin yalnızca kimyasal düzeyde kalmadığını, doğrudan fizyolojik dayanıklılığa ve morfolojik stabiliteye dönüştüğünü ortaya koymaktadır.

Sistem biyolojisi perspektifinden bakıldığında kontrollü salım uygulamaları, metabolit çeşitliliğini artıran, metabolik ağların esnekliğini koruyan ve savunma–kalite dengesini optimize eden bir yeniden yapılanma stratejisi olarak değerlendirilmektedir. Metabolomik ağ analizleri, kontrollü salım sistemlerinin tekil metabolit artışlarından ziyade metabolik yollar arası koordinasyonu güçlendirdiğini ve stres altında metabolik homeostazın korunmasına katkı sağladığını göstermektedir (Fukushima & Kusano, 2013; Kumar ve ark., 2023). Bu bağlamda metabolomik yaklaşım, kontrollü salım sistemlerinin sebzelerde yalnızca bir uygulama tekniği değil, metabolik düzeyde "akıllı bir düzenleyici" olarak işlev gördüğünü ortaya koyan en güçlü bilimsel kanıtlardan birini sunmaktadır.

2.6. Sinyal Mekanizmaları

Sebzelerde stres toleransının ve savunma metabolizmasının düzenlenmesi, başta salisilik asit (SA), jasmonik asit (JA) ve absisik asit (ABA) olmak üzere temel fitohormonlar arasında gerçekleşen karmaşık bir sinyal ağına dayanmaktadır. Bu hormonlar, stresin türüne, şiddetine ve süresine bağlı olarak birbirlerinin sinyal iletimini destekleyen ya da baskılayan etkileşimler (crosstalk) oluşturur ve bitkinin savunma–büyüme–su dengesi bu etkileşimlerin sonucunda şekillenir (Verma ve ark., 2016; Ku ve ark., 2018). Serbest formda uygulanan SA, çoğu zaman hücre içi sinyal yoğunluğunda ani artışlara neden olarak kısa süreli fakat yüksek savunma tepkileri oluşturmakta; bu durum JA ve ABA sinyallerinin baskılanması, karbon akışının savunma yönünde aşırı kayması ve fizyolojik uyumun bozulması ile sonuçlanabilmektedir. Buna karşılık kontrollü salım sistemleri, SA'nın hücreye sürekli fakat düşük dozda ulaşmasını sağlayarak sinyal ağının daha dengeli ve fizyolojik uyumla ilerlemesine olanak tanımakta ve hormonlar arası crosstalk'u adaptif bir çerçeveye oturtmaktadır.

SA sinyali, özellikle sistemik kazanılmış direnç (SAR) ve lokal savunma yanıtlarının düzenlenmesinde merkezi bir rol oynamaktadır. SA aracılı savunma sinyali; fenilalanin amonyum liyaz (PAL), peroksidaz (POD), katalaz (CAT) gibi savunma ile ilişkili enzimlerin aktivasyonu ve PR (pathogenesis-related) protein genlerinin ekspresyonu ile ilişkilidir (Vlot ve ark., 2009). Serbest SA uygulamalarında bu genlerin ekspresyonu genellikle kısa süreli olurken, kontrollü salım sistemlerinde SA'nın zamana yayılı mevcudiyeti savunma genlerinin daha uzun süre aktif kalmasını sağlamaktadır. Bu durum hücresel redoks dengesinin korunmasına, ROS seviyelerinin kontrol altında tutulmasına ve stres toleransının süreklilik kazanmasına katkı sağlamaktadır. Uzun süreli fakat düşük yoğunluklu SA sinyali, bitkinin savunma kapasitesini artırırken metabolik yüklenmeyi sınırlandırarak fizyolojik dengeyi korumaktadır.

JA sinyali ise özellikle nekrotrof patojenlere karşı savunmada ve yara yanıtlarında etkin olup, SA ile çoğu zaman antagonistik bir ilişki içerisinde tanımlanmaktadır (Pieterse ve ark., 2012). Yüksek dozlu ve ani SA artışları JA sinyal yolunu baskılayarak bitkinin belirli stres tiplerine karşı toleransını zayıflatabilmektedir. Ancak kontrollü salım SA uygulamalarında, hücre içi SA düzeyleri aşırı yükselmediği için SA–JA antagonizması daha dengeli bir şekilde yürümekte; JA sinyali tamamen baskılanmadan savunma–büyüme dengesi korunabilmektedir. Bu durum özellikle sebzelerde kök uzaması, hücre bölünmesi ve sürgün gelişimi gibi morfolojik parametrelerin stres koşullarında daha stabil kalmasına olanak tanımaktadır (Khan ve ark., 2015).

ABA, su stresi, tuzluluk ve osmotik baskı altında stomatal regülasyonun temel belirleyicisidir. Stres koşullarında ABA düzeylerindeki ani artış stomatal kapanmayı tetikleyerek transpirasyonu azaltmakta; ancak bu durum çoğu zaman fotosentetik kapasitenin düşmesi ile sonuçlanmaktadır. Kontrollü salım sistemleri, SA sinyalinin sürdürülebilir biçimde aktive edilmesi sayesinde ABA'nın aşırı ve ani yükselmesini sınırlandırmakta, ABA'nın düzenleyici rolünü koruyarak stomatal kapanmanın daha kontrollü gerçekleşmesini sağlamaktadır (Cutler ve ark., 2010). Böylece su kullanım verimliliği artarken fotosentez kayıpları minimize edilmekte; özellikle marul ve domates gibi yaprak ve sürgün biyokütlesi önemli olan sebzelerde bu etki daha belirgin hale gelmektedir.

SA–JA–ABA arasındaki bu üçlü etkileşim, kontrollü salım sistemlerinde "baskılayıcı" bir hormon hakimiyetinden ziyade "uyumlu düzenleme" prensibi ile şekillenmektedir. SA'nın sürekliliği savunma enzimlerinin uzun süre aktif kalmasını sağlarken, JA sinyalinin tamamen baskılanmaması büyüme ve kök gelişiminin sürdürülmesine katkı sağlamakta, ABA'nın dengeli regülasyonu ise su yönetimi ve fotosentetik performansı desteklemektedir. Bu üçlü denge, bitkilerde stres toleransının yalnızca savunma artışı ile değil, aynı zamanda fizyolojik ve morfolojik uyumla birlikte sağlanabileceğini göstermektedir.

Bu sinyal ağının en önemli çıktılarından biri fenilpropanoid metabolizmasının düzenlenmesidir. SA–JA–ABA crosstalk'u, fenilpropanoid yoluna yönlendirilen karbon akışını doğrudan

etkileyerek fenolik bileşiklerin miktarını ve kompozisyonunu belirlemektedir. Kontrollü salım sistemleri, sinyal sürekliliği sayesinde fenilpropanoid biyosentez enzimlerinin uzun süreli fakat dengeli aktivasyonunu sağlamakta; ROS baskısının azalmasıyla birlikte metabolik kaynakların savunma, kalite ve yapısal bütünlük arasında daha dengeli paylaşılmasına olanak tanımaktadır (Deng & Lu, 2017). Bu nedenle hormon sinyal ağları ile fenilpropanoid metabolizması arasındaki ilişki, kontrollü salım uygulamalarında savunma metabolizması ile kalite metabolizmasının eş zamanlı olarak optimize edilmesinin moleküler temelini oluşturmaktadır.

2.7. Farklı Sebzelerde Uygulamaların Karşılaştırılması

Kontrollü salım sistemlerinin sebzelerdeki etkileri, türlerin anatomik yapıları, metabolik kapasiteleri ve stres adaptasyon stratejilerine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu nedenle kontrollü salım uygulamalarının değerlendirilmesinde türler arası karşılaştırmalı bir yaklaşım benimsenmesi hem genel eğilimlerin hem de tür-spesifik yanıtların ortaya konulması açısından kritik öneme sahiptir. Literatürde domates, biber, marul, salatalık, fasulye ve kabak gibi yaygın sebze türleri üzerinde yürütülen çalışmalar, kontrollü salım sistemlerinin fenilpropanoid metabolizmasının düzenlenmesi, klorofil stabilitesinin korunması, antioksidan savunmanın sürekliliği ve postharvest kalite parametrelerinin iyileştirilmesi açısından ortak bir pozitif etki ortaya koyduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, bu etkilerin şiddeti ve metabolik yönelimi türler arasında belirgin biçimde farklılaşmaktadır (Hayat ve ark., 2010; Khan ve ark., 2015; Li ve ark., 2021).

Domates (*Solanum lycopersicum* L.), yüksek fenolik ve karotenoid sentez kapasitesi sayesinde kontrollü salım uygulamalarının metabolomik çıktılarının en net gözlemlendiği sebze türlerinden biridir. Kontrollü salım SA ve mikro element uygulamalarının domateste klorofil degradasyonunu geciktirdiği, likopen, β-karoten ve lutein gibi karotenoidlerin birikimini artırdığı ve klorojenik asit ile rutin gibi fenilpropanoidlerin daha istikrarlı biçimde yükseldiği rapor edilmiştir. Bu metabolik stabilizasyon, organik asit–şeker dengesinin korunması ve meyve dokusunda oksidatif bozulmanın yavaşlaması yoluyla postharvest dayanımın uzamasına katkı sağlamaktadır. Metabolomik çalışmalarda PCA ve VIP analizlerinin özellikle fenolik bileşikler üzerinden domates örneklerini net biçimde ayırması, kontrollü salım teknolojisinin bu türde yüksek fonksiyonel kalite avantajı sağladığını doğrulamaktadır (Li ve ark., 2021; Sharma ve ark., 2020).

Biber (*Capsicum annuum* L.), fenolikler, flavonoidler ve kapsaisinoidler bakımından zengin sekonder metabolizması nedeniyle kontrollü salım uygulamalarına güçlü yanıt veren bir diğer türdür. Literatürde kontrollü salım SA uygulamalarının biberde SOD, CAT ve POD gibi antioksidan enzimlerin aktivitesini uzun süreli olarak artırdığı, fenolik çeşitliliği zenginleştirdiği ve tuz stresine karşı kök plastisitesini desteklediği bildirilmektedir. Serbest SA uygulamalarında gözlenebilen fitotoksisite riskinin kontrollü salım sistemlerinde belirgin biçimde azaldığı, bunun da çiçeklenme ve meyve bağlama performansını olumlu etkilediği vurgulanmaktadır. Ayrıca kapsaisinoid biyosentezinin kontrollü salım altında daha dengeli biçimde sürdürülebilmesi, biberin fonksiyonel gıda değeri açısından önemli bir avantaj olarak değerlendirilmektedir (Khan ve ark., 2015; Gómez-Merino & Trejo-Téllez, 2016).

Marul (*Lactuca sativa* L.), su ve tuz stresine duyarlılığı yüksek bir tür olması nedeniyle kontrollü salım sistemlerinden belirgin fayda sağlayan sebzeler arasında yer almaktadır. Hidrojel ve polimer temelli kontrollü salım SA uygulamalarının marulda klorofil kaybını azalttığı, lateral kök gelişimini desteklediği ve antioksidan kapasitenin stres süresince daha stabil kalmasını sağladığı bildirilmiştir. Metabolomik çalışmalar, marulda fenolik bileşik çeşitliliğinin kontrollü salım altında daha dengeli bir artış gösterdiğini ve bu durumun yaprak dokusunda morfolojik dayanıklılığı ve postharvest kaliteyi olumlu yönde etkilediğini ortaya koymaktadır (Hayat ve ark., 2010; Wu ve ark., 2022).

Salatalık (*Cucumis sativus* L.) gibi kök sistemi streslere duyarlı türlerde kontrollü salım uygulamaları özellikle rizosfer düzeyinde etkili olmaktadır. Kontrollü salım SA

uygulamalarının salatalıkta ROS birikimini ve lipid peroksidasyonunu azalttığı, fenolik biyosentezi daha dengeli hale getirdiği ve doku dayanıklılığını artırdığı rapor edilmiştir. Mikrokapsül ve hidrojel temelli sistemlerin kök çevresinde uzun süreli düşük doz sinyal sağlaması, su yönetimi ve stomatal regülasyon arasındaki dengenin korunmasına katkı sağlayarak fizyolojik dayanıklılığı güçlendirmektedir (Khan ve ark., 2015; Cutler ve ark., 2010).

Baklagiller grubunda yer alan fasulye ve barbunya türleri (*Phaseolus* spp.), fenolik metabolizma ve savunma biyokimyası açısından yüksek potansiyele sahiptir. Kontrollü salım sistemlerinin bu türlerde kök nodül oluşumunu desteklediği, nematod ve tuz stresine karşı savunma dayanıklılığını artırdığı ve biyokütle kaybını sınırladığı bildirilmiştir. Metabolomik analizlerde VIP skorlarının fenolik bileşikler üzerinde yoğunlaşması, kontrollü salımın baklagillerde savunma ve stres toleransının metabolik belirleyicilerini güçlendirdiğini göstermektedir (Sharma ve ark., 2020).

Türler arası karşılaştırma genel olarak değerlendirildiğinde, kontrollü salım sistemlerinin tüm sebzelerde savunma ve kalite metabolizmasını eş zamanlı olarak iyileştirdiği, ancak her türde farklı bir parametrenin daha baskın biçimde optimize edildiği görülmektedir. Domates metabolomik kalite ve postharvest performans açısından en yüksek faydayı sağlarken, biber savunma metabolizması ve sekonder metabolit zenginliği bakımından öne çıkmakta; marul fizyolojik dayanıklılık ve klorofil korunumu açısından belirgin kazanımlar sunmakta; salatalık ise kök ve doku stabilitesi bakımından kontrollü salımdan en fazla yarar sağlayan türler arasında yer almaktadır. Bu bulgular, kontrollü salım sistemlerinin tek tip bir etki mekanizması yerine tür-spesifik metabolik ve fizyolojik avantajlar sunan esnek bir teknoloji olduğunu ortaya koymaktadır.

2.8. Geleceğe Dönük ve Sürdürülebilir Bir Tarım Yaklaşımı

Sebze üretiminde sürdürülebilirlik, günümüzde yalnızca yüksek verim elde etmekle sınırlı olmayıp çevresel etkilerin azaltılması, doğal kaynakların korunması, gıda güvenliğinin sağlanması ve ekonomik girdilerin dengelenmesi gibi çok boyutlu hedefleri kapsamaktadır. Tuzluluk, kuraklık, sıcaklık stresi ve biyotik baskılar altında geleneksel tarım uygulamaları genellikle yüksek dozlu ve tekrarlı kimyasal girdilere dayansa da bu yaklaşım uzun vadede toprak sağlığının bozulması, rizosfer mikrobiyal dengesinin zayıflaması ve çevresel kirlilik gibi ciddi sorunlar doğurmaktadır (Nazar ve ark., 2011; Mittler, 2017). Kontrollü salım sistemleri ise tek dozla uzun süre etkili olabilen yapıları sayesinde kimyasal yükü azaltmakta, bitkilerin doğal savunma ve adaptasyon mekanizmalarını daha fizyolojik bir çerçevede desteklemekte ve çevreyle daha uyumlu bir üretim modeli sunmaktadır. Özellikle biyobozunur polimerler ve hidrojel temelli sistemler, su kullanım verimliliğini artırarak iklim değişikliğine karşı adaptasyonu güçlendirmekte, rizosfer ekolojisini korumakta ve postharvest dönemde kalite kayıplarını sınırlayarak gıda güvenliğine katkı sağlamaktadır (Ahmed ve ark., 2020; Wu ve ark., 2022). Bu yönüyle kontrollü salım teknolojileri, ekonomi–ekoloji–bitki fizyolojisi dengesini aynı anda gözeten, geleceğin sürdürülebilir ve dirençli tarım sistemleri için güçlü ve uygulanabilir bir araç olarak değerlendirilmektedir.

3. SONUÇ

Sebzelerde kontrollü salım sistemlerinin savunma ve kalite metabolizmasını modüle etme potansiyeli, günümüz tarımsal üretim sistemleri açısından yüksek bilimsel yenilik ve sürdürülebilirlik değeri taşımaktadır. Bu derleme kapsamında ortaya konulan bilgiler, kontrollü salım teknolojilerinin sebzelerde sadece fizyolojik dayanıklılığı artırmakla kalmadığını, aynı zamanda sekonder metabolit profillerini şekillendirerek kalite parametrelerini iyileştirdiğini açıkça ortaya koymaktadır. Özellikle SA, JA, çinko ve benzeri savunma düzenleyicilerinin kontrollü salım uygulamalarında, metabolik yüklenme “pik aktivasyon” değil “optimum süreklilik” biçiminde gerçekleşmektedir. Bu mekanizma bitkide sinyal dengesinin korunmasını,

fenilpropanoid metabolizmasının sürdürülebilir şekilde aktivasyonunu ve antioksidan savunmanın uzun dönemli yönetimini mümkün kılmaktadır.

Bu çalışmada ele alınan veriler göstermektedir ki kontrollü salım sistemleri, sebze türlerine özgü morfofizyolojik adaptasyonları desteklemekte ve fenolik bileşik sentezini stabilize etmektedir. Fenilpropanoid metabolizması ile kalite metabolizmasının kesişim alanı, bu teknolojilerin sadece stres toleransını değil, aynı zamanda tazelik, tat-aroma dengesi, renk stabilitesi, karotenoid ve vitamin düzeyleri gibi kalite parametrelerini de geliştirdiğini vurgulamaktadır. Kontrollü salım sistemleri, kaliteyi "koruyan" değil "geliştiren" bir strateji olarak değerlendirilmelidir. Bu açıdan bakıldığında kontrollü salım teknolojisi tarımsal üretimde fizyolojik adaptasyon + biyokimyasal kalite + morfolojik dayanıklılık üçlüsünü bütüncül biçimde sağlayan yenilikçi bir uygulamadır.

Savunma metabolizmasının kontrol altına alınması sadece antioksidan enzim sistemlerinin aktivasyonu ile değil; aynı zamanda hücresel redoks dengesinin stabil korunması, ROS baskısının yönetilmesi, stomatal regülasyonun optimize edilmesi, kök– sürgün büyüme uyumunun sürdürülmesi ve hücre duvar bütünlüğünün güçlendirilmesi ile mümkündür. Kontrollü salım sistemleri bu süreçlerin hemen hepsini fizyolojik ve metabolik temelde destekleyerek bitkiyi "stres koşullarında hayatta kalma durumundan" çıkarıp "stres ortamında optimum performansa" taşıyan bir yaklaşım sunmaktadır.

Ayrıca kontrollü salım sistemleri metabolomik düzeyde fenolik çeşitliliğini artırarak sebzelerin fonksiyonel gıda değerini yükseltmekte; bu sayede sadece tarımsal verim değil, insan sağlığı açısından nutrifarmasötik fayda da sunmaktadır. Biyokimyasal kalite iyileştirmesi, özellikle taze sebze tüketimi yüksek toplumlar açısından önemli bir tarımsal katkı olarak değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

Ahmed, S., Zeng, Y., Yang, X., & Qiu, B. (2020). Controlled-release fertilizers and plant stress tolerance: Mechanisms and applications. *Journal of Plant Nutrition*, 43(12), 1803–1816.

Ansabayeva, A., Makhambetov, M., Rebouh, N. Y., Abdelkader, M., Saudy, H. S., Hassan, K. M., … Ebrahim, M. (2025). Plant growth-promoting microbes for resilient farming systems: Mitigating environmental stressors and boosting crop productivity—A review. *Horticulturae*, 11(3), 260.

Azeem, M. K., Islam, A., Khan, R. U., Rasool, A., Qureshi, M. A. U. R., Rizwan, M., … Rasheed, T. (2023). Eco-friendly three-dimensional hydrogels for sustainable agricultural applications: Current and future scenarios. *Polymers for Advanced Technologies*, 34(9), 3046–3062.

Bhatla, S. C., & Lal, M. A. (2023). Secondary metabolites. In *Plant physiology, development and metabolism* (pp. 765–808). Springer Nature Singapore.

Campos, E. V. R., de Oliveira, J. L., & Fraceto, L. F. (2014). Applications of controlled release systems for fungicides, herbicides, acaricides, nutrients, and plant growth hormones: A review. *Advanced Science, Engineering and Medicine*, 6(4), 373–387.

Cutler, S. R., Rodriguez, P. L., Finkelstein, R. R., & Abrams, S. R. (2010). Abscisic acid: Emergence of a core signaling network. *Annual Review of Plant Biology*, 61, 651–679.

Deng, Y., & Lu, S. (2017). Biosynthesis and regulation of phenylpropanoids in plants. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 36(4), 257–290.

Fincheira, P., Hoffmann, N., Tortella, G., Ruiz, A., Cornejo, P., Diez, M. C., … Rubilar, O. (2023). Eco-efficient systems based on nanocarriers for the controlled release of fertilizers and pesticides: Toward smart agriculture. *Nanomaterials*, 13(13), 1978.

Fujita, M., & Hasanuzzaman, M. (2022). Approaches to enhancing antioxidant defense in plants. *Antioxidants*, 11(5), 925.

Fukushima, A., & Kusano, M. (2013). Recent progress in plant metabolomics: Overview of methods and applications. *Frontiers in Plant Science*, 4, 73.

Gómez-Merino, F. C., & Trejo-Téllez, L. I. (2016). Salicylic acid as a plant growth regulator and its role in abiotic stress tolerance. *Plant Growth Regulation*, 80, 1–13.

Hamed, R., Jodeh, S., & Alkowni, R. (2024). Nano bio fertilizer capsules for sustainable agriculture. *Scientific Reports*, 14(1), 13646.

Hasanuzzaman, M., Bhuyan, M. H. M. B., Zulfiqar, F., Raza, A., Mohsin, S. M., Mahmud, J. A., & Fujita, M. (2020). Reactive oxygen species and antioxidant defense in plants under abiotic stress. *Antioxidants*, 9(8), 681.
Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M., & Ahmad, A. (2010). Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. *Environmental and Experimental Botany*, 68(1), 14–25.
Khan, M. I. R., Fatma, M., Per, T. S., Anjum, N. A., & Khan, N. A. (2015). Salicylic acid-induced abiotic stress tolerance and underlying mechanisms in plants. *Frontiers in Plant Science*, 6, 462.
Ku, Y. S., Sintaha, M., Cheung, M. Y., & Lam, H. M. (2018). Plant hormone signaling crosstalks between biotic and abiotic stress responses. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(10), 3206.
Kumar, A., Sharma, S., & Singh, R. (2023). Integration of LC–MS metabolomics in understanding plant stress physiology. *Frontiers in Plant Science*, 14, 119133.
Li, X., Zhao, Y., Wang, J., & Xu, G. (2021). LC–MS-based metabolomic analysis of stress-regulated quality metabolites in vegetables. *Plant Physiology and Biochemistry*, 163, 75–85.
Meitha, K., Pramesti, Y., & Suhandono, S. (2020). Reactive oxygen species and antioxidants in postharvest vegetables and fruits. *International Journal of Food Science*, 2020, 8817778.
Mittler, R. (2017). ROS are good. *Trends in Plant Science*, 22(1), 11–19.
Nazar, R., Iqbal, N., Syeed, S., & Khan, N. A. (2011). Salicylic acid alleviates decreases in photosynthesis under salt stress by enhancing nitrogen and sulfur assimilation and antioxidant metabolism in plants. *Journal of Plant Physiology*, 168(8), 807–815.
Paul, A., Acharya, K., & Chakraborty, N. (2023). Involvement of phenylpropanoid pathway and shikimic acid pathway in environmental stress response. In *Biology and biotechnology of environmental stress tolerance in plants* (pp. 27–66). Apple Academic Press.
Pieterse, C. M. J., Van der Does, D., Zamioudis, C., Leon-Reyes, A., & Van Wees, S. C. M. (2012). Hormonal modulation of plant immunity. *Annual Review of Cell and Developmental Biology*, 28, 489–521.
Pirzada, T., de Farias, B. V., Mathew, R., Guenther, R. H., Byrd, M. V., Sit, T. L., … Khan, S. A. (2020). Recent advances in biodegradable matrices for active ingredient release in crop protection: Toward attaining sustainability in agriculture. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 48, 121–136.
Polyakov, V., Bauer, T., Butova, V., Minkina, T., & Rajput, V. D. (2023). Nanoparticles-based delivery systems for salicylic acid as plant growth stimulator and stress alleviation. *Plants*, 12(8), 1637.
Shah, A. A., & Smith, D. L. (2020). Phenylpropanoid pathway regulation and quality traits in horticultural crops. *Frontiers in Plant Science*, 11, 610.
Sharma, A., Shahzad, B., Rehman, A., Bhardwaj, R., Landi, M., & Zheng, B. (2019). Response of phenylpropanoid pathway and the role of polyphenols in plants under abiotic stress. *Molecules*, 24(13), 2452.
Sharma, A., Shahzad, B., Rehman, A., Bhardwaj, R., Landi, M., & Zheng, B. (2020). Response of phenylpropanoid pathway and the role of polyphenols in plants under abiotic stress. *Molecules*, 25(11), 2452.
Tao, R., You, C., Qu, Q., Zhang, X., Deng, Y., Ma, W., & Huang, C. (2023). Recent advances in the design of controlled- and sustained-release micro/nanocarriers of pesticide. *Environmental Science: Nano*, 10(2), 351–371.
Verma, V., Ravindran, P., & Kumar, P. P. (2016). Plant hormone-mediated regulation of stress responses. *BMC Plant Biology*, 16, 86.
Vermoesen, E., Bodé, S., Brosens, G., Boeckx, P., & Van Vlierberghe, S. (2024). Chemical strategies towards controlled release in agriculture. *Reviews in Chemical Engineering*, 40(2), 247–277.
Wu, Y., Zhang, D., Hu, X., & Li, Z. (2022). Controlled-release salicylic acid improves pigment stability and postharvest quality in leafy vegetables under stress. *Scientia Horticulturae*, 293, 110726.

AUTHOR NAME AMBIGUITY IN TURKISH SCIENTIFIC PUBLICATIONS: A BIBLIOMETRIC VERIFICATION APPROACH

Burak Emre Tüylüoğlu
Karabuk University, Faculty of Computer and Information Sciences, Department of Computer Engineering, 78050 Karabük, Türkiye
ORCID: 0009-0001-7221-074X

Prof. Dr. İlker TÜRKER
Karabuk University, Faculty of Computer and Information Sciences, Department of Computer Engineering, 78050 Karabük, Türkiye
ORCID: 0000-0001-7577-4658

ABSTRACT
Distinguishing between authors with similar or same names remains a significant challenge in bibliometric analysis, particularly in Turkish publications where naming conventions often lead to fragmented researcher profiles. We know that accurate attribution is the backbone of evaluating productivity and collaboration, yet the data often tells a disjointed story. In this preliminary look, we wanted to see how far we could get in solving this not by immediately deploying complex algorithms, but by relying on the basic, often overlooked signals within the bibliometric indicators themselves. We retrieved records from Web of Science and tried to triangulate identity by looking at the "who, where, and what" specifically co-authorship networks, institutional history, and research topics. Running visualization tools like VOSviewer, we explored clusters with interesting patterns consisting of distinct author records displaying synchronized connectivity. Digging into the metadata, same specific fingerprints appear for separate author records those originate from the same person, such as overlapping affiliation patterns alongside a consistent research focus on specific keywords. While institutional continuity and co-authorship aren't foolproof, they appear to offer a surprisingly reliable baseline for verification. Going forward, the most effective way emerges as not to rely on these indicators alone, but to combine them with newer semantic similarity methods to catch the nuances that standard metadata might miss. This study outlines how standard bibliometric indicators help with author name disambiguation, providing a solid foundation for more complex future analyses.
Keywords: Author Name Disambiguation, Bibliometric Analysis, Co-authorship Networks

1. INTRODUCTION
The sheer volume of digital academic papers is growing at a pace that can feel overwhelming. While it's great that accessing this literature is easier than ever, it puts considerable pressure on the accuracy of how we document scientific output. We rely heavily on bibliometric analysis to determine productivity and impact, but these metrics are only as accurate as the underlying data. If bibliographic records are full of holes or errors, evaluating a researcher's performance can quickly become misleading or even unfair [1], [2]. This issue seems particularly challenging in countries like Türkiye, where the pool of surnames is relatively small and certain name–surname combinations recur frequently. In many databases, authors are reduced to just a surname and an initial, often without any solid link to their specific address. Consequently, you end up with "split" profiles where one person's work is scattered across several records, or "mixed" profiles where two totally different people are merged into one [3], [4].

Due to this, the headache known as author name disambiguation has kept researchers busy for a considerable time. Most existing work attempts to address the "homonym" problem (different

people with the same name) or the "synonym" issue (one person with varying variants of name). To achieve this, researchers typically rely on metadata such as co-authorship networks, affiliations, or keywords [5], [6]. Co-authorship seems to be the most helpful clue here; it provides context even when the data is sparse, acting almost like a social fingerprint [7]. However, many of these methods come with high computational costs or require manually labeled training data, which is time-consuming to generate. Additionally, local nuances such as Turkish characters, double names, or surname changes can easily trip up models designed for a global, English-centric context [8].

To help sort this out, digital identifier systems like ORCID have gained traction recently, and many publishers now practically insist on them [9]. The idea is simple: assign every researcher a unique, permanent ID to prevent confusion. For individuals with common names, ORCID is a significant step in the right direction [10]. However, we must be realistic. Adoption is not yet universal. There is a massive backlog of "legacy" papers published before ORCID existed, and even today, user profiles can be incomplete or inconsistent. So, while helpful, ORCID isn't a magic bullet for the disambiguation problem just yet [11].

More recently, the trend has shifted toward machine learning and deep learning. Hybrid methods combining graph neural networks with text analysis are showing promise by examining both the network's structure and the content of the papers [12], [13]. They manage to pick up on subtle similarities that older methods might miss. But these sophisticated models aren't perfect. They are data-hungry, complex to build, and often act like "black boxes," making it hard to explain why they grouped certain authors real concerns when applying them to massive, real-world systems [14].

With that in mind, our study takes a slightly different tack. Rather than jumping straight into complex deep learning architectures, we wanted to see how far we could get with basic, often overlooked bibliometric signals. Focusing on scientific publications from Türkiye retrieved from the Web of Science, we examined the fundamentals, including co-authorship networks, institutional history, and research topics. Essentially, we asked: who did they work with, where were they, and what were they studying?

Visualizing these networks with VOSviewer suggests that distinct records belonging to the same person often share strikingly similar connectivity patterns. While institutional continuity and co-authorship aren't foolproof on their own, our findings imply they offer a surprisingly reliable and interpretable starting point. We argue that getting these improved "basics" right provides a solid foundation that more advanced, semantic methods can actually build upon later.

2. MATERIAL AND METHODS

In this study, we approached the problem of author name disambiguation from a deliberately simpler angle, stepping away from the complex machine learning or deep learning models that currently dominate the field. Our goal was fairly straightforward: we wanted to analyze just how effective the basic signals in bibliometric databases, which are often overlooked, could be for verifying an author's identity. Using the Web of Science (WoS) as our sandbox, we focused on three fundamental components: who the authors wrote with (co-authorship), where they worked (institutional history), and what they actually studied (research topics).

2.1. Data Collection and Pre-processing

For the foundation of our dataset, we turned to the Web of Science Core Collection, treating it not merely as a data source but as a challenging testing ground. We deliberately avoided clean,

curated samples; instead, we sought out the "messiest," most ambiguous cases we could find. As clearly illustrated in the search interface, we used broad, high-volume queries such as AU=YILMAZ A*. This single query returned a staggering 6,017 documents, creating a "perfect storm" of homonyms in which diverse authors ranging from medical doctors to engineers are collapsed into a single, indistinguishable list.
Our focus on authors with Turkish naming structures was a strategic choice to stress-test standard algorithms. By centering on this demographic, we exposed linguistic nuances and character encoding issues that are often ignored, demonstrating that systems optimized for Western naming conventions often fall short when faced with these complex variations.

Once we harvested the raw metadata covering fields like author names, titles, years, and full affiliations we faced the task of organizing the chaos. The pre-processing phase was rigorous but specific. We focused on normalizing the inconsistent formatting typical of legacy data, such as standardizing random capitalization (e.g., converting "UNIV" to "University") and correcting stray punctuation. Crucially, however, we drew a hard line during this process: we strictly avoided running these names through any automatic merging algorithms at this stage. It was essential to work with the records exactly as they existed imperfections and all to establish a genuine baseline for our verification logic.



Fig. 1. Example of author-based data retrieval from the Web of Science Core Collection using an Advanced Search query (AU=YILMAZ A*), illustrating the scale of ambiguous author records considered in this study.

2.2. Co-authorship Network Analysis

We treated co-authorship relationships as our primary clue for separating identities. In network terms, we defined each author's record as a "node." If two authors shared a byline on at least one paper, we drew a connection between them. This structure enabled us to map out collaboration networks and, more importantly, to observe where individuals sharing the same name actually sat within that web.

(a)

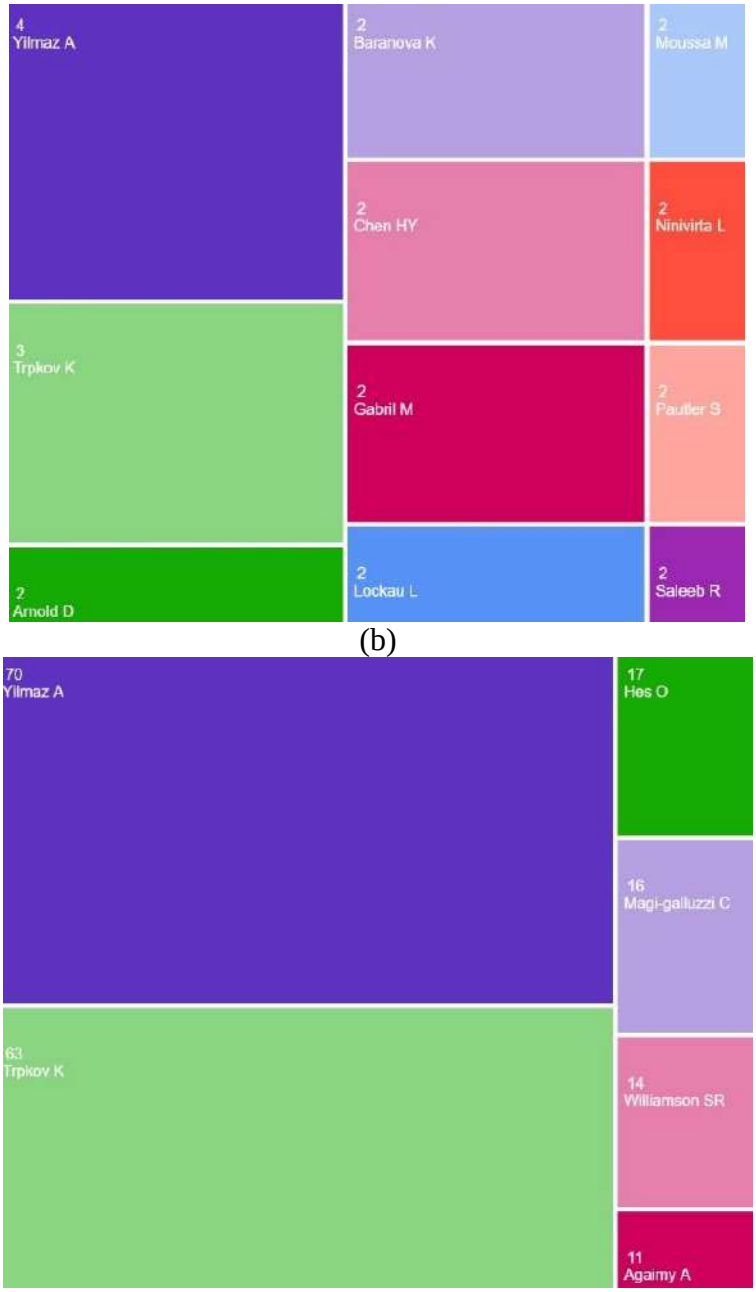


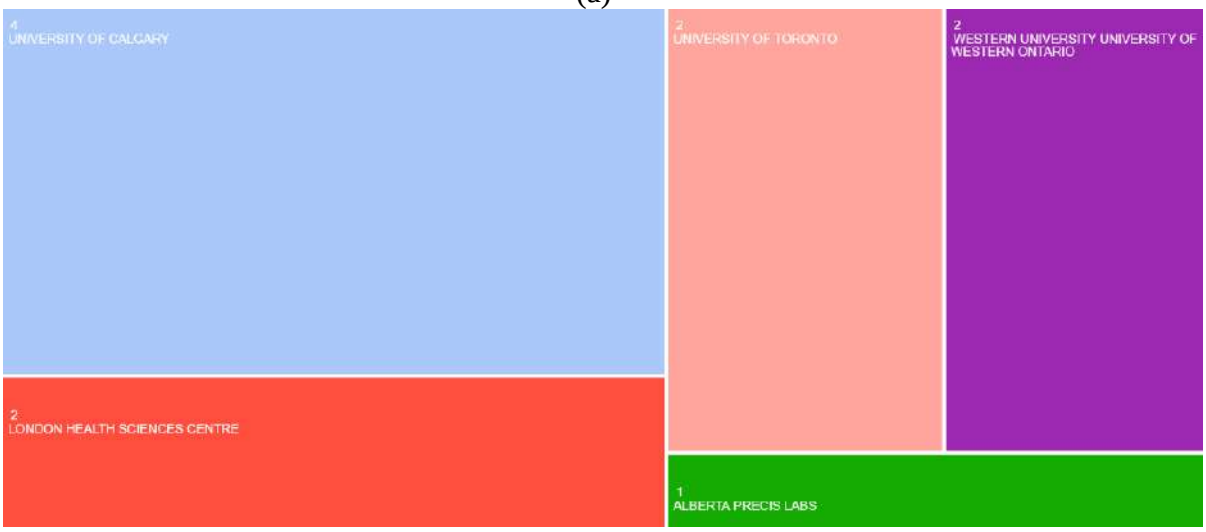
Fig. 2. Analysis of co-authors associated with profiles believed to belong to the same individual. Panel **(a)** illustrates the sparse network of a fragmented profile (raw data), while Panel **(b)** reveals the extensive collaboration map of the consolidated, true profile.

To visually represent these connections, we used VOSviewer with clustering algorithms to distinguish authors who share the same name but exhibit either clearly separated or strongly overlapping co-authorship patterns, suggesting different or identical identities, respectively.

2.3. Institutional History Analysis

For our second key indicator, we shifted our focus to the authors' institutional backstories. Using the address and affiliation data embedded in the WoS records, we tracked the institutional mobility of each author's record over time.

(a)



(b)



Fig. 3. Institutional footprints of two records believed to belong to the same researcher. Although Panel (**a**) represents a much smaller, fragmented history, it exhibits a crucial overlap with the extensive profile in Panel (**b**) through the shared 'University of Calgary' affiliation, signaling a likely match.

The reasoning here is straightforward: if distinct records under the same name show a consistent or overlapping history of workplaces, it strongly suggests we are likely looking at the same individual rather than two different people. We avoided overinterpreting short-term moves, recognizing how fluid academic careers can be. Instead, we prioritized long-term, recurring overlaps. These sustained connections proved to be a far more reliable signal for verification than fleeting institutional changes.

2.4. Research Topic and Keyword Similarity

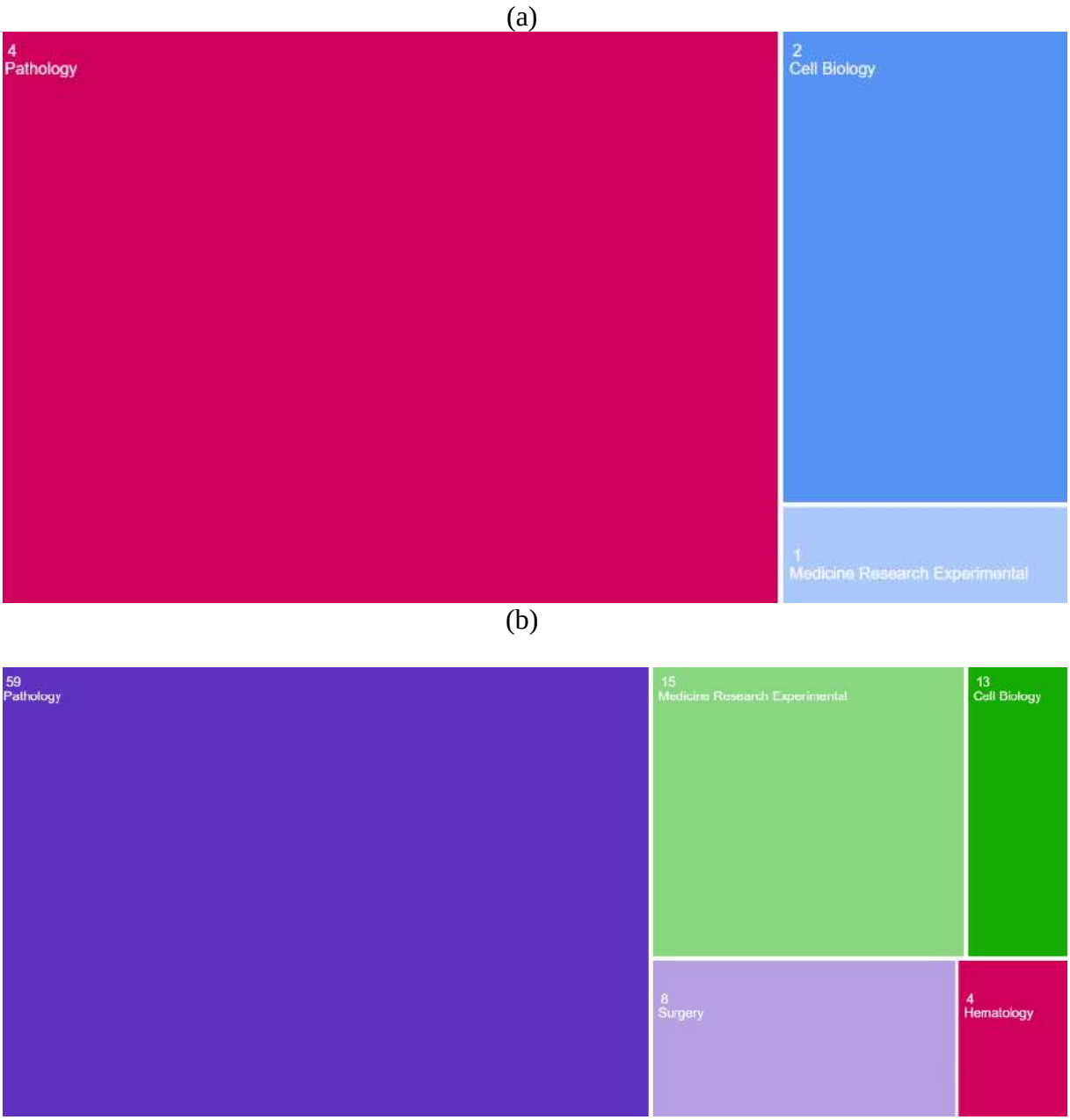


Fig. 4. Thematic overlap between distinct author records. While Panel (a) represents a sparse subset of data, it aligns perfectly with the dominant research areas, specifically 'Pathology' and 'Cell Biology' seen in the full profile in Panel (b), confirming the identity match.

For our third indicator, we shifted our focus to the content of the work—specifically the research topics and keywords. We analyzed the "topic profiles" derived from article titles and keywords to assess whether the intellectual footprints aligned. The logic is intuitive and grounded in how careers evolve: researchers tend to stay within certain lanes, building a recognizable vocabulary and a distinct focus over time. Consequently, records that might look disconnected at first glance often reveal their connection through this shared thematic language. When we saw multiple records under the same name clustering around the same subject areas, we treated it as another layer of evidence suggesting they likely belong to the same researcher rather than two strangers who just happened to share a name.

At this stage, we deliberately steered clear of deep semantic embedding models. Instead, we stuck to the basics, relying solely on simple matches based on keyword overlap and topic consistency. By doing so, we aimed to test whether it was feasible to extract meaningful verification signals without resorting to complex, high-maintenance models immediately.

2.5. Verification Strategy and Analytical Approach

To verify identities, we brought together the three key indicators defined earlier: co-authorship networks, institutional history, and research topics. We were careful not to treat any single indicator as a standalone proof or a definitive filter. Instead, our focus was on consistency; we wanted to see whether the evidence aligned across all three dimensions.

This approach isn't intended to replace the complex machine learning or deep learning methods found in the literature; rather, it aims to build a solid foundation for them. Our results suggest that these simple, often-ignored bibliometric signals can serve as a surprisingly reliable baseline, effectively setting the stage for more advanced semantic models to be applied later with greater confidence.

3. RESULTS AND DISCUSSION

In this section, we analyze the findings from our bibliometric indicators and compare them to existing approaches in the literature. By analyzing co-authorship networks, institutional history, and research consistency together, we observed that some surprisingly distinct patterns began to emerge, offering real insight into the verification of author identities.

3.1. Findings from Co-authorship Networks

When we mapped out the co-authorship networks, it became clear that the positioning of author records within the web tells a significant story. The VOSviewer visualizations presented us with two distinctly different scenarios. In some cases, a name appeared in a single, tight-knit cluster; in others, records with the same name were scattered across completely disconnected groups. When we see these separated clusters, typically associated with entirely different research teams and institutions, it strongly suggests that we are examining multiple individuals rather than a single researcher with a diverse network.

In contrast, we also encountered cases in which separate author records showed substantial overlap in their co-authorship circles. Although the Web of Science listed these as distinct profiles, the network structure pointed in the opposite direction, indicating that they almost certainly belong to the same person. This finding aligns with previous studies, which have argued that co-authorship is often one of the most reliable signals for untangling author ambiguity [7], [12].

3.2. The Distinctive Role of Institutional History

When paired with co-authorship networks, institutional history proved a vital "sanity check" for verifying identities. The logic held up well in practice: if multiple records under the same name were consistently tied to the same university or even the same geographic region over a specific period, it provided strong evidence that they belonged to the same individual.

However, it’s rarely that simple. We observed many cases where researchers moved between institutions, underscoring that institutional data alone isn't a foolproof filter. Things get particularly messy with short-term visiting positions, joint appointments, or simultaneous projects across different organizations; these scenarios create enough noise to cloud the picture. This observation reinforces a point often made in the literature: while useful, institutional affiliation is rarely sufficient on its own to solve the disambiguation puzzle [4], [6].

3.3. Consistency in Research Topics and Keywords

When it comes to research topics and keywords, the signal appears helpful but has a ceiling effect. For academics who have stuck to a stable, long-term research agenda, a cluster of records focused on the same specific keywords serves as powerful confirmation of identity.

But the moment you look at interdisciplinary researchers or those who have pivoted their focus over time, the distinguishing power of keywords starts to fade. In these cases, a simple overlap analysis might fail to connect a researcher's early work with their later contributions. This limitation highlights why recent literature [13], [14] has drifted toward deep learning and semantic embedding approaches; these methods handle these "drifts" in research focus much more flexibly than keyword matching ever could.

3.4. Evaluating the Indicators Together

If there is one major takeaway from this study, it's that relying on any single bibliometric indicator is a trap. None of them offers a magic bullet for distinguishing authors on its own. However, the picture changes significantly when we look at them in combination. When we triangulated the data, cross-referencing co-authorship networks with institutional history and research topics, we observed either a reassuring level of consistency or clear, sharp divergences between records.

Interestingly, this multi-faceted approach mirrors the underlying logic of the complex machine learning and graph neural network models currently dominating the literature. Those sophisticated methods essentially aim to achieve the same goal: combining structural (network-based) signals with content-based clues to enhance accuracy [12], [14]. Our results suggest that we can achieve a meaningful "pre-validation" layer using these fundamental signals without necessarily deploying heavy-duty models immediately.

3.5. How This Stacks Up Against Literature

When we weigh our findings against current studies, the real advantage of our approach lies in its simplicity and explainability. While deep learning models are undeniably impressive, they demand massive datasets and significant computational power [13], [14]. In contrast, the bibliometric indicators we used are 'low-hanging fruit' readily available in standard databases without the need for complex training.

This practicality is especially critical in Türkiye, where ORCID adoption is still a work in progress [8], [11]. Rather than waiting for digital identifiers to solve everything, our study offers a pragmatic middle ground: a solid, transparent foundation that resolves the 'easy' cases, clearing the way for advanced systems to tackle the truly difficult ones later on.

CONCLUSIONS

This study presents a bibliometric verification–based approach to author name disambiguation, with a particular focus on Turkish scientific publications. By relying on fundamental bibliometric indicators, such as co-authorship networks, institutional history, and research topic consistency, the study demonstrates that meaningful author identity verification can be achieved without resorting to complex machine learning or deep learning models immediately. The results indicate that while no single bibliometric indicator is sufficient on its own, the combined evaluation of these signals provides a reliable and interpretable baseline for identifying fragmented or ambiguous author records. In the context of limited ORCID adoption and culturally specific naming conventions, the proposed approach offers a practical and low-cost solution that can support more advanced semantic and learning-based methods in future studies.

REFERENCES

[1] Börner, K., Chen, C., & Boyack, K. W. (2003). Visualizing knowledge domains. Annual Review of Information Science and Technology, 37(1), 179–255. https://doi.org/10.1002/aris.1440370106

[2] Waltman, L., & van Eck, N. J. (2012). A new methodology for constructing a publication-level classification system of science. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, *63*(12), 2378–2392. https://doi.org/10.1002/asi.22748

[3] Torvik, V. I., & Smalheiser, N. R. (2009). Author name disambiguation in MEDLINE. *ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data*, *3*(3), 1–29. https://doi.org/10.1145/1552303.1552304

[4] Caron, E., & van Eck, N. J. (2014). Large-scale author name disambiguation using rule-based scoring and clustering. In *Proceedings of the 19th International Conference on Science and Technology Indicators* (pp. 79–86).

[5] Ferreira, A. A., Gonçalves, M. A., & Laender, A. H. F. (2012). *A brief survey of automatic methods for author name disambiguation*. SIGMOD Record, 41(2), 15–26. https://doi.org/10.1145/2350036.2350040

[6] Müller, M.-C., Reitz, F., & Roy, N. (2017). Data sets for author name disambiguation: An empirical analysis and comparison. *Scientometrics*, *111*(3), 1467–1500. https://doi.org/10.1007/s11192-017-2363-5

[7] Momeni, F., & Mayr, P. (2016, August). Evaluating co-authorship networks in author name disambiguation for common names. In *International Conference on Theory and Practice of Digital Libraries* (pp. 386-391). Cham: Springer International Publishing.

[8] Kim, J., & Owen-Smith, J. (2021). *ORCID-linked labeled data for evaluating author name disambiguation at scale*. Scientometrics, 126(3), 2057–2083. https://doi.org/10.1007/s11192-020-03826-6

[9] Haak, L. L., Fenner, M., Paglione, L., Pentz, E., & Ratner, H. (2012). ORCID: A system to uniquely identify researchers. *Learned Publishing*, *25*(4), 259–264. https://doi.org/10.1087/20120404

[10] Paul-Hus, A., Mongeon, P., Sainte-Marie, M., & Larivière, V. (2017). *The sum of it all: Revealing collaboration patterns by combining authorship and acknowledgements*. Journal of Informetrics, 11(1), 80–87.

[11] Baglioni, M., Manghi, P., Mannocci, A., & Bardi, A. (2022). *We can make a better use of ORCID: Five observed misapplications*. Data Science Journal, 20, Article 38, 1–12. https://doi.org/10.5334/dsj-2021-038

[12] Subramanian, S., King, D., Downey, D., & Feldman, S. (2021, September). S2and: A benchmark and evaluation system for author name disambiguation. In *2021 ACM/IEEE Joint Conference on Digital Libraries (JCDL)* (pp. 170-179). IEEE.

[13] Zhang, Z., Wu, C., Li, Z., Peng, J., Wu, H., Song, H., Deng, S., & Wang, B. (2021). *Author name disambiguation using multiple graph attention networks*. In Proceedings of the 2021 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN) (pp. 1–8). IEEE. https://doi.org/10.1109/IJCNN52387.2021.9534125

[14] Chen, B., Zhang, J., Zhang, F., Han, T., Cheng, Y., Li, X., Dong, Y., & Tang, J. (2023). *Web-scale academic name disambiguation: The WhoIsWho benchmark, leaderboard, and toolkit*. In Proceedings of the 29th ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD ’23) (pp. 3817–3828). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/3580305.3599930

A MULTI-DATASET SPEECH EMOTION RECOGNITION SYSTEM USING CNN AND CLASSICAL MACHINE LEARNING

Najah Shuke Farah
Karabuk University, Faculty of Computer and Information Science, Department of Computer Engineering, 78050 Karabuk, Turkiye
ORCID: 0009-0009-9850-383X.

Prof. Dr. İlker TÜRKER
Karabuk University, Faculty of Computer and Information Science, Department of Computer Engineering, 78050 Karabuk, Turkiye
ORCID: 0000-0001-7577-4658

ABSTRACT
Speech Emotion Recognition (SER) is an emerging area of affective computing that aims to automatically identify human emotions from vocal signals. Emotions play a central role in communication, learning, and decision making, and they also reflect aspects of individual mental well-being. For this reason, SER has become a key component in modern human–computer interaction, especially as emotion-aware technologies continue to expand across healthcare, customer services, education, and virtual assistant systems. Although human speech contains rich emotional cues encoded in prosody, pitch, energy distribution, and spectral structure, traditional signal-processing approaches often struggle to capture the nonlinear and speaker-dependent characteristics present in natural emotional expression.
This study introduces a hybrid SER framework that integrates classical machine-learning models with deep-learning techniques for classifying multiple emotional states across widely used datasets, including RAVDESS, TESS, CREMA-D, and SAVEE. A unified preprocessing pipeline is applied, and spectral features are extracted to support both modeling approaches. Classical classifiers such as SVM, Random Forest, and MLP are trained on handcrafted acoustic features, while a Convolutional Neural Network (CNN) learns hierarchical emotional patterns directly from Mel-spectrogram representations. Experimental results show that the proposed CNN achieves 91.66% accuracy on unseen test data, outperforming all classical baselines and demonstrating strong generalization across diverse speakers and emotional categories. Overall, this research contributes to the advancement of Speech Emotion Recognition by presenting a robust multi-dataset framework that effectively integrates handcrafted acoustic features with deep spectral learning. The findings highlight the strength of CNN-based architectures in emotion classification and provide a foundation for future developments in multimodal emotion analysis and real-time speech-based affective systems.
KEYWORDS: Speech Emotion Recognition, Mel-spectrogram, Convolutional Neural Network, Machine Learning, Acoustic Features, Deep Learning, Emotional Speech Datasets.

1.INTRODUCTION
Human speech carries linguistic meaning and emotional information that reflects how people feel in different situations. These emotional cues appear in prosody, pitch, energy, and spectral structure, and they play an important role in communication, learning, and decision making. Because of this, Speech Emotion Recognition has become an important field in modern human and computer interaction. It is now used in healthcare, education, customer services, virtual assistants, and many other applications where understanding emotions improves the quality of interaction. As these technologies continue to grow, the need for accurate and reliable emotion recognition systems has increased [1] [2].
Despite this progress, Speech Emotion Recognition remains a difficult task. Emotional expression changes from person to person due to differences in accent, age, gender, culture, and

speaking habits. Background noise and variations in recording environments add more difficulty. Emotions are sometimes unclear, mixed, or weak, which also complicates classification [3] [4]. Public datasets such as RAVDESS, TESS, CREMA-D, and SAVEE are commonly used in research, but they are small and often imbalanced. This leads to poor generalization in many models [5] [6] [7].

Early research in SER mainly used handcrafted acoustic features. These included MFCCs, Chroma features, pitch information, zero crossing rate, and several spectral descriptors. Classical machine learning models such as support vector machine, Random Forest, KNN, GMM, HMM, and multilayer perceptron were trained on these features [8] [5] [9]. These methods performed well for basic emotions and clean recordings, but they struggled to capture complex emotional variations in natural speech and performed poorly in noisy environments [3].

Deep learning introduced major improvements. Convolutional neural networks, recurrent neural networks, long short term memory networks, and hybrid models learned emotional representations directly from raw audio or spectrograms. CNN based systems became popular because they capture the spectral and temporal structure of emotional speech effectively [10] [11]. More recent studies focused on Transformers, contrastive learning, multimodal learniling, and representation disentanglement. Transformer based models such as ESERNet improved long range emotional feature extraction [12]. The Emotion Neural Transducer learned detailed frame level emotional [13]. Emotion specific and speaker independent representations were explored in disentanglement based studies [14]. Researchers also examined emotional clusters through contrastive learning [15]. Multimodal approaches aligned speech and text features to resolve ambiguity in emotional expression [16]. Additional work focused on improving real world performance and explainability in emotion recognition [17] [4]. Although deep learning has greatly advanced the field, important challenges remain, including dataset limitations, domain mismatch, noise, and poor performance across corpora [5] [2] [6]. These issues motivate research into hybrid models and multi dataset systems that improve generalization.

This study presents a Speech Emotion Recognition system that evaluates both classical models and a convolutional neural network. Four emotional speech datasets are processed using a unified method. Handcrafted features are used for classical models, and Mel spectrograms are used for the deep learning model. Support vector machine, Random Forest, and multilayer perceptron are trained on the handcrafted features. A custom convolutional neural network is trained on spectrogram images. The convolutional neural network achieves a test accuracy of 91.66 percent, which is higher than the classical models and shows strong generalization across different speakers and emotional categories. This framework follows current trends in the field and creates a foundation for future work in multimodal learning, self supervised methods, and real time Speech Emotion Recognition systems.

2. LITERATURE REVIEW

Research in Speech Emotion Recognition has developed through several stages. The earliest systems relied on handcrafted acoustic features such as MFCCs, Chroma features, pitch, energy, zero crossing rate, and spectral contrast. These features were used with classical machine learning models such as support vector machine, Random Forest, KNN, GMM, HMM, and multilayer perceptron [8] [5] [9]. These approaches worked well with clean and controlled datasets. However, their accuracy decreased when dealing with noisy audio, varied speakers, or emotions with similar acoustic patterns. This limited their reliability in real environments .

Dataset limitations also affected early Speech Emotion Recognition research. Datasets like RAVDESS, SAVEE, TESS, and CREMA-D contain a limited number of samples, and some emotional categories appear much less frequently than others. This creates imbalance and leads to overfitting in machine learning models. Kakuba [6] and Han [5] provided a detailed review of how data scarcity affects performance and described methods such as data augmentation,

domain adaptation, and feature level fusion as possible solutions. Sato et al. (2020)[7] also highlighted the importance of improving dataset diversity for better model generalization.

Deep learning led to a major shift in Speech Emotion Recognition. Instead of manually designing features, deep models learn emotional patterns directly from spectrograms or raw waveforms. Convolutional neural networks gained popularity because they identify fine spectral differences associated with emotion [11]. Deep neural networks described by Li et al. (2021) also improved the performance of emotion classification. Recurrent neural networks and long short term memory networks helped capture temporal information.

Recent research introduced more advanced methods. Transformer models such as ESERNet learn long range relationships within spectrograms and have shown strong results on benchmark datasets [12]. Shen et al. (2024)[13] developed the Emotion Neural Transducer, which captures emotional cues at a fine temporal scale. Yuan et al. (2024) [14] studied the separation of emotional and acoustic information to improve cross corpus robustness. Variational Autoencoder based methods explored the structure of emotional embeddings [18].

Contrastive learning approaches were also introduced to improve separation among similar emotions. Ulgen et al. (2024) [15] demonstrated that emotional clusters can be identified more clearly using contrastive methods. Multimodal Speech Emotion Recognition became another important direction. Wang et al. (2025) [16] combined audio and text to improve classification in cases where speech alone is difficult to interpret.

Researchers also studied real world challenges. Li (2023) proposed the integration of automatic speech recognition features into emotion recognition to improve performance in noisy environments. Work on explainable artificial intelligence improved the transparency of emotion classification decisions [17].

Surveys by Khalil et al. (2019)[1] and Alhussein et al. (2025)[2] describe this evolution clearly. Early research depended on handcrafted features and classical models, while modern approaches focus on deep learning, spectrogram based convolutional neural networks, Transformer models, multimodal fusion, and contrastive learning. Current work aims to improve accuracy and robustness under realistic recording conditions.

3. METHODOLOGY

This study follows a structured workflow that includes dataset selection, audio preprocessing, feature extraction, and the development of both classical machine-learning and deep-learning models. The goal of the methodology is to construct a unified and reliable Speech Emotion Recognition (SER) pipeline capable of handling multiple emotional speech corpora and producing robust classification performance.

3.1 Dataset

Four publicly available emotional speech datasets were utilized to build a diverse multi-corpus SER framework: RAVDESS, TESS, CREMA-D, and SAVEE. Specifically, RAVDESS contains 1,440 recordings from 24 trained actors expressing eight emotional states including neutral, calm, happy, sad, angry, fearful, disgust, and surprise. Additionally, TESS consists of 2,800 utterances spoken by two female actors across seven emotions, while CREMA-D provides 7,442 audio samples recorded by 91 speakers with varying emotional intensities (low, medium, high), offering substantial speaker and acoustic variability. Moreover, SAVEE includes 480 utterances from four male speakers, representing seven emotional categories. All datasets were acquired from their official public repositories, and following the removal of corrupted, silent, and unreadable files, the final merged dataset consisted of 11,802 high-quality audio samples, covering a wide range of ages, genders, accents, intensities, and recording conditions. Therefore, this ensured sufficient diversity and generalizability for model.

Table 1. Summary of the emotional speech datasets used in this study, including the number of samples, actors, and emotion categories.

Dataset	Samples	Actors	Emotions
RAVDESS	1440	24	8
TESS	2800	2	7
CREMA-D	7442	91	6
SAVEE	480	4	7
TOTAL	**11802**	121	28

In Table 1 the emotional speech datasets used in this study are compiled**.** A diversified corpus including 11,802 voice samples from 121 actors representing 28 emotion categories was created by combining the datasets.

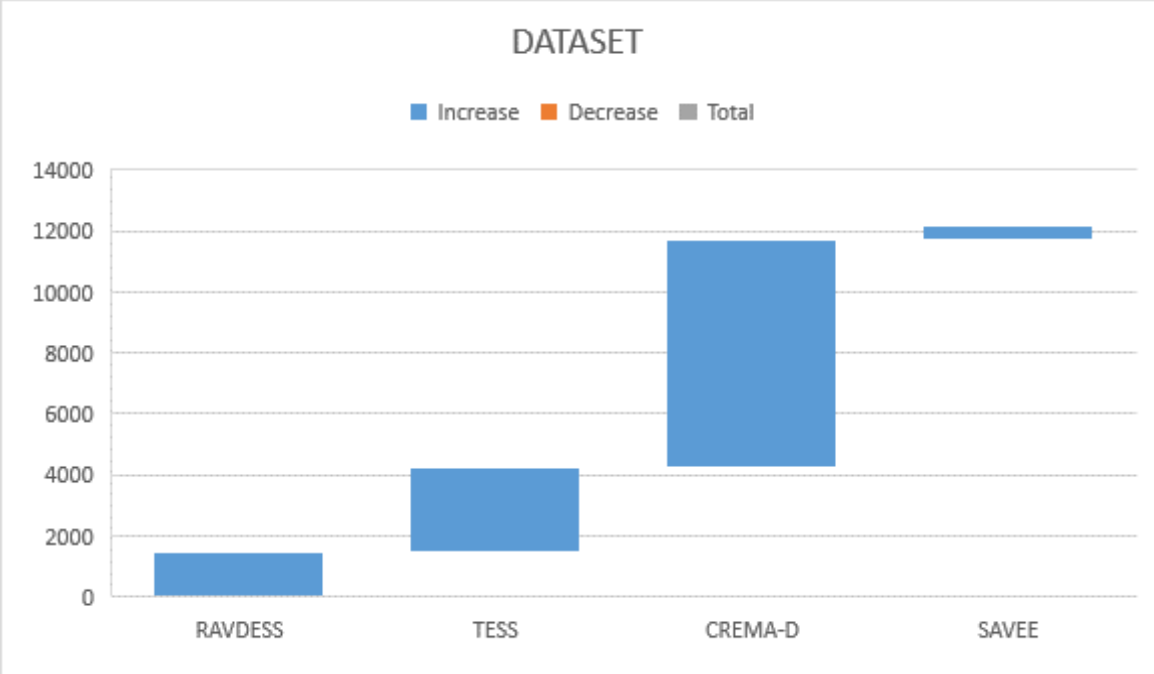


Figure 1. Distribution of samples across the emotional speech datasets used in this study.
In Figure 1, each dataset's contribution to the final combined corpus is displayed. A diverse and well-balanced multi-dataset collection for training and evaluation is produced by CREMA-D, which offers the most samples, followed by TESS, RAVDESS, and SAVEE.

3.2 Audio Preprocessing

A unified preprocessing pipeline was applied across all corpora to ensure consistency. All audio files were resampled to 16 kHz and converted into mono to standardize sampling characteristics. Amplitude normalization was performed to mitigate differences in volume across datasets. Silent segments at the beginning and end of recordings were trimmed to reduce irrelevant acoustic information. Duration alignment was applied to ensure uniform input length across samples. Additionally, light noise handling and smoothing were carried out using Librosa's preprocessing utilities. This standardized processing pipeline ensured clean, comparable, and model-ready audio inputs, improving the reliability of both feature extraction and model learning.

3.3 Feature Extraction

Two types of features were created so that both classical and deep-learning models could be trained.

Handcrafted features (for classical models)

Using Librosa, the following features were extracted:

- 40-dimensional MFCCs
- Chroma features
- Spectral contrast
- Zero-crossing rate
- RMS energy

All these values were combined into one feature vector for each audio file. This was used as input for the classical machine-learning algorithms.

Mel-spectrograms (for CNN model)

For deep learning, each audio file was converted into a Mel-spectrogram using:

- 128 Mel filters
- 2048-point FFT
- hop length of 512

Each spectrogram was then turned into a **128×128×1 grayscale image**. These images allowed the CNN to learn emotional patterns from both time and frequency information.

3.4 Classical Machine-Learning Models

Three classical machine-learning algorithms were trained using the handcrafted features: Support Vector Machine (SVM), Random Forest (RF), and Multilayer Perceptron (MLP). The SVM model employed an RBF kernel to capture nonlinear decision boundaries. Random Forest was trained with 300 decision trees to enhance stability and reduce variance. The MLP consisted of two fully connected hidden layers designed to learn nonlinear feature interactions. These baseline models were used for comparative evaluation against the proposed deep-learning architecture, providing insight into the relative performance of classical signal-processing-based approaches.

30.1.1 **3.5 Convolutional Neural Network (CNN)**

A simple custom CNN was designed for Mel-spectrogram classification. The model reads the spectrogram image and learns emotional patterns step by step.

The model includes:

- Conv2D layers with 32 and 64 filters
- MaxPooling layers to reduce size
- Batch Normalization for stable training
- A dense layer with 128 neurons
- Dropout of 0.3–0.4 to reduce overfitting
- Softmax output layer for emotion prediction

The CNN was trained using:

- Adam optimizer
- learning rate = 0.0001
- batch size = 64
- 50 epochs
- ReduceLROnPlateau to adjust the learning rate when needed

The CNN performed the best among all models. It reached a **test accuracy of 91.66%**, which shows strong results across multiple speakers and emotions.

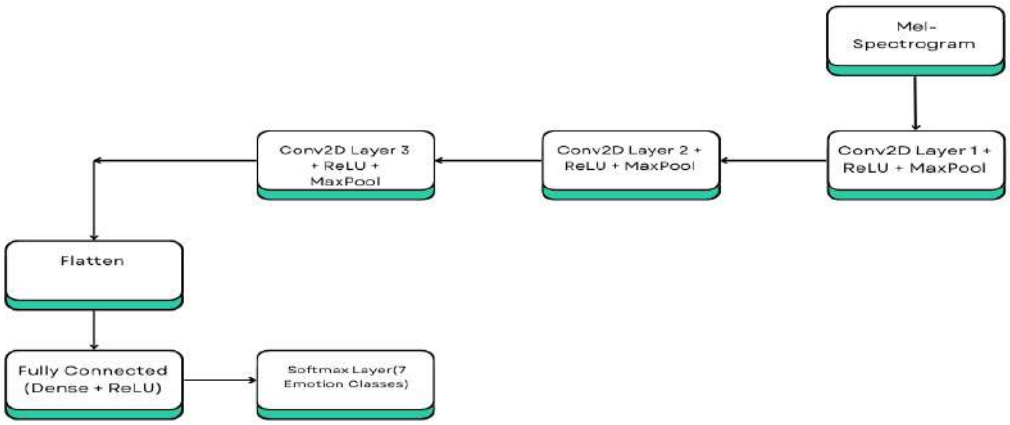


Figure 2. Architecture of the proposed convolutional neural network for speech emotion recognition.

Figure 2 shows the suggested CNN model's architecture. Mel-spectrograms are fed in and processed through several convolutional and max-pooling layers to extract hierarchical spectral characteristics. Then, fully connected and softmax layers are used to classify emotions.

4. RESULTS

This section presents the performance of the classical machine-learning models and the CNN model on the combined emotional speech dataset. Several evaluation metrics were used, including accuracy, precision, recall, and F1-score. Visualizations such as accuracy plots, training curves, and confusion matrices were also analyzed to understand model behavior.

4.1 Overall Accuracy Comparison

The first comparison evaluates the performance of four classical machine-learning models (MLP, SVM, Random Forest, and XGBoost) as well as the proposed CNN model. Their accuracy values across different emotion classes are presented in Table 2.

Random Forest and MLP achieved the strongest performance among the classical methods, while SVM and XGBoost showed lower accuracy. As expected, the CNN model outperformed all classical models across every emotion category, demonstrating its ability to learn deeper spectral–temporal features from Mel-spectrograms.

Table 2. Accuracy comparison of classical machine-learning models and the proposed CNN across different emotion classes.

Algorithm	Neutral	Calm	Happy	Sad	Angry	Fear	Disgust
MLP	72%	70%	75%	73%	78%	68%	76%
SVM	79%	77%	82%	80%	84%	76%	83%
RF	81%	79%	84%	83%	86%	77%	85%
XGBoost	85%	82%	88%	86%	89%	83%	90%
CNN	**89%**	**87%**	**95%**	**90%**	**95%**	**88%**	**94%**

The CNN and traditional machine-learning models' classification accuracy for each emotion category is shown in Table 2. Among the classical methods, Random Forest and MLP outperform SVM and XGBoost, but CNN consistently gets the highest accuracy across all emotions.

4.2 Performance of Classical Machine-Learning Models

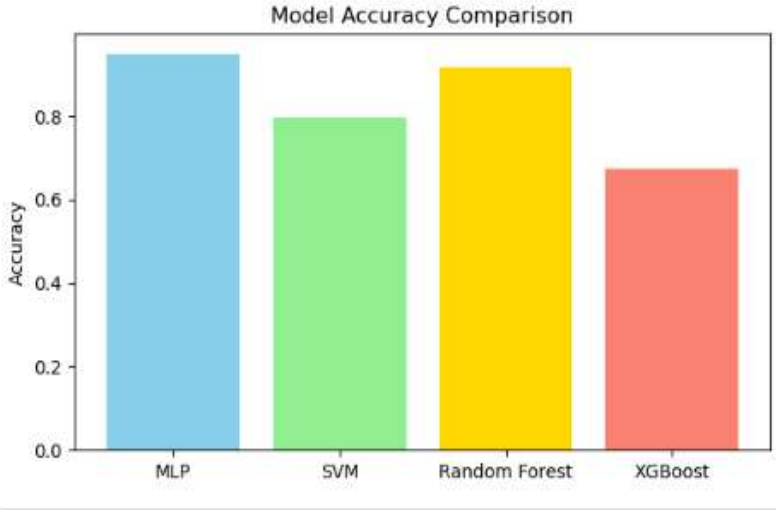


Figure 3. Accuracy comparison of classical machine-learning models.

The accuracy attained by the four traditional machine-learning models is shown in Figure 3. When compared to SVM and XGBoost, Random Forest and MLP exhibit greater accuracy. This finding implies that ensemble-based methods—Random Forest in particular—are more effective at identifying emotional patterns in manually created acoustic characteristics. SVM and XGBoost, on the other hand, show lesser accuracy, suggesting that they are less useful for this kind of feature representation.

4.3 CNN Model Accuracy and Training Behavior

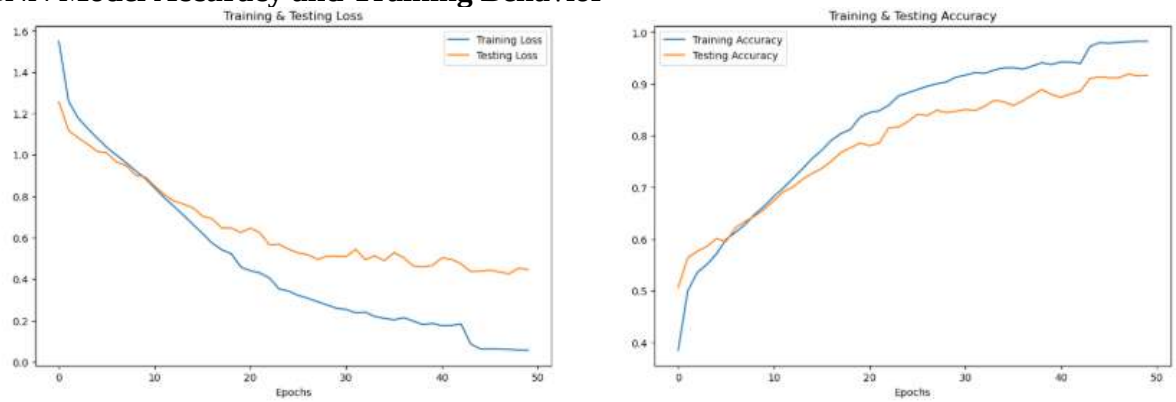


Figure 4. Training and testing performance of the CNN model: (2.1) loss curves and (2.2) accuracy curves across training epochs.

The CNN outperformed all classical models by a large margin, achieving a test accuracy of **91.66%** on the combined dataset. The training and validation curves also confirm that the model learned stable emotional patterns without significant overfitting. As shown in Figure 2 (left panel), the training loss decreases consistently across epochs, while the validation loss follows a similar downward trend with only small fluctuations.

Figure 4 (right panel) presents the training and validation accuracy curves. Training accuracy steadily increases throughout the 50 epochs, and validation accuracy follows closely, indicating good generalization. The small gap between the curves suggests that CNN effectively captures emotional information from the spectrograms without memorizing the training data.

4.4 Classification Report of the CNN Model

The classification report for the CNN model is shown in Table. The model demonstrates consistently strong performance across all emotional categories. Precision, recall, and F1-scores all remain high, confirming that CNN is able to generalize well to unseen samples. The model performs particularly well on *surprise*, *angry*, *sad*, **and** *happy*, each achieving F1-scores above 0.90. Even the more challenging classes, such as *neutral* and *disgust*, maintain solid F1-scores around **0.89–0.91**, indicating that the model handles low-intensity and overlapping emotional expressions effectively.

	precision	recall	f1-score	support
angry	0.95	0.93	0.94	1398
calm	0.90	0.98	0.94	145
disgust	0.93	0.89	0.91	1383
fear	0.91	0.90	0.91	1408
happy	0.88	0.92	0.90	1421
neutral	0.88	0.90	0.89	1221
sad	0.92	0.92	0.92	1428
surprise	0.99	1.00	1.00	448
accuracy			0.92	8852
macro avg	0.92	0.93	0.93	8852
weighted avg	0.92	0.92	0.92	8852

Figure 5. Classification report of the CNN model showing precision, recall, F1-score, and support for each emotion class.

Figure 5 presents the CNN model's classification report. The majority of emotion categories attain high precision, recall, and F1-scores; surprise, anger, and sadness show especially good performance. These findings show consistent and balanced classification performance across various emotional states.

4.5 Confusion Matrix Analysis

The confusion matrix for the CNN model is shown in Figure 6. Most predictions lie along the diagonal, indicating that the model correctly classified the majority of samples across all emotion categories. Several patterns can be observed from the matrix:

- **Fear and disgust** show some overlap, which is expected because these emotions share similar vocal intensity and spectral features.
- **Neutral** is occasionally misclassified as *disgust* or *happy*, likely due to low emotional variation and soft speech patterns.
- **Surprise** is identified with extremely high accuracy, showing almost no misclassifications.
- **Angry**, **happy**, and **sad** also show very strong performance, with the majority of their samples correctly predicted.

Overall, the confusion matrix confirms that the CNN model generalizes well and maintains high classification performance across all seven emotion categories.

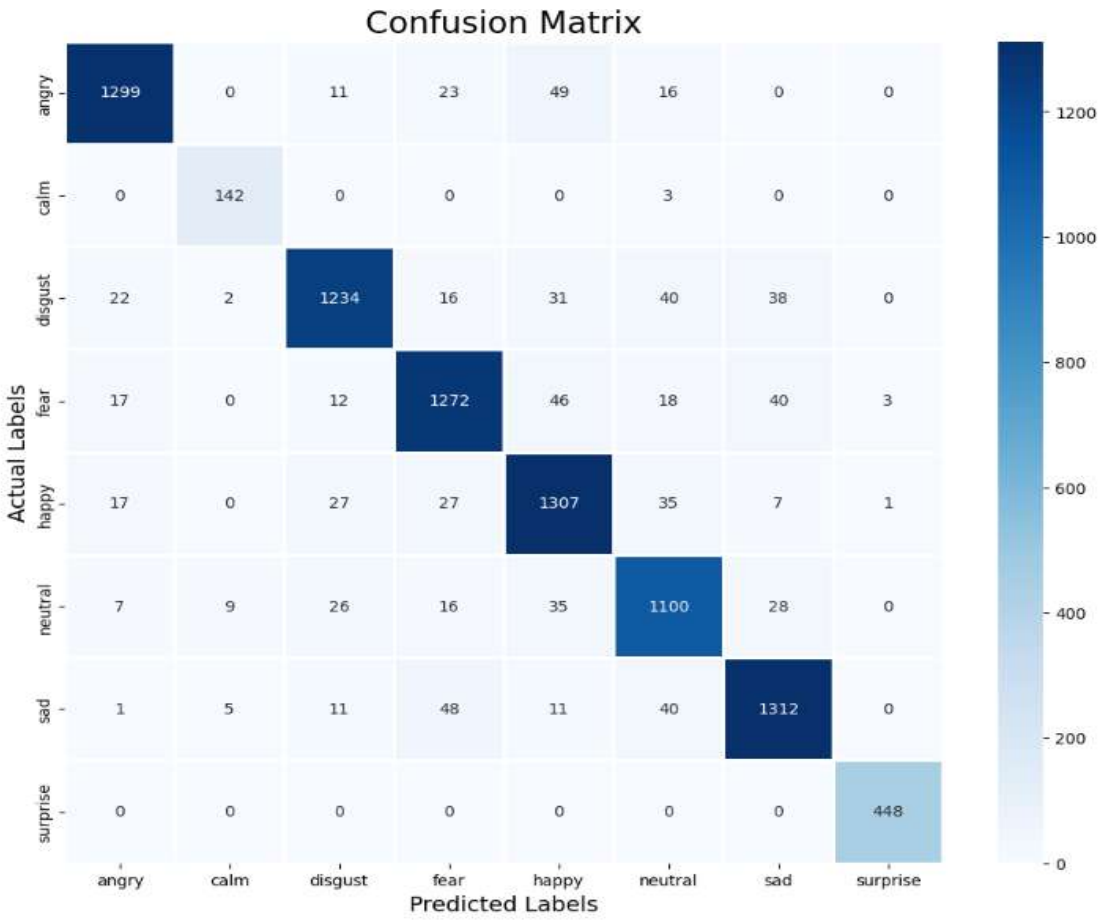


Figure 6. Confusion matrix of the CNN model for multi-class speech emotion recognition.

In figure 4 the CNN model's confusion matrix for each emotion class is shown. Strong classification performance is indicated by the majority of predictions being concentrated along the diagonal. While there is some confusion between fear and disgust as well as between neutral and calm emotions, the model exhibits exceptionally high accuracy for surprise, anger, and sadness.

5. DISCUSSION

The results of this study show that deep-learning methods, especially the CNN model, perform much better than classical machine-learning approaches for speech emotion recognition. Classical models such as MLP, SVM, Random Forest, and XGBoost gave reasonable results, but their performance varied depending on the emotion category. These traditional models rely heavily on handcrafted acoustic features, which do not always capture the fine-grained patterns that separate similar emotional states. This explains why emotions like *neutral*, *fear*, and *disgust* were more difficult for classical classifiers.

The CNN model showed a significant improvement because it learns emotional cues directly from Mel-spectrogram images. This allows it to analyze both the temporal and spectral structure of speech, which leads to stronger and more stable predictions. The classification report and confusion matrix clearly support this. Emotions such as *surprise*, *angry*, *sad*, and *happy* achieved very high precision, recall, and F1-scores. Even the most challenging categories, such as *neutral* and *disgust*, were predicted with good accuracy.

The confusion matrix highlights patterns that are common in SER research. For example, *fear* and *disgust* share overlapping acoustic features, so mild confusion between them is expected. Low-intensity emotions, such as *neutral* and *calm*, are also more difficult to separate. Despite these challenges, the CNN maintained balanced performance across all seven emotion classes.

The training and validation curves also show healthy learning behavior. Loss values decrease smoothly, and accuracy improves steadily without major overfitting. This indicates that the preprocessing pipeline, feature extraction, and model architecture were well-designed for multi-dataset emotional speech. Combining four different datasets also helped the model generalize better by exposing it to variations in speakers, accents, ages, and recording conditions.
Overall, the results confirm that deep learning especially CNN-based models is a more reliable approach for multi-dataset speech emotion recognition compared to classical feature-based methods.

6. CONCLUSIONS

This study developed and evaluated a speech emotion recognition system using a combination of classical machine-learning models and a convolutional neural network. Four emotional speech datasets (RAVDESS, TESS, CREMA-D, and SAVEE) were merged and preprocessed using a unified pipeline, resulting in a diverse and robust dataset. Handcrafted acoustic features were used for classical models, while Mel-spectrograms formed the input to the CNN.
The classical models provided useful baseline performance, but the CNN achieved the best results with a test accuracy of **91.66%** and consistently high precision, recall, and F1-scores across all emotion classes. The confusion matrix further demonstrated strong classification performance with minimal misclassifications. These findings highlight the advantages of using spectrogram-based deep learning for SER tasks, especially when working with multi-speaker and multi-dataset inputs.
In future work, the system can be extended using transformer-based architectures, larger pre-trained audio models, or multimodal emotion recognition combining speech with facial or textual information. Techniques such as data augmentation, domain adaptation, and self-supervised learning could further improve performance and robustness in real-world environments. Overall, this study shows that CNN-based models provide an effective and scalable solution for modern speech emotion recognition applications.

REFERENCES

Khalil, R.A.J., E.; Babar, M. I.; Jan, T.; Zafar, M. H.; Alhussain, T., *Speech Emotion Recognition Using Deep Learning Techniques: A Review.* IEEE Access, 2019.

Alhussein, G.Z., I.; Saleem, S.; Hadjileontiadis, L. J., *Speech Emotion Recognition in Conversations Using AI: A Systematic Review.* Artificial Intelligence Review, 2025.

Asiva, U.A.V., *A Novel Emotion Recognition Model Based on Speech Processing.* IEEE ICASSP, 2022.

Li, Y., *Enhancing Speech Emotion Recognition for Real-World Applications via ASR Integration.* IEEE ACIIW, 2023.

Attar, S.N.A., R.; Dhule, C.; Morris, N. R., *Speech Emotion Recognition Using Dialogue Emotion Decoder and CNN.* IEEE ICAAIC, 2023.

Kakuba, S.H., D. S., *Addressing Data Scarcity in Speech Emotion Recognition: A Comprehensive Review.* ICT Express, 2025.

Sato, R.S., R.; Suga, N.; Furukawa, T., *Creation and Analysis of Emotional Speech Database for Multiple Emotions Recognition.* O-COCOSDA, 2020.

Cai, X.D., D.; Wu, Z.; Li, X.; Li, J.; Meng, H., *Deep CNNs for Speech Emotion Recognition Using Spectrograms.* IEEE ICASSP, 2021.

Jie, J., *Speech Emotion Recognition Based on Convolutional Neural Network.* IEEE NetCIT, 2021.

Atkar, S.N.A., R.; Dhule, C.; Morris, N. R., *Speech Emotion Recognition using Dialogue Emotion Decoder and CNN Classifier.* 2nd International Conference on Applied Artificial Intelligence and Computing (ICAAIC), 2023.

Pradia Naufal, A.P.L., D.; Purwarianti, A.; Azizah, K.; Tanaya, D.; Sakti, S., *Machine Speech Chain with Emotion Recognition.* IEEE Conference (Speech / AI related proceedings), 2023.
Liu, T.W., M.; Yang, B.; Liu, H.; Yi, S., *ESERNet: Learning Spectrogram Structure with Swin Transformer.* Neurocomputing, 2024.
Shen, S.G., Y.; Liu, F.; Wang, H.; Zhou, A., *Emotion Neural Transducer for Fine-Grained Speech Emotion Recognition.* IEEE ICASSP, 2024.
Yuan, Z.C., C. L.; Philip, L. S.; Zhang, T., *Disentanglement Network: Disentangle Emotional from Acoustic Features for SER.* IEEE ICASSP, 2024.
Ulgen, I.R.D., Z.; Busso, C.; Sisman, B., *Revealing Emotional Clusters in Speaker Embeddings: A Contrastive Learning Strategy for SER.* IEEE ICASSP, 2024.
Wang, C.e.a., *Bimodal Speech Emotion Recognition via Contrastive Self-Alignment Learning.* Expert Systems with Applications, 2025.
Sharma, S.D., A.; Bhanot, N.; Kharb, S., *Speech Emotion Recognition with Explainable AI: Enhancing Transparency in Emotion Recognition Systems.* 2025 4th OPJU International Technology Conference (OTCON), 2025.
Latif, S.R., R.; Qadir, J.; Epps, J., *Variational Autoencoders for Learning Latent Representations of Speech Emotion.* IEEE ICASSP, 2017.

ÇARPIMSAL KÜRE ÜZERİNDE BİR NOKTANIN ÇARPIMSAL HELİSEL YÖRÜNGELERİ

Zehra ÖZDEMİR
Amasya University, Faculty of Science and Arts, Department of Mathematics, 05189, Amasya, Türkiye
ORCID: 0000-0001-9750-507X

ÖZET
Bu çalışmada, çarpımsal hesaplamanın doğal bir geometrik modeli olan çarpımsal küre üzerinde oluşan çarpımsal helisel yörüngelerin yapısı ve oluşum mekanizması ayrıntılı olarak incelenmektedir. Klasik Öklidyen veya küresel helislerden farklı olarak çarpımsal helisler, çarpımsal dönme ile büyük bir çarpımsal çember boyunca gerçekleşen düzgün çarpımsal ilerleyişin birleşmesi sonucu oluşur. Bu eğriler, klasik küresel helislerin çarpımsal karşılıkları olduğu gibi çarpımsal sikloidlerin ve çarpımsal uydu eğrilerinin de özel örnekleridir.
Teorik temeli oluşturmak için önce çarpımsal iç çarpım ve çarpımsal vektör çarpımı kullanılarak çarpımsal Darboux çatısı tanımlanmıştır. Buna bağlı çarpımsal Darboux denklemleri ve varyasyonları elde edilerek çarpımsal küre üzerinde hareket eden yüklü bir parçacığın dinamiği belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, çarpımsal helisel yörüngelerin çarpımsal küre üzerinde bir büyük çarpımsal elipsin sabit bir çarpımsal elips üzerinde kaymadan yuvarlanmasıyla meydana geldiğini göstermektedir. Bu durum, klasik sikloid oluşturan yuvarlanma mekanizmasının çarpımsal geometriye genelleştirilmiş hâlidir.
Ayrıca bu yörüngeler, büyük bir çarpımsal çember boyunca düzgün çarpımsal hareket yapan bir noktanın kürenin belirli bir eksen etrafında çarpımsal dönme yapmasıyla oluşan çarpımsal uydu eğrileri olarak da yorumlanabilmektedir. Bu yaklaşım, çarpımsal geometrinin dönme hareketlerini nasıl yeniden tanımladığını ortaya koymaktadır.
Teorik katkıların ötesinde çarpımsal helisel yörüngeler, büyüme, ölçeklenme, morfogenez ve orantısal değişime dayalı dinamiklerin modellenmesinde önemli bir araçtır. Çarpımsal kürenin sunduğu geometrik zenginlik doğrusal olmayan bükülmelere, değişken eğrilik geçişlerine ve yeni tür simetri yapılarına imkân sağlamaktadır. Bu çalışma, çarpımsal geometrinin Newton-dışı fizik, geometrik mekanik ve çarpımsal diferansiyel geometri alanlarında yeni araştırma kapıları açtığını göstermektedir.
Anahtar Kelimeler: Çarpımsal Geometri, Helisel Eğriler, Çarpımsal Dönme.

MULTIPLICATIVE HELICAL TRAJECTORIES OF A POINT ON THE MULTIPLICATIVE SPHERE

ABSTRACT
In this study, we investigate the structure and generation of multiplicative helical trajectories on the multiplicative sphere, a geometric model arising naturally in multiplicative calculus. Unlike classical helices defined in Euclidean space or on standard spheres, multiplicative helices are produced through a combination of multiplicative rotations and uniform multiplicative displacements along great multiplicative circles. These curves represent the multiplicative analogues of spherical helices and simultaneously form special cases of multiplicative cycloids and multiplicative satellite curves.
To develop the theoretical framework, we construct the multiplicative Darboux frame based on the multiplicative inner product and multiplicative vector product. The associated multiplicative Darboux equations and their variations allow us to characterize the motion of a charged particle constrained to the surface of the multiplicative sphere. This reveals that multiplicative helical trajectories arise when a great multiplicative circle rolls without slipping along a fixed

multiplicative circle on multiplicative sphere. Such motions extend the classical rolling mechanism defining spherical cycloids into the multiplicative geometric setting.
Furthermore, we show that these trajectories can also be interpreted as multiplicative satellite curves, corresponding to the motion of a point undergoing uniform multiplicative progression as the sphere performs a multiplicative rotation around a selected axis. This provides new geometric insights into rotational phenomena modeled within multiplicative geometry.
Beyond their theoretical importance, multiplicative helical trajectories provide a framework for modeling natural and engineered systems in which growth, rotation, or propagation occurs multiplicatively rather than additively. Such behavior appears in biological morphogenesis, logarithmic spirals, scale-invariant processes, and dynamical systems governed by proportional change. The geometric richness of the multiplicative sphere leads to nonlinear twisting, non-uniform curvature transitions, and new forms of rotational symmetry. The findings highlight multiplicative geometry as a powerful alternative structure for describing physical behaviors that do not conform to classical Euclidean evolution, offering new directions in geometric mechanics, non-Newtonian physics, and multiplicative differential geometry.
Keywords: Multiplicative Geometry, Helical Curves, Multiplicative Rotations

1. INTRODUCTION

Early geometric insights into curved spacetime and non-Euclidean backgrounds can be traced back to the pioneering works on de Sitter geometry and its geometric foundations (Coxeter, 1943), which highlighted the relevance of curved ambient spaces in physical theories. These ideas later found resonance in relativistic models and semi-Riemannian geometry, where the geometry of trajectories is deeply influenced by the underlying metric structure. Comprehensive treatments of such geometric frameworks appear, for instance, in the context of relativistic motion and spacetime models related to black hole physics and string theory (Susskind & Lindesay, 2005).
Magnetic flows on surfaces constitute one of the most studied classes of magnetic systems. A seminal contribution in this direction was given by Sunada (1993), who investigated magnetic flows on Riemann surfaces, revealing fundamental connections between magnetic dynamics, curvature, and global geometry. These results laid the groundwork for later studies of magnetic trajectories on manifolds of constant and variable curvature, including spheres and generalized space forms.
From a more applied and computational perspective, orbital motion under geometric constraints has also been investigated in celestial mechanics and satellite dynamics. The work of Cabderou (2003) provides a detailed account of satellite orbits and missions, illustrating how geometric and dynamical considerations govern trajectories in space applications. Such studies emphasize the importance of non-circular and elliptical geometries in realistic motion models.
In recent years, increasing attention has been devoted to magnetic curves on non-standard geometric backgrounds, such as elliptical and anisotropic manifolds. In this context, the notion of elliptical spheres offers a natural generalization of classical spherical geometry, allowing for more flexible modeling of anisotropic effects. A recent contribution by Ceyhan, Parlak, Ateş, and Özdemir (2024) introduced and analyzed elliptical magnetic trajectories of a point on the elliptical 2-sphere, providing explicit characterizations of the corresponding magnetic curves and revealing novel dynamical behaviors absent in the standard spherical case.
Motivated by these developments, the present study aims to further explore helical trajectories on the multiplicative 2-sphere.

2. PRELIMINARIES

The fundamental information for geometric space and the quaternion algebra they define in this space. Firstly, we give the necessary information and notions for this study. A geometric real number is defined as;

$$R(G) = \{exp(x): \quad e^x, x \in R\}$$

and for any $e^x, e^y \in R(G)$, the geometric addition, geometric multiplication are written as follows, respectively,

$$e^x \bigoplus e^y = e^{x+y}, e^x \theta e^y = e^{x-y},$$
$$e^x \odot e^y = e^{xy}, e^x \emptyset e^y = e^{x/y},$$
$$\sqrt[G]{e^x} = e^{\sqrt{x}}.$$

The geometric cosine and sine are defined as follows:

$$cos_G\, \theta = e^{cos\, \theta}, sin_G\, \theta = e^{sin\, \theta}.$$

The multiplicative derivative is written as follows:

$$f^\star(x) = e^{\frac{f'(x)}{f(x)}},$$

where $f'(x) = \frac{df(x)}{dx}$ is the standard Euclidean derivative of the function f. Moreover, the set of geometric 3-space is obtained as follows:

$$R^3(G) = \{x = (e^{x_1}, e^{x_2}, e^{x_3}); e^{x_1}, e^{x_2}, e^{x_3} \in R(G)\} \subset R^3.$$

The standard basis of $R^3(G)$ can be denoted by

$$\overset{\Lambda}{e_1} = (e, 1,1), \quad \overset{\Lambda}{e_2} = (1, e, 1), \quad \overset{\Lambda}{e_3} = (1,1, e).$$

On the other hand, the origin of this space was defined as

$$\overset{\Lambda}{O} = (1,1,1).$$

The multiplicative cross product of two vector fields $x, y \in R^3(G)$ is defined by

$$x \times_G y = \begin{vmatrix} i & j & k \\ e^{x_1} & e^{x_2} & e^{x_3} \\ e^{y_1} & e^{y_2} & e^{y_3} \end{vmatrix}.$$

The multiplicative sphere with center p_0 and radius $r > 0$ is defined by

$$S_G^2(p_0; r) = \{p \in R^3(G)_+ \ : \ \langle p \theta p_0, p \theta p_0 \rangle_G = r\}.$$

When $p_0 = (1,1,1)$ and $r = e$, the unit multiplicative sphere is given by

$$S_G^2 = \{(x, y, z) \in R^3(G)_+ \ : \ x \odot x \bigoplus y \odot y \bigoplus z \odot z = e\}.$$

The multiplicative sectional curvature of S_G^2 generated by a non-degenerate plane $\{X, Y\}$ is defined as

$$K_G(X, Y) = \langle R_G(X, Y)X, Y \rangle \emptyset \langle X, X \rangle \langle Y, Y \rangle \theta (\langle X, Y \rangle) \odot (\langle X, Y \rangle),$$

where R_G denotes the multiplicative Riemann curvature tensor defined by

$$R_G(X, Y)Z = \nabla^\star{}_X \nabla^\star{}_Y Z \theta \nabla^\star{}_Y \nabla^\star{}_X Z \theta \nabla^\star{}_{[X,Y]_G} Z.$$

Since the multiplicative sphere has constant multiplicative sectional curvature, the curvature tensor satisfies

$$R_G(X, Y)Z = \langle Z, X \rangle_G \odot Y \theta \langle Z, Y \rangle_G \odot X.$$

Let β be a multiplicative unit speed curve on S_G^2. The multiplicative unit normal vector field along the surface is defined by

$$Z = \phi_u \times_G \phi_v \emptyset ||\phi_u \times_G \phi_v||_G$$

Since S_G^2 is a multiplicative sphere, the unit normal vector field coincides with the position vector of β. Hence, the multiplicative orthonormal frame is obtained as

$$\{t = \beta^\star, \ y = \beta \times_G \beta^\star, \ \beta\}$$

which is called the *multiplicative Darboux frame* along the curve β.

Proposition 2.1. *Let β be a multiplicative unit speed curve on the multiplicative 2-sphere S_G^2 with nowhere vanishing multiplicative curvature. Then the corresponding multiplicative Darboux frame equations of β are given by*

$$t^\star = k_{g_G} \odot y \theta e \odot \beta,$$
$$\beta^\star = e \odot t,$$
$$y^\star = \theta k_{g_G} \odot t,$$

where $k_{n_M} = \theta e$, $k_{g_M} = \langle \beta^{\star\star}, y \rangle$ and $\tau_{r_G} = 1$ are called the multiplicative normal curvature, multiplicative geodesic curvature, and multiplicative principal curvature of β on S_G^2, respectively.

Since $\{t, \beta, y\}$ forms a right-handed multiplicative orthonormal basis of R_G^3, the following multiplicative cross product relations hold:

$$y \times_G t = \beta, \quad \beta \times_G y = t, \quad \beta \times_G t = \theta y.$$

Theorem 2.1. *Let T_G be a multiplicative skew-symmetric matrix of the form*

$$T_G = \begin{pmatrix} 1 & e^{-u_3} & e^{u_2} \\ e^{u_3} & 1 & e^{-u_1} \\ e^{-u_2} & e^{u_1} & 1 \end{pmatrix},$$

where $u = (e^{u_1}, e^{u_2}, e^{u_3}) \in R_G^3$ is a multiplicative unit vector. Then the multiplicative matrix exponential

$$R_\theta^{B,u} = I_G \oplus sin_G\, \theta\, T \oplus (e\theta\, cos_G\, \theta) T \odot T,$$

gives an multiplicative rotation on the multiplicative sphere $x \odot x \oplus y \odot y \oplus z \odot z = e$. Moreover, the matrix $R_\theta^{B,u}$ can be expressed as:

$$\begin{pmatrix} e^{u_1^2 + (1-u_1^2)\cos\theta} & e^{u_3 \sin\theta - u_1 u_2 (\cos\theta - 1)} & e^{u_2 \sin\theta - u_1 u_3 (\cos\theta - 1)} \\ e^{u_3 \sin\theta - u_1 u_2 (\cos\theta - 1)} & e^{u_2^2 + (1-u_2^2)\cos\theta} & e^{-u_1 \sin\theta - u_2 u_3 (\cos\theta - 1)} \\ e^{-u_2 \sin\theta - u_1 u_3 (\cos\theta - 1)} & e^{u_1 \sin\theta - u_2 u_3 (\cos\theta - 1)} & e^{u_3^2 + (1-u_3^2)\cos\theta} \end{pmatrix},$$

where θ is the rotation angle and $u = (e^{u_1}, e^{u_2}, e^{u_3})$ is the rotation axis.

3. HELICAL TRAJECTORIES VIA MULTIPLICATIVE ROTATIONS

In this section, we proved that helices on the S_E^2 can be described by the motion of a point on a great multiplicative circle of the S_E^2 rolling without slipping on a fixed multiplicative circle of the S_E^2. Furthermore, we show that these helices are special cases of the multiplicative cycloid on the S_E^2, as well as multiplicative satellite curves;

Let P be a point on the rolling multiplicative circle centered at $(1,1,1)$ in the $xoy-$ plane given by

$$P = (cos_G\, kt\, , sin_G\, kt\, , 1),$$

and the axis given as $u = (1, e, 1)$. Then the rotation matrix around the $y - axis$ with the angle α can be expressed as:

$$R_\alpha^{B,u} = \begin{pmatrix} cos_G\, \alpha & 1 & sin_G\, \alpha \\ 1 & e & 1 \\ \theta sin_G\, \alpha & 1 & cos_G\, \alpha \end{pmatrix}$$

If we take the axis as $u = (1,1,e)$ then we express the rotation matrix around the $z - axis$ with the angle t as:

$$R_t^{B,u} = \begin{pmatrix} cos_G\, t & sin_G\, t & 1 \\ \theta sin_G\, t & cos_G\, t & 1 \\ 1 & 1 & e \end{pmatrix}$$

First we rotate this multiplicative circle around the $y - axis$ with the angle $\alpha = e^{arccos\, k}$ we obtain:

$$\begin{pmatrix} cos_G\, \alpha & 1 & sin_G\, \alpha \\ 1 & e & 1 \\ \theta sin_G\, \alpha & 1 & cos_G\, \alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} cos_G\, kt \\ sin_G\, kt \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$= (e^k \odot cos_G\, kt\,, e^k \odot sin_G\, kt\,, e^{\sqrt{1-k^2}} \odot cos_G\, k).$$

Then, if we rotate the last equation by an angle t around the $z - axis$, we have

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} cos_G\, t & sin_G\, t & 1 \\ \theta sin_G\, t & cos_G\, t & 1 \\ 1 & 1 & e \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^k \odot cos_G k\, t \\ e^k \odot cos_G\, kt \\ e^{\sqrt{1-k^2}} \odot cos_G\, kt \end{pmatrix}.$$

Consequently, the parametric equations of the helices on the multiplicative 2-sphere has the following parameterizations

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = R \begin{pmatrix} e^k \odot cos_G\, t \odot cos_G\, k\, t \oplus sin_G\, t \odot sin_G\, k\, t \\ e^k \odot sin_G\, t \odot cos_G\, k\, t \theta\, cos_G\, t\, sin_G\, k\, t \\ e^{\sqrt{1-k^2}} \odot cos_G\, kt \end{pmatrix}.$$

The multiplicative geodesic curvature of the helix calculated as

$$k_{g_G}(s) = cot_G\, ks.$$

The images of the helices corresponding to the diffrent value of the k illustrated in the following Figure.

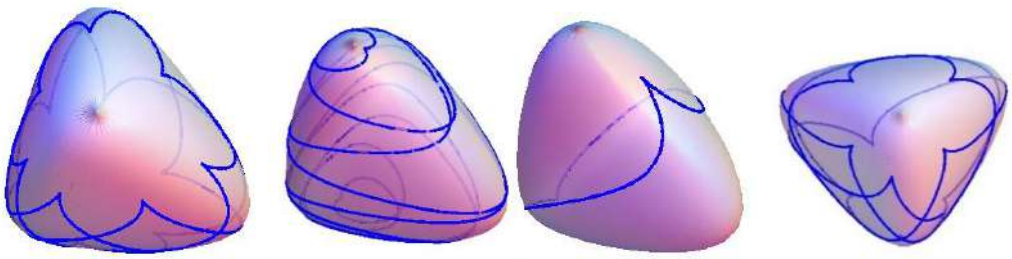


Figure 3.1. Helical trajectories of a point on the multiplicative 2-sphere fort he values $k = 0.56, k = 0.17, k = 0.5, k = 0.3,$ respectively.

3.1.Satellite Curves on the Multiplicative 2-Sphere

Multiplicative trajectories of a point P on a given great multiplicative circle of the multiplicative 2-sphere rotating around its axes, this axis being itself in uniform rotation around an axis passing by the center of the multiplicative circle.

The satellite curves include the helices on the 2-sphere when $k = -cos_G\, \alpha$; it is the case where the curve has cuspidal points. Now we obtain the parametric representation of the satellite curve according to the motion. Let us take an arbitrary point on the rolling multiplicative circle centered at $(1,1,1)$ in the $xoy -$ plane given by

$$P = (cos_G\, k\, t, sin_G\, k\, t, 1)$$

First, if we rotate the point P around the $y - axis$ we obtain:

$$\begin{pmatrix} cos_G\, \alpha & 1 & sin_G\, \alpha \\ 1 & e & 1 \\ \theta\, sin_G\, \alpha & 1 & cos_G\, \alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} cos_G\, k\, t \\ sin_G\, k\, t \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$= (cos_G\, \alpha \odot cos_G\, k\, t, sin_G\, k\, t, sin_G\, \alpha \odot cos_G\, k\, t).$$

Then, if we rotate the point $(cos_G\,\alpha \odot cos\,k\,t, sin_G\,k\,t, sin_G\,\alpha \odot cos\,k\,t)$ by an angle t around the $z-axis$, we have

$$\beta(t) = \begin{pmatrix} cos\,t & \theta\, sin_G\,t & 1 \\ sin_G\,t & cos_G\,t & 1 \\ 1 & 1 & e \end{pmatrix} \begin{pmatrix} cos_G\,\alpha \odot cos\,k\,t \\ sin_G\,k\,t \\ sin_G\,\alpha \odot cos\,k\,t \end{pmatrix}.$$

Finally, the parametric equations of the satellite curve on the elliptical 2-sphere calculated as follows:

$$\beta(t) = R \begin{pmatrix} cos_G\,t \odot cos_G\,k\,t \odot cos_G\,\alpha\; \theta\, sin_G\,t \odot sin_G\,k\,t \\ sin_G\,t \odot cos_G\,k\,t \odot cos_G\,\alpha \oplus cos_G\,t\, sin_G\,k\,t \\ cos_G\,k\,t \odot sin_G\,\alpha \end{pmatrix}.$$

In the following subsection, we obtain the parametric representation of the cycloid on the 2-sphere using the motion.

3.2.Cycloids on the Multiplicative Sphere

A cycloid on the 2 sphere is the trajectory of a point on an multiplicative circle rolling without slipping on a fixed multiplicative circle on the 2 sphere such that the angle between the two multiplicative circles remains constant. Suppose that the angle between the two multiplicative circles equal to ω and the fixed multiplicative circle lies the plane. xoy. Since the rolling circle rolls without sliding, its angular displacement t around its center is $a \emptyset b \odot t$, where a is the radius of the fixed multiplicative circle, $b = a \emptyset b$ that of the moving multiplicative circle. A point on a copy of the rolling multiplicative circle centered at $(1,1,1)$ at in the $xoy-$ plane given by

$$P = (b \odot (e\theta\, cos_G\,q\,t), b \odot (sin_G\,q\,t), 1)$$

First, rotate this multiplicative circle around the $y-axis$ we obtain:

$$\begin{pmatrix} cos_G\,\omega & 1 & sin_G\,\omega \\ 1 & e & 1 \\ \theta\, sin_G\,\omega & 1 & cos_G\,\omega \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b \odot (e\theta\, cos_G\,q\,t) \\ b \odot (sin_G\,q\,t) \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$= (b \odot (e\theta\, cos_G\,q\,t) \odot cos_G\,\omega, b \odot (sin_G\,q\,t), \theta b \odot (e\theta\, cos_G\,q\,t) \odot sin_G\,\omega).$$

Now translate the multiplicative circle over a distance a along the $x-axis$ to get:

$$(a \oplus b \odot (e\theta\, cos_G\,q\,t) \odot cos_G\,\omega, b \odot (sin_G\,q\,t), \theta b \odot (e\theta\, cos_G\,q\,t) \odot sin_G\,\omega).$$

Finally, rotate this multiplicative circle by an angle t around the $z-axis$:

$$\beta(t) = \begin{pmatrix} cos_G\,t & sin_G\,t & 1 \\ \theta\, sin_G\,t & cos_G\,t & 1 \\ 1 & 1 & e \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \oplus b \odot (e\theta\, cos_G\,q\,t) \odot cos_G\,\omega \\ b \odot (sin_G\,q\,t) \\ \theta b \odot (e\theta\, cos_G\,q\,t) \odot sin_G\,\omega \end{pmatrix}$$

Then we obtain the parametric equations of the cycloid as

$$\beta(t) = \begin{pmatrix} (a \oplus b \odot (e\theta\, cos_G\,q\,t) \odot cos_G\,\omega) \odot cos_G\,t \oplus b \odot (sin_G\,q\,t) \odot sin_G\,t \\ (a \oplus a \odot (e\theta\, cos_G\,q\,t) \odot cos_G\,\omega) \odot sin_G\,t \odot b \odot (sin_G\,q\,t) \odot cos_G\,t \\ \theta b \odot (e\theta\, cos_G\,q\,t) \odot sin_G\,\omega \end{pmatrix}.$$

REFERENCES

Cabderou, M. (2003). *Satellites: Orbites et missions*. Springer-Verlag France.

Coxeter, H. S. M. (1943). A geometrical background for de Sitter's world. *American Mathematical Monthly, 50*(4), 217–228.

Sunada, T. (1993). Magnetic flows on a Riemann surface. In *Proceedings of the KAIST Mathematics Workshop: Analysis and Geometry* (3–6 August 1993). KAIST.

Susskind, L., & Lindesay, J. (2005). *An introduction to black holes, information and the string theory revolution: The holographic universe*. World Scientific.

Ceyhan, H., Parlak, E., Ateş, F., Özdemir, Z. (2024). *Elliptical magnetic trajectories of a point on the elliptical 2-sphere*. Waves in Random and Complex Media, 1–24. https://doi.org/10.1080/17455030.2024.2328630

ÇARPIMSAL 2-KÜRE ÜZERİNDE MANYETİK YÖRÜNGELER

Zehra ÖZDEMİR
Amasya University, Faculty of Science and Arts, Department of Mathematics, 05189, Amasya, Türkiye
ORCID: 0000-0001-9750-507X

ÖZET
Bu çalışmada, çarpımsal metrik yapıya sahip bir ortamda tanımlanan çarpımsal eliptik 2-küre üzerindeki hareketli noktaların özel yörüngeleri ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu manifold, doğrusal ilişkiler yerine üstel ölçeklenmenin belirleyici olduğu çarpımsal geometri anlayışıyla tanımlanmakta olup, klasik diferansiyel geometriden önemli ölçüde ayrılan bir yapıya sahiptir. Çarpımsal iç çarpım ve çarpımsal vektörel çarpım kullanılarak, bir Killing vektör alanının etkisi altında çarpımsal eliptik 2-küre üzerinde hareket eden yüklü parçacıkların dinamiği ele alınmıştır. Bu çarpımsal araçlar, manyetik eğrilerin temel hareket denklemlerinin çarpımsal metrikte yeniden formüle edilmesini sağlamaktadır.
Öncelikle hareketi yöneten diferansiyel denklemler türetilmiş ve sonrasında çarpımsal eğrilik fonksiyonları ile tüm manyetik eğrilerin parametrik ifadeleri elde edilmiştir. Özellikle çarpımsal helisler, yani tanjant vektörlerinin çarpımsal eğrilik bileşenleri arasındaki oranın sabit kaldığı eğriler, detaylı biçimde analiz edilmiştir. Çarpımsal metrik yapısının oluşturduğu anizotropik deformasyon nedeniyle bu helislerin klasik eliptik küre üzerindeki helislerden nasıl ayrıştığı tartışılmıştır.
Ayrıca çeşitli Killing vektör alanlarının oluşturduğu yörüngelerin nitel davranışları karşılaştırılmış ve çarpımsal metrik parametrelerindeki değişikliklerin manyetik eğrilerin geometrisini nasıl etkilediği kapsamlı biçimde değerlendirilmiştir. Kuramsal sonuçları desteklemek amacıyla çeşitli örnekler verilmiş ve bu eğrilerin çarpımsal eliptik 2-küre üzerindeki grafiksel görünümleri sunulmuştur.
Elde edilen bulgular, çarpımsal geometrinin manyetik yörüngeleri ve helisel yapıları modellemede güçlü ve esnek bir yaklaşım sunduğunu; geometrik mekanik, anizotropik ortamlar, biyolojik büyüme modelleri ve çarpımsal dinamik sistemler gibi alanlarda önemli uygulamalara sahip olduğunu göstermektedir.
Anahtar Kelimeler: Çarpımsal Geometri, Helisel Eğriler, Manyetik Eğri

MAGNETIC TRAJECTORIES ON MULTIPLICATIVE 2-SPHERE

ABSTRACT
In this study, we explore in detail the geometric behavior of special curves defined as trajectories of moving points on the multiplicative 2-sphere. This manifold is constructed using the multiplicative metric structure of the ambient space, in which geometric quantities evolve according to exponential scaling rules rather than classical linear relations. Using the multiplicative inner product and the multiplicative cross product, we examine the motion of charged particles constrained to this surface under the influence of a Killing vector field. These multiplicative tools allow us to formulate a modified system of magnetic equations that incorporates the intrinsic deformation created by the multiplicative metric.
After establishing the governing differential equations, we derive explicit multiplicative curvatures and provide complete parametric characterizations for all magnetic curves lying on the multiplicative 2-sphere. Particular emphasis is placed on multiplicative helices, which we define as curves whose tangent directions preserve a constant ratio of multiplicative curvature components along their trajectories. We analyze how these helices diverge from classical

helical paths on the Euclidean or multiplicative sphere, especially in the presence of anisotropic multiplicative stretching.
Furthermore, we examine several families of Killing vector fields and discuss their qualitative impact on the resulting magnetic trajectories. Variations in the parameters of the multiplicative metric are shown to significantly alter the geometric structure of particle paths, leading to behaviors not observable in classical settings. To support the theoretical framework, we present a series of illustrative examples along with detailed visualizations of their shapes on the multiplicative multiplicative 2-sphere.
Overall, the results demonstrate that multiplicative geometry provides a powerful and flexible alternative for modeling magnetic trajectories and helical structures, offering potential applications in geometric mechanics, anisotropic materials, biological growth models, and multiplicative dynamical systems.
Keywords: Multiplicative Geometry, Helical Curves, Magnetic curve

1. INTRODUCTION

Magnetic curves arise naturally as trajectories of charged particles moving under the influence of magnetic fields and constitute an important topic at the intersection of differential geometry and mathematical physics. In a geometric setting, these curves are described as solutions of the Lorentz force equation on Riemannian or semi-Riemannian manifolds, where the geometry of the ambient space plays a decisive role in shaping the dynamics of motion.
One of the foundational developments in this area is the study of magnetic flows on surfaces, where curvature and topology interact with magnetic dynamics. Sunada (1993) provided an early and influential analysis of magnetic flows on Riemann surfaces, establishing fundamental connections between magnetic trajectories and geometric structures. This line of research was further developed through investigations of magnetic curves associated with specific classes of magnetic fields, such as Killing magnetic fields in Euclidean space (Druta-Romaniuc & Munteanu, 2011).
Magnetic trajectories have also been studied in relation to special classes of curves and geometric constraints. In particular, helices and vortex filament flows have attracted considerable attention due to their relevance in both geometry and physics. Barros et al. (2001) analyzed general helices in three-dimensional Lorentzian space forms, while Barros et al. (2007) investigated magnetic vortex filament flows, revealing deep links between magnetic curves, curvature, and filament dynamics. Related geometric aspects of magnetic motion were also explored through the Gauss–Landau–Hall problem on Riemannian surfaces (Barros et al., 2005).
In higher-dimensional and constant-curvature settings, magnetic curves in three-dimensional Riemannian manifolds have been systematically studied using different geometric pproaches. Bozkurt et al. (2014) introduced a new framework for the analysis of magnetic curves in 3D Riemannian manifolds, and Cabrerizo (2013) examined magnetic fields and corresponding trajectories in two- and three-dimensional spheres, emphasizing the role of symmetry and curvature.
More recently, attention has turned to magnetic motion on generalized geometric structures beyond the classical sphere. In this direction, Ceyhan et al. (2024) studied elliptical magnetic trajectories of a point on the elliptical 2-sphere, providing explicit descriptions of the trajectories and highlighting novel behaviors induced by anisotropic curvature.
Motivated by these developments, the present study aims to further explore magnetic trajectories on the multiplicative 2-sphere.

2. BASIC DEFINITIONS AND CONCEPTS

The fundamental information for geometric space and the quaternion algebra they define in this space. Firstly, we give the necessary information and notions for this study. A geometric real number is defined as;

$$R(G) = \{e^x : \ x \in R\}$$

and for any $e^x, e^y \in R(G)$, the geometric addition, geometric multiplication are written as follows, respectively,

$$e^x \oplus e^y = e^{x+y}, e^x \theta e^y = e^{x-y},$$
$$e^x \odot e^y = e^{xy}, e^x \emptyset e^y = e^{x/y},$$
$$\sqrt[G]{e^x} = e^{\sqrt{x}}.$$

The geometric cosine and sine are defined as follows:

$$cos_G\, \theta = e^{cos\, \theta}, sin_G\, \theta = e^{sin\, \theta}.$$

The multiplicative derivative is written as follows using Lâ€™Hospitalâ€™s rule:

$$f^{\star}(x) = e^{\frac{f'(x)}{f(x)}},$$

where $f'(x) = \frac{df(x)}{dx}$ is the standard Euclidean derivative of the function f. Moreover, the set of geometric 3-space is obtained as follows:

$$R^3(G) = \{x = (e^{x_1}, e^{x_2}, e^{x_3}); e^{x_1}, e^{x_2}, e^{x_3} \in R(G)\} \subset R^3.$$

The standard basis of $R^3(G)$ can be denoted by

$$\overset{\Lambda}{e_1} = (e, 1, 1), \ \overset{\Lambda}{e_2} = (1, e, 1), \ \overset{\Lambda}{e_3} = (1, 1, e).$$

On the other hand, the origin of this space was defined as

$$\overset{\Lambda}{O} = (1, 1, 1).$$

The multiplicative cross product of two vector fields $x, y \in R^3(G)$ is defined by

$$x \times_G y = \begin{vmatrix} i & j & k \\ e^{x_1} & e^{x_2} & e^{x_3} \\ e^{y_1} & e^{y_2} & e^{y_3} \end{vmatrix}.$$

The multiplicative sphere with center p_0 and radius $r > 0$ is defined by

$$S_G^2(p_0; r) = \{p \in R^3(G)_+ \ : \ \langle p \theta p_0, p \theta p_0 \rangle_G = r\}.$$

When $p_0 = (1,1,1)$ and $r = e$, the unit multiplicative sphere is given by

$$S_G^2 = \{(x, y, z) \in R^3(G)_+ : \ x \odot x \oplus y \odot y \oplus z \odot z = e\}.$$

The multiplicative sectional curvature of S_G^2 generated by a non-degenerate multiplicative plane $\{X, Y\}$ is defined as

$$K_G(X, Y) = \langle R_G(X, Y)X, Y \rangle \emptyset \langle X, X \rangle \langle Y, Y \rangle \theta (\langle X, Y \rangle) \odot (\langle X, Y \rangle),$$

where R_G denotes the multiplicative Riemann curvature tensor defined by

$$R_G(X, Y)Z = \nabla^{\star}{}_X \nabla^{\star}{}_Y Z \theta \nabla^{\star}{}_Y \nabla^{\star}{}_X Z \theta \nabla^{\star}{}_{[X,Y]_G} Z.$$

Since the multiplicative sphere has constant multiplicative sectional curvature, the curvature tensor satisfies

$$R_G(X, Y)Z = \langle Z, X \rangle_G \odot Y \theta \langle Z, Y \rangle_G \odot X.$$

Let β be a multiplicative unit speed curve on S_G^2. The multiplicative unit normal vector field along the surface is defined by

$$Z = \phi_u \times_G \phi_v \emptyset ||\phi_u \times_G \phi_v||_G$$

Since S_G^2 is a multiplicative sphere, the unit normal vector field coincides with the position vector of β. Hence, the multiplicative orthonormal frame is obtained as follows

$$\{t = \beta^{\star},\ y = \beta \times_G \beta^{\star},\ \beta\}$$

which is called the *multiplicative Darboux frame* along the curve β.

Proposition 2.1. *Let β be a multiplicative unit speed curve on the multiplicative 2-sphere S_G^2 with nowhere vanishing multiplicative curvature. Then the corresponding multiplicative Darboux frame equations of β are given by*

$$t^{\star} = k_{g_G} \odot y \theta e \odot \beta,$$
$$\beta^{\star} = e \odot t,$$
$$y^{\star} = \theta k_{g_G} \odot t,$$

where $k_{n_M} = \theta e$, $k_{g_M} = \langle \beta^{\star\star}, y \rangle$ and $\tau_{r_G} = 1$ are called the multiplicative normal curvature, multiplicative geodesic curvature, and multiplicative principal curvature of β on S_G^2, respectively.

Since $\{t, \beta, y\}$ forms a right-handed multiplicative orthonormal basis of R_G^3, the following multiplicative cross product relations hold:

$$y \times_G t = \beta, \quad \beta \times_G y = t, \quad \beta \times_G t = \theta y.$$

Theorem 2.1. *Let T_G be a multiplicative skew-symmetric matrix of the form*

$$T_G = \begin{pmatrix} 1 & e^{-u_3} & e^{u_2} \\ e^{u_3} & 1 & e^{-u_1} \\ e^{-u_2} & e^{u_1} & 1 \end{pmatrix},$$

where $u = (e^{u_1}, e^{u_2}, e^{u_3}) \in R_G^3$ is a multiplicative unit vector. Then the multiplicative matrix exponential

$$R_{\theta}^{B,u} = I_G \oplus sin_G\, \theta\, T \oplus (e\theta\, cos_G\, \theta) T \odot T,$$

gives an multiplicative rotation on the multiplicative sphere $x \odot x \oplus y \odot y \oplus z \odot z = e$. Moreover, the matrix $R_{\theta}^{B,u}$ can be expressed as:

$$\begin{pmatrix} e^{u_1^2 + (1-u_1^2)\cos\theta} & e^{u_3 \sin\theta - u_1 u_2 (\cos\theta - 1)} & e^{u_2 \sin\theta - u_1 u_3 (\cos\theta - 1)} \\ e^{u_3 \sin\theta - u_1 u_2 (\cos\theta - 1)} & e^{u_2^2 + (1-u_2^2)\cos\theta} & e^{-u_1 \sin\theta - u_2 u_3 (\cos\theta - 1)} \\ e^{-u_2 \sin\theta - u_1 u_3 (\cos\theta - 1)} & e^{u_1 \sin\theta - u_2 u_3 (\cos\theta - 1)} & e^{u_3^2 + (1-u_3^2)\cos\theta} \end{pmatrix},$$

where θ is the rotation angle and $u = (e^{u_1}, e^{u_2}, e^{u_3})$ is the rotation axis.

3. MAGNETIC TRAJECTORIES ON MULTIPLICATIVE SPHERE

When a charged particle enters a magnetic field, it moves under the influence of the field along a trajectory known as a magnetic curve. A magnetic field F on the multiplicative sphere S_G^2 is represented by a closed 2-form. The Lorentz force associated with the magnetic field F, with respect to the multiplicative inner product on S_G^2, is defined as a skew-symmetric operator satisfying that

$$B(F_L(X), Y) = F(X, Y),$$

for all $X = (e^{x_1}, e^{x_2}, e^{x_3}), Y = (e^{y_1}, e^{y_2}, e^{y_3}) \in \chi(S_G^2)$. Then, the multiplicative mixed product of the vector fields $X, Y, Z \in \chi(S_G^2)$ is satisfy

$$\langle X \times_E Y, Z \rangle_G = dv_g(X, Y, Z),$$

where dv_g denotes a volume on the S_G^2. Since divergence-free vector fields are in one-to-one correspondence with magnetic fields, the Lorentz force F_L associated with the multiplicative magnetic field K can be expressed by the following formula

$$F_L(X) = K \times_E X.$$

From these formulas, the trajectories generated by the magnetic field K are obtained as solutions of the following Lorentz force equation

$$F_L(t) = K \times_E t = \nabla^\star{}_t t,$$

where $\nabla^\star$ is the multiplicative Levi-Civita connection. In this context, we define the trajectories of charged particles on the S_G^2. We derive the parametric representations of all magnetic curves on S_G^2 and present several examples to illustrate the theoretical results of this study.

Proposition 3.1. *Let $\beta : I \subset R \to U$ be a regular curve on S_G^2. Then, the Lorentz force equations associated with the Darboux frame $\{t, \beta, y\}$ can be written in the following matrix form:*

$$\begin{bmatrix} F_L(t) \\ F_L(\beta) \\ F_L(y) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -e & e^{k_{g_E}} \\ e & 1 & \delta \\ e^{-k_{g_E}} & e^{-\delta} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} t \\ \beta \\ y \end{bmatrix},$$

where $e^{k_{g_E}}$ is geodesic curvature of β.

Proposition 3.2. *Let $\beta : I \subset R \to U$ be a regular curve on the 2-sphere S_G^2 and K be a Killing vector field along the curve β. Then β is a magnetic path related to the magnetic field K on the condition that K can be expressed along β as:*

$$K(s) = \delta \odot t \theta k_{g_E} \odot \beta \theta y,$$

where k_{g_E} is geodesic curvature and the function $\delta(s)$ associated with each magnetic curve will be expressed as quasislope, calculated obviously, concerning the magnetic field K.

Theorem 3.1. *Let $\phi : U \subset E^2 \to E^3$, $\phi(U) = S_G^2$ be an 2-sphere, $\beta : I \subset R \to U$ be a regular curve on S_G^2 and K be a Killing vector field along the curve β. Then β is a magnetic trajectory of the magnetic field K on the condition that the multiplicative Darboux frame curvatures of the curve β satisfy the following differential equation:*

$$k_{g_E}^{\star\star} \oplus \delta \odot k_{g_E} \odot k_{g_E}^{\star} = 1,$$

where δ is a constant along the magnetic trajectory β.

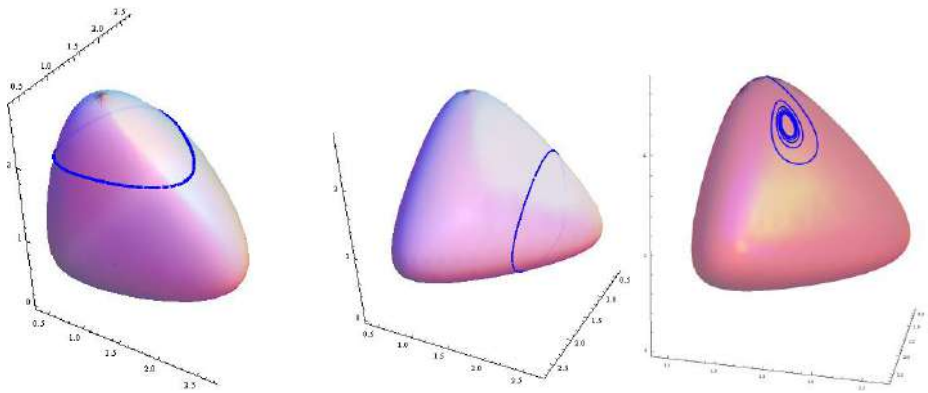


Figure 3.1. Magnetic trajectories of a point on the multiplicative 2-sphere

REFERENCES

Barros, M., Cabrerizo, J. L., Fernández, M., & Romero, A. (2007). Magnetic vortex filament flows. *Journal of Mathematical Physics, 48*, 1–27.

Barros, M., Ferrández, A., Lucas, P., & Meroño, M. A. (2001). General helices in the 3-dimensional Lorentzian space forms. *Rocky Mountain Journal of Mathematics, 31*, 373–388.
Barros, M., Cabrerizo, J. L., Fernández, M., & Romero, A. (2005). The Gauss–Landau–Hall problem on Riemannian surfaces. *Journal of Mathematical Physics, 46*.
Bozkurt, Z., Gök, I., Yaylı, Y., & Ekmekci, F. N. (2014). A new approach for magnetic curves in 3D Riemannian manifolds. *Journal of Mathematical Physics, 55*, 053501.
Cabrerizo, J. L. (2013). Magnetic fields in 2D and 3D sphere. *Journal of Nonlinear Mathematical Physics, 20*, 440–450.
Druta-Romaniuc, S. L., & Munteanu, M. I. (2011). Magnetic curves corresponding to Killing magnetic fields in E^3. *Journal of Mathematical Physics, 52*, 113506.
Sunada, T. (1993). Magnetic flows on a Riemann surface. In *Proceedings of the KAIST Mathematics Workshop: Analysis and Geometry* (3–6 August 1993). KAIST.
Ceyhan, H., Parlak, E., Ateş, F., Özdemir, Z. (2024). *Elliptical magnetic trajectories of a point on the elliptical 2-sphere*. *Waves in Random and Complex Media*, 1–24. https://doi.org/10.1080/17455030.2024.2328630

KRONİK YARA YÖNETİMİNDE YENİLİKÇİ YAKLAŞIM: İLERİ KİTOSAN BAZLI NANOSİSTEMLERİN TERAPÖTİK ETKİNLİĞİ VE TRANSLASYONEL POTANSİYELİ

Emre Şefik Çağlar
University of Health Sciences, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Biotechnology, Üsküdar, İstanbul
ORCID:0000-0003-2010-4918
Mehmet Evren Okur
University of Health Sciences, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmacology, Üsküdar, İstanbul
ORCID: 0000-0001-7706-6452
Neslihan Üstündağ Okur
University of Health Sciences, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Biotechnology, Üsküdar, İstanbul
ORCID: 0000-0002-3210-3747

ÖZET
Bozulmuş yara iyileşmesi süreçleri ve kronik ülserler, küresel sağlık sistemleri üzerinde artan bir yük oluşturmakta ve konvansiyonel tedavilerin ötesinde biyomedikal çözümler gerektirmektedir. Bu çalışma, literatür ışığında, kitosan (CS) bazlı nanosistemlerin (hidrojeller, nanolifler ve iskeleler) yara iyileşmesinin hemostaz, inflamasyon, proliferasyon ve yeniden şekillenme evrelerindeki moleküler mekanizmalarını ve klinik çıktılarını kritik bir şekilde değerlendirmektedir.
Katyonik yapısı sayesinde CS sistemleri, negatif yüklü hücre membranları ile elektrostatik etkileşime girerek eritrosit agregasyonunu ve pıhtı stabilitesini artırırken, NF-kB aktivasyonunu baskılayarak TNF-α ve IL-1β gibi pro-inflamatuar sitokinleri aşağı regüle etmekte ve M2 makrofaj polarizasyonunu teşvik etmektedir. Fizikokimyasal açıdan, <200 nm partikül boyutuna ve +25 ila +40 mV zeta potansiyeline sahip CS nanosistemlerinin doku penetrasyonunu optimize ettiği belirlenmiştir. Yakın tarihli randomize kontrollü bir çalışmada, diyabetik ayak ülserlerinde CS bazlı jel uygulamasının, plasebo grubundaki %37'lik orana kıyasla yara yüzey alanında %92 oranında (P=0.008) bir azalma sağladığı gösterilmiştir.
Ayrıca, norfloksasin yüklü kuaternize CS nanolifleri gibi ileri formülasyonların, 1250 MPa'ya varan Young modülü ve 6 g/g şişme oranı ile ekstraselüler matriksi (ECM) taklit ederek re-epitelizasyonu hızlandırdığı raporlanmıştır. Enfekte yaraların asidik mikroçevresine (pH 5.5-6.5) duyarlı akıllı salım sistemleri ve 3D biyobasım teknolojileri, tedavide yeni ufuklar açmaktadır. Yıllık %14.3'lük pazar büyüme öngörüsüne rağmen, ticari translasyon için deasetilasyon derecesi ve moleküler ağırlık standardizasyonu gibi regülatif zorlukların aşılması gerekmektedir
Anahtar Kelimeler: Kitosan Nanosistemleri, Kronik Yara İyileşmesi, Kronik Yara İyileşmes, Akıllı İlaç Salımı

INNOVATIVE APPROACH IN CHRONIC WOUND MANAGEMENT: THERAPEUTIC EFFICACY AND TRANSLATIONAL POTENTIAL OF ADVANCED CHITOSAN-BASED NANOSYSTEMS

ABSTRACT
Impaired wound healing and chronic ulcers impose a substantial burden on global healthcare systems, necessitating biomedical solutions beyond conventional therapies. This presentation critically evaluates the literature regarding chitosan (CS)-based nanosystems—including

hydrogels, nanofibers, and scaffolds—focusing on their molecular mechanisms and clinical outcomes across the hemostasis, inflammation, proliferation, and remodeling phases of wound repair.

Due to their intrinsic cationic nature, CS systems facilitate hemostasis by enhancing erythrocyte aggregation through electrostatic interactions with negatively charged cell membranes. Concurrently, they modulate the inflammatory milieu by suppressing NF-kB activation, thereby downregulating pro-inflammatory cytokines such as TNF-α and IL-1β, and promoting M2 macrophage polarization. Physicochemically, CS nanosystems with particle sizes <200 nm and zeta potentials ranging from +25 to +40 mV have been identified to optimize tissue penetration and cellular uptake. Clinically, a recent randomized controlled trial on diabetic foot ulcers demonstrated that CS-based gel treatment resulted in a 92% reduction in wound surface area, compared to 37% in the placebo group (P=0.008).

Furthermore, advanced formulations such as norfloxacin-loaded quaternized CS nanofibers have been reported to exhibit a Young's modulus of up to 1250 MPa and a swelling ratio of 6 g/g, effectively mimicking the extracellular matrix (ECM) to accelerate re-epithelialization. Emerging technologies, including "smart" drug delivery systems responsive to the acidic microenvironment (pH 5.5–6.5) of infected wounds and 3D bioprinting, represent promising frontiers. Despite a projected annual market growth of 14.3%, overcoming regulatory hurdles related to the standardization of deacetylation degrees and molecular weight remains essential for successful commercial translation.

Keywords: Chitosan Nanosystems, Chronic Wound Healing, Tissue Engineering, Smart Drug Delivery

1. Introduction: The Clinical Burden of Chronic Wounds and the Bioactive Paradigm of Chitosan

The physiological restoration of skin integrity following injury is a complex cascade involving hemostasis, inflammation, proliferation, and remodeling. However, pathological disruptions, particularly in diabetic or ischemic conditions, often arrest this process in a persistent inflammatory state, characterized by excessive exudate, hypoxia, and microbial colonization. The clinical burden of such chronic wounds is substantial, necessitating advanced therapeutic interventions beyond passive dressings. In this context, chitosan, a linear amino-polysaccharide derived from the deacetylation of chitin, has emerged as a superior biomaterial due to its intrinsic polycationic nature. Unlike neutral polysaccharides, the positively charged amino groups of chitosan at physiological pH enable electrostatic interactions with anionic biological membranes, facilitating mucoadhesion and intrinsic antimicrobial activity (Younes & Rinaudo, 2015). Furthermore, chitosan degrades into non-toxic metabolites, such as glucosamine and N-acetylglucosamine, which naturally stimulate fibroblast proliferation and hyaluronic acid synthesis, thereby actively participating in the reconstruction of the extracellular matrix (ECM) (Cheung et al., 2015).

2. Molecular Engineering and Physicochemical Optimization of Chitosan

Despite its therapeutic promise, native chitosan exhibits limited solubility at neutral pH, which restricts its application in physiological environments. To overcome this, molecular engineering strategies have focused on chemical modifications to enhance its physicochemical profile. The functionalization of the C2-amino and C6-hydroxyl groups has led to the development of derivatives such as carboxylated and quaternized chitosan. For instance, N,N,N-trimethyl chitosan (TMC) demonstrates significantly enhanced water solubility and cationic charge density, which correlates with improved permeability and mucoadhesion compared to unmodified chitosan (Kulkarni et al., 2017). Furthermore, the introduction of carboxymethyl groups confers amphoteric properties, improving gel-forming capabilities and antimicrobial efficacy across a broader pH spectrum (Shariatinia, 2018). Advanced formulation techniques, such as ionic gelation with tripolyphosphate (TPP), allow for the fabrication of nanoparticles

with tunable size and zeta potential, optimizing them for deep tissue penetration and intracellular delivery (Algharib et al., 2022).

3. Modulation of the Wound Microenvironment: Hemostasis and Immunomodulation

Effective wound management requires immediate hemostasis followed by the resolution of inflammation. Chitosan-based systems exhibit a unique hemostatic mechanism independent of the classical coagulation cascade. The protonated amine groups of chitosan interact electrostatically with the negatively charged membranes of erythrocytes and platelets, inducing rapid agglutination and thrombus formation even in coagulopathic conditions (Huang et al., 2024). Beyond hemostasis, these nanosystems actively modulate the immune microenvironment. Recent investigations indicate that zinc ions released from chitosan-based composites can regulate macrophage plasticity, promoting a phenotypic switch from pro-inflammatory M1 macrophages to the reparative M2 phenotype. This immunomodulation involves the activation of the PI3K/Akt signaling pathway, which downregulates pro-inflammatory cytokines such as TNF-α and IL-6 while upregulating anti-inflammatory mediators like IL-10, thereby transitioning the wound from a stalled inflammatory state to a proliferative phase (Zhang et al., 2025).

4. Advanced Antimicrobial Strategies: Metal-Doped and Framework-Based Nanocomposites

Bacterial colonization and biofilm formation are critical impediments to healing in chronic wounds. Advanced chitosan nanocomposites have been engineered to incorporate metal nanoparticles and Metal-Organic Frameworks (MOFs) to overcome multidrug resistance. Silver nanoparticles (AgNPs) embedded within chitosan matrices exert potent bactericidal effects by disrupting microbial cell walls and interfering with DNA replication (Shehabeldine et al., 2022). A significant innovation in this domain is the integration of Zeolitic Imidazolate Framework-8 (ZIF-8), a porous MOF constructed from zinc ions and imidazolate linkers. ZIF-8 nanoparticles encapsulated in chitosan hydrogels demonstrate a pH-responsive degradation mechanism; in the acidic microenvironment typical of infected wounds (pH ~5.5), the framework disassembles to release zinc ions. These ions disrupt bacterial metabolism and inhibit biofilm formation while simultaneously scavenging reactive oxygen species (ROS), thus providing a dual antimicrobial and antioxidant therapeutic effect (Sun et al., 2022).

5. Smart Therapeutic Delivery: pH-Responsive and Synergistic Release Systems

The development of smart drug delivery systems that respond to pathological stimuli represents a frontier in wound care. Chitosan-based nanocarriers have been designed to exploit the acidic pH of the inflammatory microenvironment to trigger the release of therapeutic payloads. For example, dual-pH-sensitive chitosan/mesoporous silica nanoparticles have been utilized to deliver antineoplastic agents, ensuring release occurs strictly within the target cellular environment (Liao et al., 2021). In the context of tissue regeneration, these systems are employed to co-deliver antibiotics and growth factors. Research has demonstrated that core-shell nanofibers can provide a programmed release profile: an initial burst release of antibiotics (e.g., ciprofloxacin or vancomycin) to clear infection, followed by a sustained release of growth factors such as vascular endothelial growth factor (VEGF) or basic fibroblast growth factor (bFGF) to stimulate angiogenesis and re-epithelialization (Hashemikia et al., 2021; Vijayan et al., 2019). This spatiotemporal control over drug availability significantly enhances therapeutic efficacy compared to systemic administration.

6. Next-Generation Scaffold Architectures: Electrospun Nanofibers and 3D Bioprinting

To support cellular ingrowth, wound dressings must mimic the topography of the native ECM. Electrospinning technology has been extensively utilized to fabricate chitosan-based nanofibrous mats with high porosity and surface area, facilitating gas exchange and exudate management. These nanofibers provide structural cues that enhance fibroblast adhesion and migration (Cui et al., 2021). Recent advancements include the development of hybrid

nanofibers, such as those combining polycaprolactone (PCL), sulfonated chitosan, and ZIF-8, which offer superior mechanical strength and cytocompatibility (Nezhad-Mokhtari et al., 2023). Furthermore, 3D bioprinting has enabled the fabrication of patient-specific scaffolds. Chitosan bio-inks, often reinforced with gelatin or alginate, allow for the precise deposition of cells and bioactive agents, creating constructs that match the irregular geometries of chronic wounds while maintaining a moist environment conducive to healing (Hafezi et al., 2019).

7. Translational Challenges: Biocompatibility, Scalability, and Regulatory Landscapes

Despite preclinical success, the clinical translation of chitosan nanosystems faces substantial hurdles. A primary concern is the long-term biocompatibility of nanomaterials; for instance, high concentrations of zinc ions released from ZIF-8 composites can induce cytotoxicity in fibroblasts via oxidative stress mechanisms if not strictly controlled (Wang et al., 2020). Additionally, the natural origin of chitosan results in batch-to-batch variability in molecular weight and degree of deacetylation, which profoundly influences biological activity and degradation kinetics. This variability complicates the standardization required for Good Manufacturing Practice (GMP) and regulatory approval (Aranaz et al., 2021). The FDA requires rigorous characterization of purity and safety, particularly regarding endotoxin levels and degradation byproducts. Consequently, while some chitosan dressings have cleared regulatory pathways, complex nanocomposite formulations remain largely in the investigational stage due to these stringent safety and reproducibility requirements.

8. Conclusion and Future Perspectives

Chitosan-based nanosystems represent a paradigm shift in chronic wound management, evolving from passive coverings to bioactive, immunomodulatory platforms. By leveraging molecular modifications and nanotechnology, these systems offer targeted hemostasis, intelligent drug delivery, and robust antimicrobial defense. The integration of MOFs like ZIF-8 has further refined these capabilities, enabling stimuli-responsive therapy that adapts to the wound microenvironment. Future research must focus on overcoming translational barriers by developing standardized synthesis protocols and conducting comprehensive in vivo toxicity assessments. Furthermore, the convergence of these biomaterials with emerging technologies, such as AI-guided formulation optimization and gene-activated matrices, holds the potential to deliver personalized, regenerative therapies that significantly reduce the burden of chronic wounds (Zhang et al., 2024).

References

Algharib, S. A., Dawood, A., Zhou, K., Chen, D., Li, C., Meng, K., Zhang, A., Luo, W., Ahmed, S., Huang, L., & Xie, S. (2022). Preparation of chitosan nanoparticles by ionotropic gelation technique: Effects of formulation parameters and in vitro characterization. Journal of Molecular Structure, 1252, 132129.

Aranaz, I., Alcántara, A. R., Civera, M. C., Arias, C., Elorza, B., Caballero, A. H., & Acosta, N. (2021). Chitosan: An overview of its properties and applications. Polymers, 13(19), 3256.

Cheung, R. C., Ng, T. B., Wong, J. H., & Chan, W. Y. (2015). Chitosan: An update on potential biomedical and pharmaceutical applications. Marine Drugs, 13(8), 5156–5186.

Cui, C., Sun, S., Wu, S., Chen, S., Ma, J., & Zhou, F. (2021). Electrospun chitosan nanofibers for wound healing application. Engineering Regeneration, 2, 82–90.

Hafezi, F., Scoutaris, N., Douroumis, D., & Boateng, J. (2019). 3D printed chitosan dressing crosslinked with genipin for potential healing of chronic wounds. International Journal of Pharmaceutics, 560, 406–415.

Hashemikia, S., Farhangpazhouh, F., Parsa, M., Hasan, M., Hassanzadeh, A., & Hamidi, M. (2021). Fabrication of ciprofloxacin-loaded chitosan/polyethylene oxide/silica nanofibers for wound dressing application: in vitro and in vivo evaluations. International Journal of Pharmaceutics, 597, 120313.

Huang, Z., Zhang, D., Tong, L., Gao, F., Zhang, S., Wang, X., Xie, Y., Chen, F., & Liu, C. (2024). Protonated-chitosan sponge with procoagulation activity for hemostasis in coagulopathy. Bioactive Materials, 41, 174–192.
Kulkarni, A. D., Patel, H. M., Surana, S. J., Vanjari, Y. H., Belgamwar, V. S., & Pardeshi, C. V. (2017). N,N,N-Trimethyl chitosan: An advanced polymer with myriad of opportunities in nanomedicine. Carbohydrate Polymers, 157, 875–902.
Liao, T., Liu, C., Ren, J., et al. (2021). A chitosan/mesoporous silica nanoparticle-based anticancer drug delivery system with a “tumor-triggered targeting” property. International Journal of Biological Macromolecules, 183, 2017–2029.
Nezhad-Mokhtari, P., Kazeminava, F., Abdollahi, B., Gholizadeh, P., Heydari, A., Elmi, F., ... & Kafil, H. S. (2023). Matricaria chamomilla essential oil-loaded hybrid electrospun nanofibers based on polycaprolactone/sulfonated chitosan/ZIF-8 nanoparticles for wound healing acceleration. International Journal of Biological Macromolecules, 247, 125718.
Shariatinia, Z. (2018). Carboxymethyl chitosan: properties and biomedical applications. International Journal of Biological Macromolecules, 120, 1406–1419.
Shehabeldine, A. M., Salem, S. S., Ali, O. M., Abd-Elsalam, K. A., Elkady, F. M., & Hashem, A. H. (2022). Multifunctional silver nanoparticles based on chitosan: antibacterial, antibiofilm, antifungal, antioxidant, and wound-healing activities. Journal of Fungi, 8(11), 1129.
Sun, J., Wu, X., Zhang, X., Sun, A., Ye, W., Liu, J., ... & Zhang, L. (2022). Fabrication of functionalized chitosan hydrogels triggered by charge interactions and pH response for bacterial capture and killing. Colloid and Interface Science Communications, 50, 100666.
Vijayan, A., Sabareeswaran, A., & Kumar, G. S. V. (2019). PEG grafted chitosan scaffold for dual growth factor delivery for enhanced wound healing. Scientific Reports, 9(1), 1–12.
Wang, Q., Sun, Y., Li, S., Zhang, P., & Yao, Q. (2020). Synthesis and modification of ZIF-8 and its application in drug delivery and tumor therapy. RSC Advances, 10(62), 37600–37620.
Younes, I., & Rinaudo, M. (2015). Chitin and chitosan preparation from marine sources. Structure, properties and applications. Marine Drugs, 13(3), 1133–1174.
Zhang, Q., Zhang, Y., Chen, H., Sun, L.-N., Zhang, B., Yue, D.-S., ... & Zhang, Z.-F. (2024). Injectable hydrogel with doxorubicin-loaded ZIF-8 nanoparticles for tumor postoperative treatments and wound repair. Scientific Reports, 14(1), 9983.
Zhang, X., Ning, F., Li, Y., Lu, J., He, Y., Feng, C., & Dong, C. M. (2025). Pluripotent polysaccharide coordinated hydrogels remodel inflammation, neovascularization and reepithelization for efficient diabetic wound prohealing. Journal of Controlled Release, 377, 37–53.

ZONİSAMİD YÜKLÜ NANOLİPİT YAPILI FORMÜLASYONLARININ GELİŞTİRİLMESİ VE KARAKTERİZASYONU

Emre Şefik Çağlar
University of Health Sciences, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Biotechnology, Üsküdar, İstanbul
ORCID:0000-0003-2010-4918
Derya Akyüz
University of Health Sciences, Faculty of Pharmacy, Üsküdar, İstanbul
Emine Saldamlı
Istanbul Univesity, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Technology, Fatih, İstanbul
ORCID: 0000-0003-0405-5271

ÖZET
Epilepsi, nöbetlerle seyreden yaygın bir nörolojik hastalıktır. Dünya çapında 60 milyondan fazla insanı etkilemektedir. Zonisamid (ZNS), epilepsi tedavisinde kullanılan ve farklı etki mekanizmalarına sahip bir antiepileptik ilaçtır. ZNS'in suda çözünürlüğü düşüktür. Bu sorunu aşmak amacıyla, ZNS için oral yolla kullanılabilecek Nanoyapılı Lipid Taşıyıcı'ların (NLT'ler) geliştirilmesi hedeflenmiştir. ZNS'in lipit/su partisyon katsayısı tayini yapılmıştır. NLT'ler mikroemülsiyon metodu kullanılarak hazırlanmıştır. Ön formülasyon çalışmalarıyla belirlenen formülasyonlar ZNS ile farklı miktarlarda yüklenerek uygun dozaj miktarı bulunduktan sonra %1 asetik asit içeren %1 'lik kitosan çözeltisi ile farklı konsantrasyonlarda kaplama yapılmıştır. Geliştirilen formülasyonlar pH, partikül boyutu, zeta potansiyel, polidispersite indeksi (PDI), elektriksel iletkenlik ve kırılma indisi açısından değerlendirilmiştir. Formülasyonlara yönelik enkapsülasyon etkinliği tayini, içerik miktar tayini, titrasyon çalışmaları, vücut sıvılarında stabilite çalışmaları yapılmıştır. Gerçekleştirilen karakterizasyon çalışmaları neticesinde ideal formülasyon NLT-4 350 2K olarak bulunmuştur. İdeal formülasyonun partikül boyutu, PDI, zeta potansiyeli, enkapsülasyon etkinliği ve içerik miktar değerleri sırasıyla 250,66 ± 10,45 nm, 0,37 ± 0,01, 47,10 ±1,01 mV, % 96,56 ± 0,02 ve % 92,12 ± 0,13 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak ZNS yüklü NLT formülasyonları başarı ile hazırlanmıştır. *İn vitro* karakterizasyon çalışmaları neticesinde epilepsi yönetiminde oral uygulamaya yönelik formülasyonların geliştirilebileceği gösterilmiştir.
Anahtar Kelimeler: zonisamid, nanoyapılı lipid taşıyıcı, epilepsi

DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF ZONISAMIDE-LOADED NANOSTRUCTURED LIPID FORMULATIONS

ABSTRACT
Epilepsy is a common neurological disorder characterized by seizures. It affects more than 60 million people worldwide. Zonisamide (ZNS) is an antiepileptic drug used in the treatment of epilepsy, with different mechanisms of action. ZNS has low water solubility. To overcome this problem, the development of Nanostructured Lipid Carriers (NLCs) for oral use of ZNS has been targeted. The lipid/water partition coefficient of ZNS was determined. NLCs were prepared using the microemulsion method. The formulations determined through preformulation studies were loaded with varying amounts of ZNS, and after determining the appropriate dosage, they were coated at different concentrations using a 1% chitosan solution containing 1% acetic acid. The developed formulations were evaluated in terms of pH, particle size, zeta potential, polydispersity index (PDI), electrical conductivity, and refractive index. Encapsulation efficiency determination, content

analysis, titration studies, and stability studies in body fluids were conducted for the formulations. As a result of the characterization studies, the optimal formulation was identified as NLT-4 350 2K. The particle size, PDI, zeta potential, encapsulation efficiency, and content amount values of the optimal formulation were found to be 250.66 ± 10.45 nm, 0.37 ± 0.01, 47.10 ± 1.01 mV, 96.56% ± 0.02, and 92.12% ± 0.13, respectively. As a result, ZNS-loaded NLC formulations were successfully prepared. In vitro characterization studies demonstrated that formulations suitable for oral administration in the management of epilepsy can be developed.
Key Words: zonisamide, nanostructured lipid carrier, epilepsy

1. INTRODUCTION

The aim of our study was to develop an alternative dosage form to the capsule form of the active ingredient zonisamide, which is used orally as monotherapy or adjunctive treatment in epileptic seizures (partial and generalized). For this purpose, it is planned to develop a zonisamide-loaded Nanostructured Lipid Carrier (NLT) that can be used orally and has better efficacy than capsules. Studies for the in vitro evaluation of the developed formulation are planned.

Zonisamide is available in 25 mg and 100 mg capsules on the market. The low solubility of zonisamide and the difficulty of dose adjustment result in restrictions on its use. Various nanoparticle drug delivery systems are being developed to enhance the absorption and improve the bioavailability of drugs with low water solubility. NLTs are one of them. NLTs are colloidal transporters that can be in the size range of 50 to 1000 nm, with a lipid-forming nucleus at both body and room temperatures. It is a frequently preferred drug delivery system due to its long circulation time thanks to its small particle size, controlled drug release, good tolerability and the presence of patient-specific targeting possibilities. It has low toxicity, high biocompatibility, good storage stability, ease of preparation, high dispersion in aqueous media, low cost.

The aim of this study is to eliminate the solubility problem of zonisamide using lipid-based nanocarrier, to develop and characterize nanostructured lipid carrier formulations to increase its solubility, hence absorption and bioavailability.

2. METHODS

2.1.Ultraviyole (UV) Analysis

100 mg zonisamide is to be dissolved in a mixture of 5 ml of 3:1 ethanol water and diluted with some distilled water. The prepared solution was measured against blind (3:1 ethanol water) in the wavelength range of 190-1100 nm in the SHIMADZU® UV-1900i uv-spectrophotometer device. The wavelength at which it gives maximum absorbance has been observed [1].

2.2.High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) Analysis

High Performance Liquid Chromatography (HPLC) method was used in all zonisamide quantification studies. The HPLC system (Shimadzu LC 2030C) consists of a gradient pump, a temperature-adjustable column and a PDA detector.

Columns used:

Analytical HPLC Column: GL Science (C18 5 µm, 4.6 x 250 mm), Japan.

Various method retouching processes were carried out by changing the mobile phase, column, flow rate, injected amount, wavelength and column temperature. Validation studies were carried out to determine the reliability of this method.

2.3.Analytical Method Validation

Linearity, Accuracy and Recovery, Precision - Repeatability - Reproducibility, Originality, Specificity, Limits of Diagnosis and Determination (LOD and LOQ) studies were carried out for the acceptability of validation of the analytical method [2].

2.4.Method of Preparing NLT Formulations

For the lipid phase, firstly, the solid lipid suppocire dm pellets, the liquid oil oleic acid and the surfactant span 20 and twen 80 were melted at 70 °C by adding 2 ml of 96% ethanol to it. Polyethylene glycol 400 solution has been prepared for the aqueous phase. It was taken from the prepared solution in a volume calculated to correspond to a certain milligram, dissolved in distilled water and the temperature was brought to the same temperature as the lipid phase. The total volume of poloxamer solution and water used is 10 mL. The aqueous surfactant mixture was added to the lipid-surfactant mixture drop by drop under a homogenizer at 30,000 rpm and waited for 10 minutes. The resulting hot pre-emulsion was dispersed dropwise in 20 mL of 4 ± 0.5 °C distilled water for 5 min using a sonicator. As sonication parameters, the amplitude value of the sonicator is 40% and it was studied with 20 seconds on and 10 seconds off. The resulting formulations were stored at 0.5 °C °C for 4 ± for further studies. Particle sizes, zeta potentials and polydispersity indices of the obtained formulations were measured.

32.1 2.5. Characterization of NLT Formulations

32.1.1 2.5.1. Particle Size Determination

The particle sizes of the prepared blank, zonisamide-containing, and chitosan-coated formulations were measured at room temperature (25 ± 2 ºC) at an angle of 173° using the Malvern Zeta Sizer Nano ZS instrument (UK). Each trial was evaluated by repeating 3 times [3].

32.1.2 2.5.2. Determination of Dispersion Characteristics

The particle sizes of the prepared blank, zonisamide-containing and chitosan-coated formulations were measured at room temperature (25 ± 2 ºC) using the Malvern Zeta Sizer Nano ZS device. Each trial was evaluated by repeating 3 times [3].

32.1.3 2.5.3. Zeta Potential Determination

The zeta potentials of the prepared blank, zonisamide-containing and chitosan-coated formulations will be measured at a dielectric constant of 78.5 with Malvern Zeta Sizer Nano ZS at 25 ± 2°C. Each attempt was repeated 3 times [3].

32.1.4 2.5.4. Determination of Electrical Conductivity

The electrical conductivity of the prepared blank, zonisamide-containing and chitosan-coated formulations was determined by Malvern Zeta Sizer Nano ZS. Each attempt was repeated 3 times [3].

32.1.5 2.5.5. Refractive Index Determination of Formulations

The refractive index measurement of the prepared blank, zonisamide-containing and chitosan-coated formulations was made with a refractometer (A. KRÜSS Refractometer DR301-95, Germany) [4].

32.1.6 2.5.6. pH Determination of Formulations

The pH value of the prepared blank, zonisamide-containing, and chitosan-coated formulations was measured by pH meter (Metler Toledo, Switzerland) at room temperature. Each attempt was repeated 3 times [4].

32.1.7 2.5.7. Content Quantity Determination

1 mL of ideally charged NLT formulations was taken and dissolved in 10 mL of methanol. It was centrifuged in a centrifuge device (NUVE NF200) at 9500 rpm. The resulting supernatant was filtered with an omicron filter. Measured in HPLC device [5].

32.1.8 2.5.8. Determination of Encapsulation Efficiency

The formulations were centrifuged at 9500 rpm for 45 min using a NUVE NF200 centrifuge device in an amicon filter. 200 µL of the filtrate was taken and supplemented with methanol to 1 mL. It was then analyzed by HPLC. % Encapsulation efficacy (EE) was calculated according to the following formula:

% Encapsulation efficiency: (Total amount of ZNS-Free amount of ZNS/ Total amount of ZNS) x 100 [5].

3. RESULTS AND DISCUSSION

Within the scope of the study, it was primarily aimed to determine the characteristics of ZNS and its compatibility with the literature was examined. For this purpose, the UV spectrum of ZNS was taken. The value at which it gives maximum absorbance is 280 nm. This value was found to be in accordance with the literature [6]. HPLC method was developed to be used in in vitro stability studies of ZNS; method validation was made. According to FDA recommendation criteria, linearity was evaluated according to the parameters of precision, repeatability, reproducibility, accuracy and retrievability, selectivity and specificity, sensitivity detection and limitation. When examined in the direction of linearity, the coefficient of determination (R2) value, which indicates the linearity of the calibration curve, was found to be 0.9999. It was observed that the relationship between concentration and area under the curve was linear in the studied concentration ranges. Precision is a measure of the repeatability and reproducibility of the analytical method under normal operating conditions. In the precision study, it was observed that the coefficients of variation were below 2%. This proves the accuracy of the method. In the reproducibility studies of the ZNS solution, the coefficients of variation in the 1st and 2nd day measurement results were 0.166 and 0.265, respectively. The fact that the variation coefficients were below 2% indicates that the method is repeatable. In reproducibility studies, the same solution was prepared and measured by different analysts. The VK values of these measurements were found to be less than 2%. Accuracy and retrievability studies were performed at two different concentrations (20 and 100 ppm). The mean and standard deviation % GE values calculated according to the results obtained show the accuracy of the method. In the selectivity and specificity studies, it was checked whether the HPLC field value of the active substance ZNS was separate from the field value of the empty formulation. It was observed that the area values of empty formulations and ZNS-loaded formulations were different. The method has proven to be specific to the active ingredient. In the diagnosis and determination limit study, the lowest acceptable diagnosable concentration of ZNS was determined. Very low values were obtained. The poor solubility of active substances in water leads to reduced absorption and thus bioavailability. Many methods are being developed to increase the absorption and bioavailability of drugs with low solubility in water. One of these methods is nanoparticle production, and one of these nanoparticle types is nanostructured lipid carriers. The aim of this study was to develop NLT formulations to increase the solubility of ZNS in water and to conduct characterization studies for its possible therapeutic efficacy. NLTs; It was optimized by evaluating particle size, PDI and zeta potential in pre-formulation studies. Among the 30 formulations prepared, the particle size of the NLT-3 formulation was found to be 161.81 ± 4.97 nm and the PDI value was found to be 0.41 ± 0.05. The particle size of the NLT-4 formulation was found to be 152.37 ± 3.33 nm and the PDI value was 0.33 ± 0.04. Zeta potentials were found to be -13.47 ± 0.57 mV of NLT-3 and -28.60 ± 1.05 mV of NLT-4 formulation. NLT-3 and NLT-4 were chosen as ideal formulations. The content content of the chitosan coated formulation was found to be 92.12**%** ± 0.13 and the encapsulation value was 96.56**%** ± 0.02%, and these values were higher than the results of the uncoated formulation. It was concluded that chitosan coating increased encapsulation efficiency and drug loading capacity. These indicate that the formulation is suitable for loading ZNS.

4. CONCLUSION

With this study, it is seen that the absorption and therefore the bioavailability of ZNS, which has serious absorption and bioavailability problems after oral administration, can be increased by designing it in the form of NLT formulations. The results of the *in vitro* characterization studies show that highly suitable formulations for oral administration

can be developed. In line with the results obtained from this study, there is a product development potential by continuing the studies and conducting new studies.

Acknowledgement

This project was supported by TÜBİTAK within the scope of the 2209-A program (Project No: 1919B012468053).

REFERENCES

1. Contin M, Mohamed S, Candela C, Albani F, Riva R, Baruzzi A. Simultaneous HPLC–UV analysis of rufinamide, zonisamide, lamotrigine, oxcarbazepine monohydroxy derivative and felbamate in deproteinized plasma of patients with epilepsy. *Journal of Chromatography B*. 2010;878(3-4):461-465. doi:10.1016/J.JCHROMB.2009.11.039

2. Okur NÜ, Çağlar Ş, Yozgatlı V. Development and Validation of an Hplc Method for Voriconazole Active Substance in Bulk and its pharmaceutical Formulation. *Marmara Pharm J*. 2016;20:79-85. doi:10.12991/mpj.20162076793

3. Çağlar EŞ, Okur ME, Aksu B, Üstündağ Okur N. Transdermal delivery of acemetacin loaded microemulsions: preparation, characterization, in vitro–ex vivo evaluation and in vivo analgesic and anti-inflammatory efficacy. *J Dispers Sci Technol*. 2024;45(4):662-672. doi:10.1080/01932691.2023.2175691;REQUESTEDJOURNAL:JOURNAL:LDIS20;WGROUP:STRING:PUBLICATION

4. Şahin D, Çağlar EŞ, Boran T, Karadağ AE, Özhan G, Üstündağ Okur N. Development, characterization of naringenin-loaded promising microemulsion formulations, and demonstration of anti-aging efficacy by in vitro enzyme activity and gene expression. *J Drug Deliv Sci Technol*. 2023;84:104422. doi:10.1016/J.JDDST.2023.104422

5. Üstündaı-Okur N, Yurdasiper A, Gündoıdu E, Homan Gökçe E. Modification of solid lipid nanoparticles loaded with nebivolol hydrochloride for improvement of oral bioavailability in treatment of hypertension: Polyethylene glycol versus chitosan oligosaccharide lactate. *J Microencapsul*. 2016;33(1):30-42. doi:10.3109/02652048.2015.1094532,

6. Hosseini M, Alipour E, Farokhsir A. Determination and Validation of Zonisamide and its Four Related Substances by HPLC and UV-Spectrophotometry. *Indian J Pharm Sci*. 2010;72(3):302. doi:10.4103/0250-474X.70474

ORMAN YANGINLARININ YABAN HAYATI ÜZERİNE ETKİLERİ

Emre KUZUGÜDENLİ
Applied Sciences University of Isparta, Yenisarbademli Vocational School, Department of Forestry, 32850 Isparta, Türkiye
ORCID: 0000-0003-2513-6070
Yasin ÜNAL
Applied Sciences University of Isparta, Faculty of Forestry, Department of Wildlife Ecology and Management, 32260 Isparta, Türkiye
ORCID: 0000-0001-7180-133X

ÖZET
Orman yangınları, ekosistemlerin yapısını, işleyişini ve biyolojik çeşitliliğini kökten değiştiren en önemli doğal bozulma süreçlerinden biridir. Yangın sonrası ortaya çıkan çevresel değişiklikler, yalnızca bitki örtüsünü değil aynı zamanda yaban hayatı türlerinin davranışlarını, dağılımını ve popülasyon dinamiklerini de önemli ölçüde etkilemektedir. Bu çalışmada, orman yangınlarının farklı yaban hayvanı grupları üzerindeki ekolojik etkileri literatür temelli bir yaklaşımla değerlendirilmiştir. Yangın sonrası habitat değişimi, örtü kaybı, besin kaynaklarının azalması veya bazı türler için artması, yırtıcı–av ilişkilerinin yeniden düzenlenmesi gibi mekanizmalar yaban hayatı üzerindeki temel etkiler arasındadır. Özellikle büyük memeliler yangın sonrası bölgelerden geçici olarak uzaklaşırken, otçullar genç sürgünlerin hızla ortaya çıkması nedeniyle kısa süre içinde bölgeye dönebilmektedir. Küçük memelilerin popülasyonları ise örtü kaybına bağlı olarak yırtıcı baskısına daha açık hale gelmektedir. Kuş türleri için yangın, yuvalama alanlarının kaybına yol açsa da bazı çalı ve açık alan türleri açısından yeni üreme fırsatları yaratabilmektedir. Aynı zamanda yangınlar, habitat mozaikleşmesini artırarak peyzaj ölçeğinde yeni mikrohabitatlar oluşturmakta ve tür çeşitliliğini uzun vadede olumlu yönde etkileyebilmektedir. Bununla birlikte, yangınların sıklığının ve şiddetinin artması, birçok türün adaptasyon kapasitesini aşarak uzun süreli popülasyon kayıplarına neden olabilmektedir. Bu çalışma, orman yangınlarının yaban hayatı üzerindeki etkilerinin çok boyutlu olduğunu göstererek, koruma stratejilerinin ekosistem temelli bir yaklaşımla geliştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.
Anahtar Kelimeler: Orman yangını, yaban hayatı, ekosistem dinamikleri

EFFECTS OF FOREST FIRES ON WILDLIFE

Forest fires are among the most significant natural disturbance processes that alter the structure, functioning, and biodiversity of ecosystems. The environmental changes that occur after a fire affect not only vegetation but also the behavior, distribution, and population dynamics of wildlife species. This study provides a literature-based assessment of the ecological impacts of forest fires on different groups of wildlife. Post-fire habitat alteration, loss of cover, changes in food availability—either reduced or increased depending on species—and the restructuring of predator–prey relationships constitute the primary mechanisms through which wildlife is influenced. Large mammals generally move away from burned areas for a short period, whereas herbivores may return relatively quickly due to the rapid emergence of nutrient-rich new shoots. Small mammals, on the other hand, become more vulnerable to predation pressure as a result of reduced vegetation cover. For bird species, fires may lead to the loss of nesting sites, although some shrubland or open-area specialists benefit from newly formed habitats. Additionally, fires increase habitat heterogeneity at the landscape scale by creating a mosaic of microhabitats, which can enhance species diversity in the long term. However, an increase in fire frequency

and intensity may exceed the adaptive capacity of many species, resulting in long-term population declines. Overall, this study demonstrates that the impacts of forest fires on wildlife are multidimensional and highlights the need for conservation strategies that incorporate ecosystem-based management approaches to ensure the resilience of both habitats and species in fire-prone landscapes.
Keywords: Forest fire, wildlife, ecosystem dynamics

1. GİRİŞ

Orman yangınları, milyonlarca yıldır Dünya ekosistemlerinin evrimsel tarihinde rol oynayan temel süreçlerden biri olarak tanımlanmaktadır. Ateş, bitki örtüsünü, toprak özelliklerini ve buna bağlı olarak yaban hayatı türlerinin dağılımını ve davranışlarını şekillendiren güçlü bir ekolojik etmendir (Pausas & Keeley, 2009).

Son on yıllarda iklim değişikliğine bağlı sıcaklık artışları, yağış rejimlerindeki düzensizlikler ve uzun süren kurak dönemler, özellikle Akdeniz havzası, Avustralya ve Kuzey Amerika gibi bölgelerde yangın sezonunun uzamasına ve büyük alanları etkileyen yüksek şiddetli yangınların daha sık görülmesine neden olmuştur (Nimmo vd., 2022).

Yangınların yaban hayatı üzerindeki etkileri, uzun süre boyunca daha çok doğrudan ölüm ve zarar boyutuyla ele alınmış; oysa güncel araştırmalar, yangın sonrası süksesyon dinamiklerinin, peyzaj düzeyindeki mozaik yapının ve yangın rejiminin bileşenlerinin fauna topluluklarını en az yangının kendisi kadar güçlü biçimde etkilediğini ortaya koymuştur (Gutiérrez & de Miguel, 2021).

Yaban hayatı açısından bakıldığında, bir orman yangınının ekolojik sonuçlarını değerlendirmek için yalnızca yangının meydana geldiği anı incelemek yeterli değildir. Yangın öncesi yakıt birikimi, yangın sırasında alanın hangi şiddetle ve ne kadar süreyle yandığı, yangın sonrası müdahalelerin nasıl planlandığı ve peyzajda yanmamış sığınak alanlarının varlığı gibi faktörler birlikte ele alınmalıdır. Bu nedenle yangın ekolojisi, zaman ve mekân boyutlarını aynı anda değerlendiren bütünleşik bir yaklaşım gerektirir.

Kuşlar, memeliler, sürüngenler ve amfibiler farklı hareket kabiliyeti, termal tolerans ve habitat tercihine sahip olduklarından, yangınlara verdikleri tepkiler de birbirinden oldukça farklıdır. Örneğin bazı odun oyan kuş türleri, yangın sonrası oluşan yanık gövdeleri beslenme ve yuvalama açısından fırsat olarak değerlendirirken, gölge ormanlara bağımlı türler habitat kaybından olumsuz etkilenmektedir (Hutto, 2008).

Bu çalışma, orman yangınlarının yaban hayatı üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkilerini ekolojik bakış açısıyla irdelemeyi; farklı taksonomik grupların yangına verdiği tepkileri karşılaştırmayı ve özellikle yangın sonrası orman yönetimi kararlarının fauna üzerinde yaratabileceği sonuçları tartışmayı amaçlamaktadır. Böylece hem koruma biyolojisi hem de sürdürülebilir orman yönetimi açısından kullanılabilecek bütüncül bir çerçeve sunulması hedeflenmektedir.

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, orman yangınlarının yaban hayatı üzerindeki etkilerini inceleyen ulusal ve uluslararası literatürü derleyen nitel bir sentez çalışmasıdır. Literatür taraması Google Scholar, Web of Science, Scopus ve ScienceDirect veri tabanlarında yürütülmüş; 'forest fire', 'wildlife', 'fire ecology', 'post-fire', 'pyrodiversity' ve 'Mediterranean forest' anahtar kelimeleri kullanılmıştır (Fernandes, 2013).

Çalışmaya dâhil edilecek yayınların seçiminde üç temel ölçüt benimsenmiştir: (i) hakemli dergilerde yayımlanmış olması, (ii) orman yangını–yaban hayatı ilişkisini doğrudan ele alması ve en az bir taksonomik gruba ilişkin bulgu sunması, (iii) yangın rejimi bileşenlerinden en az birini (şiddet, sıklık, mevsimsellik veya alan büyüklüğü) ekolojik yorumlara dâhil etmesidir (Jones & Tingley, 2022).

Veriler tematik analiz yaklaşımıyla değerlendirilmiş; çalışmaların bulguları dört ana tema altında sınıflandırılmıştır: (1) doğrudan etkiler (mortalite, yaralanma, fizyolojik stres), (2) dolaylı etkiler (habitat yapısı, besin ağları, av–yırtıcı ilişkileri), (3) yangın rejimi ve peyzaj mozaiği, (4) yangın sonrası yönetim ve restorasyon yaklaşımları (Torre vd., 2023).

Bu tematik çerçeve sayesinde, farklı coğrafyalarda ve farklı tür grupları üzerinde yürütülen çalışmaların ortaklaştığı ve ayrıştığı noktalar daha görünür hâle getirilmiştir. Ayrıca yöntemsel olarak farklı tasarımlara sahip çalışmalar, doğrudan nicel karşılaştırmalar yerine nitel desenler ve eğilimler üzerinden değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR

İncelenen çalışmalar, yangınların yaban hayatı üzerindeki doğrudan etkilerinin çoğunlukla yangın geçişi sırasında ortaya çıktığını, özellikle hareket kabiliyeti sınırlı türlerde mortalitenin yüksek olabildiğini göstermektedir. Küçük memeliler, bazı sürüngen türleri ve yumurtlama döneminde yangına maruz kalan amfibiler bu açıdan en kırılgan gruplar arasında yer almaktadır (Hossack & Pilliod, 2011).

Buna karşın, birçok büyük memeli türü ve uçucu kuş, yangın hattının ilerlemesinden önce bölgeden uzaklaşabilmekte; bu nedenle doğrudan mortalite oranları görece düşük kalabilmektedir. Ancak bu türlerde bile yangın sırasında yaşanan yoğun stres, kaçış sırasında yaralanma riski ve yangın sonrası dönemde besin ve su kaynaklarındaki azalma gibi dolaylı etkiler söz konusudur (Garcês vd., 2023).

Yangın sonrası habitat yapısındaki değişimler, türlerin alan kullanımı ve davranışlarında belirgin farklılıklara yol açmaktadır. Örneğin yanmış gövde ve kütüklerin bolluğu, odun oyan ve kovukta yuvalayan kuş türleri için kısa ve orta vadede yeni yuvalama ve beslenme fırsatları yaratmaktadır (Hutto, 2008).

Buna karşılık, yoğun taç örtüsüne ve kapalı orman yapısına bağımlı kuş türlerinde yangın sonrası dönemde alan terkleri ve popülasyon daralmaları gözlenmiştir. Bu türlerin yeniden yerleşimi, çoğu zaman taç örtüsünün eski yoğunluğuna yaklaşmasını gerektirdiğinden, toparlanma sürecinin 10 yıl ve üzerini bulduğu bildirilmektedir (Silvestro vd., 2021).

Küçük memelilerde yangın sonrası dönemde hem besin kaynaklarındaki azalma hem de örtü kaybına bağlı olarak yırtıcı baskısının artması sonucu popülasyon yoğunluklarında belirgin düşüşler görülebilmektedir. Ancak yangın rejimi doğal aralıklar içerisinde kaldığında ve yangın sonrası alanlar tamamen mekanik temizlik işlemine maruz kalmadığında, bu türlerin birkaç yıl içinde eski yoğunluklarına yaklaşabildiği rapor edilmiştir (Tablo 1) (Banks vd., 2011).

Tablo 1. Farklı yaban hayvanı gruplarının orman yangınlarına tepkileri

Takson grubu	Doğrudan etki	Dolaylı etki	Toparlanma eğilimi
Büyük memeliler	Genelde düşük mortalite	Geçici habitat ve besin kaybı	1–3 yıl içinde kademeli toparlanma
Küçük memeliler	Orta–yüksek mortalite	Örtü kaybı ve artan yırtıcı baskısı	Rejim doğal ise birkaç yıl içinde toparlanma
Kuşlar	Yuva ve yavru kaybı	Habitat ve yuvalama alanı değişimi	Türlere bağlı olarak 2–10 yıl arasında değişken
Sürüngenler	Şiddetli yangında mortalite riski	Mikrohabitat ve güneşlenme alanı değişimi	Erken süksesyon türlerinde hızlı, diğerlerinde yavaş
Amfibiler	Yüksek mortalite riski	Nemli habitat ve sucul alan kaybı	Uygun koşullarda dahi yavaş toparlanma

Sürüngen ve amfibi topluluklarında ise yangın etkisi büyük ölçüde mikrohabitat koşullarıyla ilişkilidir. Açık alan ve güneşlenme yüzeyi artışını tercih eden kertenkele türleri bazı durumlarda yangın sonrası bolluklarını artırabilirken, nemli ve gölgeli mikrohabitatlara bağımlı amfibi türleri için yangın, üreme alanlarının kaybı ve yumurtlama habitatlarının bozulması anlamına gelebilmektedir (Driscoll & Henderson, 2008).

Bu bulgular birlikte ele alındığında, yangınların fauna üzerindeki etkisinin yalnızca bir 'kayıp' ya da yalnızca bir 'fırsat' çerçevesinden okunamayacağı; türlerin ekolojik özellikleri ve yangın rejiminin özellikleri dikkate alınarak daha nüanslı değerlendirmeler yapılması gerektiği anlaşılmaktadır.

Peyzaj düzeyinde, yanmış ve yanmamış alanların birlikte bulunduğu mozaik yapı, pek çok tür için önemli sığınak ve beslenme alanları sağlamaktadır. Yanmış alanlara bitişik yanmamış yamalar, yangın sırasında kaçış ve sonrasında yeniden yerleşim açısından kritik öneme sahip refugia alanları olarak tanımlanmaktadır (Misseyanni vd., 2025).

Tablo 2. Yangın rejimi bileşenleri ve yaban hayatı üzerindeki olası etkiler

Yangın rejimi bileşeni	Tanım	Yaban hayatı üzerindeki olası etki
Yangın şiddeti	Alev yüksekliği, sıcaklık ve yanma süresi	Yüksek şiddet doğrudan mortaliteyi ve habitat tahribini artırır
Yangın sıklığı	Aynı alanın belirli sürede kaç kez yandığı	Sık yangınlar habitat yenilenmesini engelleyerek tür kaybına yol açabilir
Mevsimsellik	Yangının yılın hangi döneminde gerçekleştiği	Üreme dönemindeki yangınlar yavru kaybı ve popülasyon daralması yaratabilir
Peyzaj mozaiği	Yanmış ve yanmamış alanların mekânsal düzeni	Mozaik yapı refugia alanları sağlayarak toparlanmayı kolaylaştırabilir

4. TARTIŞMA

Bulgular, yangınların yaban hayatı üzerindeki etkilerinin büyük ölçüde yangın rejiminin bileşenleri tarafından belirlendiğini ortaya koymaktadır. Yangın şiddeti, sıklığı, mevsimselliği ve alan büyüklüğü, türlerin maruz kaldığı risk ve toparlanma kapasitesi üzerinde doğrudan belirleyici rol oynamaktadır (Pausas & Keeley, 2019).

Özellikle kısa aralıklarla tekrarlanan yüksek şiddetli yangınlar, genç ağaçların ve çalıların olgunluğa erişemeden tekrar yanmasına yol açmakta; bu durum hem barınak hem de besin kaynağı olarak bu bitki türlerine bağımlı fauna için uzun vadeli habitat kaybı anlamına gelmektedir (Nimmo vd., 2022). İklim değişikliğine bağlı sıcaklık artışları, yangın rejiminin doğallığını bozarak birçok dağ faunası türünde stres, alan daralması ve davranışsal değişikliklere yol açmaktadır (Kaya vd., 2025)

Bu bağlamda, yangın yönetimi politikalarının yalnızca yangın söndürme başarısı üzerinden değil, aynı zamanda yangın rejiminin doğallığı ve ekolojik işlevselliği üzerinden de değerlendirilmesi gerekmektedir. Doğal yangın rejiminden çok uzaklaşan, ya aşırı baskılanan ya da aşırı sıklaşan yangın örüntüleri, uzun vadede orman ekosistemlerinin direncini zayıflatmaktadır.

Pyrodiversity yaklaşımı, farklı şiddet, sıklık ve mevsimsellikte yangın yamalarının bulunduğu peyzajların, tek tip yangın rejimlerine sahip peyzajlara oranla daha fazla tür zenginliği barındırabileceğini öne sürmektedir. Bu görüşü destekleyen çalışmalar, belirli bir aralıkta kalan yangın çeşitliliğinin, farklı habitat gereksinimlerine sahip türler için mozaik bir ortam sunduğunu göstermektedir (Jones & Tingley, 2022).

Yangın sonrası ormancılık uygulamaları da fauna üzerinde son derece belirleyicidir. Yanmış alanlarda gerçekleştirilen salvage logging işlemleri ile yanık gövdelerin tamamen kaldırılması, kovukta yuvalayan kuşlar ve odunla ilişkili omurgasızlar için önemli yaşam alanlarının kaybı anlamına gelmekte; ayrıca küçük memeliler için barınak yapılarını azaltmaktadır (Torre vd., 2023).

Buna karşılık, bazı alanlarda yanmış gövdelerin bir kısmının sahada bırakılması, yanmamış yamaların korunması ve doğal süksesyonun desteklenmesi, hem bitkisel örtünün hem de yaban hayatı topluluklarının daha dengeli ve kademeli bir şekilde toparlanmasına olanak tanımaktadır. Dolayısıyla yangın sonrası müdahalelerde 'tek tip uygulama' yerine, tür gereksinimlerini ve peyzajın yapısını dikkate alan farklılaştırılmış yönetim stratejileri geliştirilmelidir.

Akdeniz ormanları gibi yangına uyumlu ekosistemlerde, düşük ve orta şiddetli yangınların belirli aralıklarla gerçekleşmesi, yanıcı madde birikimini azaltarak çok büyük ve kontrolü zor 'megay' yangınların oluşma riskini azaltabilmektedir. Bu tür rejimlerin biyoçeşitlilik açısından görece daha elverişli olduğu, çeşitli modelleme ve izleme çalışmalarıyla gösterilmiştir (Fernandes, 2013).

5. SONUÇ

Orman yangınlarının yaban hayatı üzerindeki etkileri, doğrudan mortalite ve yaralanma gibi kısa vadeli sonuçların ötesine geçen, habitat yapısı, besin ağları, av–yırtıcı ilişkileri ve popülasyon dinamiklerini içeren çok boyutlu süreçlerdir. Bu nedenle yangınlara ilişkin değerlendirmelerde yalnızca zarar hesapları üzerinden değil, ekolojik süreçler ve türlerin uyum kapasitesi üzerinden de düşünülmelidir.

Bu çalışmada derlenen bulgular, yangın rejimi bileşenlerinin ve yangın sonrası yönetim kararlarının, yaban hayatı topluluklarının geleceği açısından kritik öneme sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle yangın sıklığının doğal aralıklar içerisinde tutulması, yanmış–yanmamış mozaik yapının korunması ve salvage logging uygulamalarının sınırlandırılması, hem tür zenginliğinin korunmasına hem de ekosistem direncinin artırılmasına katkı sağlayacaktır (Pausas & Keeley, 2019).

Gelecekte yapılacak araştırmalarda, farklı takson gruplarının yangına verdiği tepkilerin daha ayrıntılı biçimde izlenmesi, özellikle genetik çeşitlilik ve davranışsal uyum süreçlerinin daha iyi anlaşılması önem taşımaktadır. Ayrıca iklim değişikliği senaryoları altında yangın rejiminde beklenen değişimlerin, yaban hayatı koruma planlarına entegre edilmesi, uzun vadeli ve bilim temelli bir yangın yönetimi için kaçınılmazdır.

REFERENCES

Banks, S. C., Knight, E. J., McBurney, L., Blair, D., & Lindenmayer, D. B. (2011). The effects of wildfire on mortality and resources for an arboreal marsupial: Resilience to fire events but susceptibility to fire regime change. PLoS ONE, 6(8), e22952.

dos Anjos, A. G., Solé, M., & Benchimol, M. (2021). Fire effects on anurans: What we know so far? Forest Ecology and Management, 495, 119338.

Driscoll, D. A., & Henderson, M. K. (2008). How many common reptile species are fire specialists? A replicated natural experiment highlights the predictive weakness of a fire succession model. Biological Conservation, 141(2), 460–471.

Fernandes, P. M. (2013). Fire-smart management of forest landscapes in the Mediterranean basin under global change. Landscape and Urban Planning, 110, 175–182.

Garcês, A., Soeiro, V., Mesquita, J. R., Teixeira, A., & Monteiro, S. (2023). The hell of wildfires: The impact on wildlife and its implications for veterinary professionals. Fire, 3(1), 9.
Gutiérrez, J., & de Miguel, J. (2021). Fires in nature: A review of the challenges for wild animals. European Journal of Ecology, 7(1), 95–117.
Hossack, B. R., & Pilliod, D. S. (2011). Amphibian responses to wildfire in the western United States: Emerging patterns from short-term studies. Fire Ecology, 7(2), 129–144.
Hutto, R. L. (2008). The ecological importance of severe wildfires: Some like it hot. Ecological Applications, 18(8), 1827–1834.
Jones, G. M., & Tingley, M. W. (2022). Pyrodiversity and biodiversity: A history, synthesis, and outlook. Diversity and Distributions, 28(3), 386–403.
Kaya, C., Acarer, A., & Tekin, S. (2025). Global climate change, a threat: example of the chamois' case. Šumarski list, 149(3-4), 169-180.
Misseyanni, A., Papadopoulos, A., Kontogeorgos, A., Christopoulou, A., & Papanastasis, V. (2025). The impact of forest fires on ecosystem services. Forests, 16(3), 533.
Nimmo, D. G., Kelly, L. T., Spence-Bailey, L., Watson, S. J., Haslem, A., & Bennett, A. F. (2022). Fire ecology for the 21st century: Conserving biodiversity in the age of megafire. Diversity and Distributions, 28(3), 981–998.
Pausas, J. G., & Keeley, J. E. (2009). A burning story: The role of fire in the history of life. BioScience, 59(7), 593–601.
Pausas, J. G., & Keeley, J. E. (2019). Wildfires as an ecosystem service. Frontiers in Ecology and the Environment, 17(5), 289–295.
Silvestro, R., Marra, F. P., & Romano, R. (2021). The footprint of wildfires on Mediterranean forest ecosystems: A case study from Vesuvius National Park. Fire, 4(4), 95.
Torre, I., Arrizabalaga-Escudero, A., & Freixas, L. (2023). Effects of post-fire management on a Mediterranean small mammal community. Fire, 6(1), 34.

ORMAN ALTI VEJETASYONU İLE KÜÇÜK MEMELİ TOPLULUKLARI ARASINDAKİ EKOLOJİK İLİŞKİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Emre KUZUGÜDENLİ
Applied Sciences University of Isparta, Yenisarbademli Vocational School, Department of Forestry, 32850 Isparta, Türkiye
ORCID: 0000-0003-2513-6070
Yasin ÜNAL
Applied Sciences University of Isparta, Faculty of Forestry, Department of Wildlife Ecology and Management, 32260 Isparta, Türkiye
ORCID: 0000-0001-7180-133X

ÖZET
Orman altı vejetasyonu, ekosistemlerin biyolojik çeşitliliğini, mikrohabitat yapısını ve besin ağlarını doğrudan şekillendiren kritik bir bileşendir. Küçük memeli türleri ise hem av–yırtıcı dengesi hem de tohum yayılışı, toprak işleme ve besin döngüsü gibi ekolojik süreçlerde önemli roller üstlenen anahtar faunistik gruplardan biridir. Bu çalışma, orman altı bitki örtüsünün yapısal özellikleri ile küçük memeli topluluklarının dağılımı, bolluğu ve tür çeşitliliği arasındaki ilişkiyi literatür odaklı bir yaklaşımla değerlendirmektedir. Orman altı vejetasyonunun yoğunluğu, tür kompozisyonu, dikey tabakalaşma yapısı ve mevsimsel değişimi, küçük memelilerin barınma, beslenme ve yırtıcılardan korunma davranışlarını belirleyen temel faktörler arasındadır. Yoğun ve çeşitli bir alt tabaka, özellikle otçul ve omnivor küçük memeliler için yüksek habitat uygunluğu sağlar; buna karşılık, yangın, otlatma veya ormancılık uygulamaları nedeniyle alt tabakanın seyrelmesi predasyon riskini artırarak popülasyonları olumsuz etkileyebilir. Literatür bulguları, bitki örtüsü heterojenliğinin tür zenginliğini artırdığını, açık alanların ise bazı fırsatçı türlere geçici avantaj sağladığını göstermektedir. Ayrıca orman altı vejetasyonundaki değişikliklerin yırtıcı türlerin av bulma başarısını etkileyerek ekosistem dinamiklerinde zincirleme sonuçlara yol açtığı belirlenmiştir. Bu çalışma, küçük memeli topluluklarının sürdürülebilir yönetimi için alt tabaka bitki örtüsünün korunması ve çeşitliliğinin artırılmasının kritik öneme sahip olduğunu vurgulamaktadır. Sonuç olarak, orman altı vejetasyonu ile küçük memeli faunası arasındaki karşılıklı ekolojik ilişkilerin anlaşılması hem orman ekosistemlerinin sağlığının izlenmesi hem de yaban hayatı yönetimi açısından temel bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Orman altı vejetasyonu, küçük memeliler, habitat ilişkileri

ASSESSMENT OF ECOLOGICAL RELATIONSHIPS BETWEEN UNDERSTORY VEGETATION AND SMALL MAMMAL COMMUNITIES

Understory vegetation is a critical component of forest ecosystems, shaping biodiversity, microhabitat structure, and food-web interactions. Small mammals, as key faunal groups, play essential ecological roles in seed dispersal, soil disturbance, nutrient cycling, and predator–prey dynamics. This study provides a literature-based evaluation of the ecological relationships between understory vegetation structure and small mammal community patterns, including distribution, abundance, and species diversity. Structural attributes of understory vegetation—such as density, species composition, vertical stratification, and seasonal variation—strongly influence the sheltering, foraging, and predator avoidance behaviors of small mammals. Dense and diverse understory layers generally enhance habitat suitability for herbivorous and omnivorous small mammals, whereas reductions caused by fire, grazing, or silvicultural interventions increase predation risk and negatively affect population stability. Findings in the

literature indicate that vegetation heterogeneity supports higher species richness, while open patches may provide temporary advantages for certain opportunistic species. Changes in understory structure also affect predator efficiency, potentially altering broader ecosystem processes through cascading effects. Moreover, microhabitat complexity contributes to maintaining functional diversity within small mammal assemblages, which in turn influences forest regeneration and soil health. This study highlights that conserving and enhancing understory vegetation diversity is vital for the sustainable management of small mammal communities and the resilience of forest ecosystems. Understanding the reciprocal ecological interactions between understory vegetation and small mammals is therefore fundamental for biodiversity conservation, wildlife management, and long-term forest ecosystem monitoring.
Keywords: Understory vegetation, small mammals, habitat relationships

1. GİRİŞ

Orman ekosistemleri, karmaşık yapıları ve çok katmanlı biyolojik bileşenleriyle hem flora hem fauna için kritik yaşam alanları sunar. Bu ekosistemler içindeki en önemli habitat bileşenlerinden biri, orman altı vejetasyonudur. Alt tabaka, çalılar, otsu bitkiler, genç fidanlar, sarılıcı türler ve toprak yüzeyine yakın bitki örtüsünden oluşan çok çeşitli bir tabakayı temsil eder. Bu tabaka, yalnızca bitkisel çeşitliliği barındırmakla kalmaz, aynı zamanda mikroklimanın düzenlenmesi, toprak neminin korunması, organik madde döngüsünün sürdürülmesi ve ekosistem içerisindeki enerji akışının şekillendirilmesi gibi temel işlevlere sahiptir. Dolayısıyla alt tabaka bitki örtüsü, orman yapısının tamamlayıcı değil, merkezi bir bileşeni olarak kabul edilmelidir.

Küçük memeli türleri özellikle kemiriciler ve böcekçil memeliler orman ekosisteminde oldukça önemli roller üstlenir. Bu türler hem trofik düzeyde hem de ekosistem mühendisliği fonksiyonlarında kilit konumdadır. Tohum yayılışı, toprak havalandırma, organik maddenin parçalanması ve mikrobiyal aktivitenin artması gibi süreçler büyük ölçüde bu grupların davranışlarıyla şekillenir. Ayrıca birçok büyük yırtıcı tür için temel av grubunu oluşturarak ekosistemin besin zinciri yapısında kritik bir bağlantı görevi görürler. Bu nedenle küçük memeliler hem ekosistem fonksiyonlarının sürdürülmesi hem de biyolojik çeşitliliğin korunması açısından stratejik öneme sahiptir.

Orman altı vejetasyonu ile küçük memeli toplulukları arasındaki ilişki karşılıklı bir bağımlılık ilişkisi olarak tanımlanabilir. Alt tabaka bitki örtüsü küçük memelilere besin, sığınak, hareket koridorları ve predatörlerden kaçma fırsatları sunar. Buna karşılık küçük memeliler bitkisel yenilenme süreçlerine katkı sağlar, toprak yüzeyinin karışmasını sağlayarak tohumların daha uygun çimlenme ortamlarına taşınmasına yardımcı olur ve bitki türlerinin mekânsal dağılımını etkiler. Bu çift yönlü ilişkinin ekolojik boyutları, habitat kalitesi ve ekosistem dinamikleri açısından derin bir öneme sahiptir. Bu nedenle alt tabaka bitki örtüsünün yapısı, yoğunluğu ve heterojenliği küçük memeli populasyonlarının sürdürülebilirliği üzerinde doğrudan belirleyici rol oynar.

Orman altı vejetasyonunun yapısal özelliklerinin küçük memeli davranışlarını nasıl şekillendirdiğine dair çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Yoğun çalı ve otsu bitki örtüsü, hem görsel hem de fiziksel engeller oluşturarak yırtıcı baskısını azaltır. Örneğin, açık ve seyrek alt tabaka yapısına sahip ormanlarda küçük memelilerin hayatta kalma olasılıkları düşerken, yoğun alt tabaka örtüsü predasyondan kaçma başarısını artırır (Pausas & Keeley, 2019). Bu nedenle alt tabaka bitki örtüsünün korunması, yalnızca bitki çeşitliliği açısından değil, aynı zamanda fauna topluluklarının devamlılığı açısından da önemli bir yönetim hedefidir.

Habitat örtüsü yalnızca yırtıcılardan korunma açısından değil, aynı zamanda beslenme ve üreme davranışları açısından da küçük memeliler için belirleyici bir faktördür. Alt tabakanın dikey ve yatay yönde heterojenliği, türlerin alan kullanım stratejilerini çeşitlendirir. Bazı türler özellikle yoğun çalı örtüsünü tercih ederken diğerleri daha açık alanlarda yüksek hareket kabiliyeti ile

avantaj sağlayabilir. Bu durum aynı habitat içinde farklı türlerin bir arada bulunmasına ve alanın daha yüksek faunal çeşitlilik barındırmasına olanak tanır. Dolayısıyla alt tabaka bitki örtüsü, küçük memeli topluluklarının dağılımı üzerinde mekânsal bir filtre görevi görür.

İklim şartlarının, yangınların ve ormancılık uygulamalarının alt tabaka bitki örtüsü üzerinde önemli etkiler yarattığı bilinmektedir. Örneğin kuru mevsimlerde alt tabakanın fiziksel yoğunluğu azalabilir ve bu durum küçük memeliler açısından riskli bir dönem oluşturur. Benzer şekilde yangınlar alt tabakayı hızla yok edebilir, yırtıcı baskısını artırabilir ve mikrohabitat koşullarını değiştirebilir. Yangın sonrası erken süksesyon dönemlerinde bazı fırsatçı türlerin popülasyonlarında kısa süreli artışlar görülebilse de uzun vadeli etkiler genellikle habitat kalitesinin düşmesiyle ilişkilidir. Bu nedenle alt tabaka bitki örtüsünün sürekliliği iklim değişikliği ve yangın rejimleri gibi faktörlerle doğrudan bağlantılıdır.

Alt tabaka bitki örtüsünün mevsimsel olarak değişken olması da küçük memelilerin davranışlarını belirleyen önemli bir unsurdur. Örneğin sonbahar ve kış aylarında yaprak döken alt tabaka türlerinin yoğunluğunun azalması, küçük memelilerin yırtıcılar karşısında daha savunmasız hâle gelmesine neden olur. Buna karşılık ilkbahar ve yaz aylarında bitkisel yoğunluğun artması hem besin kaynaklarını hem de saklanma alanlarını zenginleştirir. Bu nedenle küçük memeli türlerinin yıllık alan kullanım desenleri çoğu zaman alt tabakanın dinamik yapısıyla paralellik gösterir.

Bir diğer önemli nokta, orman altı vejetasyonunun küçük memeli türlerinin genetik yapıları üzerinde bile etkili olabilmesidir. Alt tabakanın sunduğu hareket koridorları, türlerin bireyler arası etkileşimlerini ve gen akışını kolaylaştırabilir. Açık alanlar ise popülasyonların izolasyonuna yol açabilir. Bu durum uzun vadede türlerin evrimsel süreçlerini bile etkileme potansiyeline sahiptir. Bu nedenle alt tabaka bitki örtüsünün bozulması yalnızca kısa vadeli ekolojik süreçleri değil, uzun vadeli genetik süreçleri de olumsuz yönde etkileyebilir.

Ayrıca ormancılık uygulamaları —örneğin aşırı gençleştirme, gereksiz alt temizlik operasyonları veya yoğun makine kullanımı— alt tabakanın doğal bütünlüğünü bozarak küçük memeli habitatlarını daraltabilir. Bu tür uygulamalar, özellikle gececil türlerde hareket koridorlarının kesilmesine ve predasyon riskinin artmasına neden olur. Buna karşılık yapılandırılmış ve ekolojik ilkelere dayalı ormancılık uygulamaları alt tabaka bitki örtüsünün korunmasını sağlayabilir ve böylece küçük memelilerin habitat sürekliliğini destekleyebilir.

Tüm bu unsurlar bir araya geldiğinde orman altı vejetasyonu ile küçük memeli toplulukları arasındaki ilişki çok katmanlı bir ekolojik yapı ortaya koymaktadır. Bitkisel yapıdaki değişimler, küçük memelilerin davranışsal, fizyolojik ve dağılımsal tepkilerini doğrudan şekillendirmektedir. Bu nedenle alt tabaka–fauna ilişkisinin anlaşılması hem orman ekosistemlerinin bütüncül yönetimi hem de yaban hayatı koruma stratejileri açısından temel bir gerekliliktir.

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, orman altı vejetasyonu ile küçük memeli toplulukları arasındaki ekolojik ilişkileri inceleyen bilimsel araştırmaların bütüncül bir değerlendirmesini amaçlayan nitel bir literatür sentezidir. Araştırma kapsamında ulusal ve uluslararası düzeyde yayımlanmış makaleler, kitap bölümleri ve ekolojik gözlem raporları sistematik bir yaklaşımla incelenmiştir. Bu yöntem, konuyla ilgili geniş bir araştırma yelpazesini analiz etmeye ve benzerlikleri, farklılıkları ve genel eğilimleri ortaya koymaya olanak sağlamaktadır.

2.1. Literatür Taraması Yaklaşımı

Çalışmanın ilk aşamasında kapsamlı bir literatür taraması yapılmıştır. Tarama, Web of Science, Scopus, JSTOR, Google Scholar ve ScienceDirect veri tabanlarını içermektedir. Arama sırasında “understory vegetation”, “small mammals”, “forest microhabitat”, “predation risk”, “vegetation structure”, “rodents”, “shrews”, “habitat complexity” gibi anahtar kelimeler ayrı

ayrı ve birlikte kombinasyonlar hâlinde kullanılmıştır (Jones & Tingley, 2022). Böylelikle hem doğrudan hem de dolaylı ilişkileri inceleyen çalışmaların kapsama dahil edilmesi sağlanmıştır. Arama sonuçları belirli filtreler kullanılarak daraltılmıştır. Bu filtreler şunlardır:

- Hakemli dergilerde yayımlanmış olma,
- Ekolojik içerik taşıma,
- Doğrudan orman altı vejetasyonu–küçük memeli ilişkisini ele alma,
- İstatistiksel analiz, gözlem veya deneysel tasarım bulundurma,
- 2000 sonrası yayımlanmış olma (ekosistem modellerinin güncelliği açısından).

Tarama sonucunda toplamda yaklaşık 180 çalışma elde edilmiş; başlık ve özet taramasıyla bunlardan 95 tanesi seçilmiş; tam metin incelenmesi sonucunda ise metodolojik açıdan uygun bulunan 62 çalışma analize dahil edilmiştir.

2.2. Dahil Etme ve Hariç Tutma Kriterleri

Bir çalışmanın analize dahil edilmesi için iki temel şart aranmıştır. İlk olarak, ilgili araştırmanın alt tabaka bitki örtüsüyle ilgili ölçümler içermesi gerekmektedir. Bu ölçümler; bitki yoğunluğu, vejetasyon yüksekliği, tür kompozisyonu, örtü yüzdesi, yatay ve dikey heterojenlik, çalı–otsu oranı ve mevsimsel değişim gibi göstergeleri içerebilir.

İkinci olarak, çalışma küçük memeli topluluklarına ait ekolojik bir veri seti sunmalıdır. Bu veri setleri şunları içerebilir:

- Tür bolluğu,
- Tür zenginliği,
- Alan kullanımı,
- Yakalanma oranı,
- Aktivite düzeyi,
- Hareket yolları,
- Predasyon baskısı altında davranışsal yanıtlar.

Hariç tutulan çalışmalar çoğunlukla yalnızca bitki örtüsü veya yalnızca fauna üzerine odaklanan, iki bileşeni entegre olarak incelemeyen araştırmalardır. Ayrıca istatistiksel temeli zayıf, örneklem büyüklüğü çok küçük veya yöntemsel olarak yetersiz bulunan makaleler değerlendirme dışı bırakılmıştır.

2.3. Veri Toplama ve Sınıflandırma Yaklaşımı

Dahil edilen her çalışma, önceden belirlenmiş tematik kategorilere göre sınıflandırılmıştır. Bu kategoriler dört ana başlık altında toplanmıştır:

1. **Alt tabaka yoğunluğu ve mikrohabitat kalitesi**
   Bu kategori, alt tabaka bitkilerinin yoğunluğu, çalı ve otsu örtünün kapladığı alan, alt tabakanın fiziksel karmaşıklığı ve yatay/dikey yapının küçük memeli habitatlarını nasıl şekillendirdiği üzerine odaklanmaktadır.
2. **Bitki örtüsü heterojenliği ve tür çeşitliliği**
   Bu başlık altında, farklı yüksekliklerde farklı bitki türlerinin bulunmasının küçük memeli topluluklarının tür çeşitliliği ve dağılımı üzerindeki etkileri incelenmektedir.
3. **Predasyon riskinin habitatla ilişkisi**
   Bu kategori, küçük memelilerin açık alanlarda ve yoğun alt tabakalı alanlarda karşı karşıya kaldığı predasyon baskısını, av–yırtıcı etkileşimlerinin alt tabaka yapısıyla ilişkisini ve predasyonun davranışsal sonuçlarını ele almaktadır (Banks et al., 2011).
4. **İnsan etkileri, yangın rejimleri ve iklim değişikliği**
   Yangın, otlatma, kesim işlemleri, arazi açmaları, yol yapımı ve iklim değişikliği gibi dış baskıların alt tabaka yapısını nasıl etkilediği ve bunun küçük memeliler üzerindeki dolaylı sonuçları analiz edilmiştir.

Bu sınıflandırma, farklı ekosistem tiplerinde yapılan çalışmaların karşılaştırılmasına ve genel ekolojik desenlerin ortaya konmasına olanak sağlamıştır.

2.4. Analitik Değerlendirme Yöntemi

Bu çalışmada istatistiksel bir meta-analiz yapılmamıştır; bunun yerine nitel bir sentez yöntemi tercih edilmiştir. Çünkü incelenen çalışmaların bir kısmı deneysel, bir kısmı gözlemsel, bir kısmı ise uzamsal modellemeye dayalıdır. Bu metodolojik farklılıklar doğrudan istatistiksel birleştirmeye uygun değildir. Bunun yerine tüm çalışmaların sonuçları tematik bir bakış açısıyla analiz edilmiştir.

Her çalışmanın bulguları aşağıdaki kriterlere göre değerlendirilmiştir:

- Küçük memelilerin alt tabaka yapısına verdiği davranışsal tepki,
- Tür yoğunluğundaki değişim,
- Yırtıcı baskısının alt tabaka yoğunluğuyla ilişkisi,
- Bitki örtüsü yapısındaki değişimin faunal yapıya etkisi,
- Süksesyon aşamalarının tür dağılımına etkileri,
- Mevsimsel dalgalanmaların küçük memeli ekolojisine etkileri,
- Yangın sonrası toparlanma süreçleri,
- Antropojenik baskıların habitat kalitesiyle ilişkisi (Driscoll & Henderson, 2008).

Analitik süreçte özellikle neden–sonuç ilişkilerini ortaya koyan çalışmalar öncelikli olarak değerlendirilmiştir. Böylece küçük memeli–alt tabaka ilişkisi yalnızca korelatif bir bağlamda değil, ekolojik süreçler açısından nedensel bir yaklaşımla da yorumlanmıştır.

2.5. Kavramsal Çerçeveye Uygunluk

Çalışmanın metodolojik çerçevesi, ekosistem ekolojisi ve habitat seçim teorisine dayandırılmıştır. Alt tabaka bitki örtüsü; saklanma, hareket, beslenme ve üreme gibi temel davranışsal süreçlerin ana belirleyicisi olduğu için, küçük memelilerin habitat seçimi davranışları da bu çerçevede değerlendirilmiştir. Bu yaklaşım aynı zamanda ekolojik niş teorisi, predasyon baskısı teorisi ve habitat–fauna etkileşim modelleriyle uyumludur.

Bu metodolojik düzen, farklı ekosistemlerde yapılan çalışmaların ortak noktalarını yakalamaya ve daha geniş ekolojik bir bakış açısı oluşturmaya olanak tanımıştır. Ayrıca yöntem, bitkisel yapıdaki değişimlerin yalnızca mevcut populasyonlara değil, uzun dönemli tür devamlılığına da etkilerini değerlendirmeye fırsat tanımaktadır.

2.6. Sınırlılıklar

Her ne kadar literatüre dayalı bir analiz geniş bir perspektif sunsa da bu yöntemin bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Örneğin çalışmaların örnekleme yöntemleri, ölçüm teknikleri ve kullanılan istatistiksel yaklaşımlar farklılık gösterebilir. Ayrıca bazı bölgelerde yapılan çalışmalar ağırlıklı olabilir; bu durum küresel ölçekte karşılaştırmaları sınırlayabilir. Buna rağmen literatür sentezi yöntemi, alt tabaka bitki örtüsü ile küçük memeli toplulukları arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için uygun ve kapsamlı bir temel sunmaktadır.

3. BULGULAR

Bu bölümde literatürde yer alan çalışmaların ortak bulguları tematik başlıklar hâlinde sunulmaktadır. Bulgular, alt tabaka özelliklerinin küçük memeli topluluklarını nasıl etkilediğine dair net ve çok yönlü bir tablo ortaya koymaktadır. Çalışmalar, alt tabakanın yoğunluğu, heterojenliği, dikey yapısı, mevsimsel değişimi ve insan etkileri gibi birçok unsurun doğrudan küçük memeli ekolojisini belirlediğini göstermektedir.

3.1. Alt Tabaka Yoğunluğunun Küçük Memeli Davranışlarına Etkisi

Alt tabaka yoğunluğunun küçük memelilerin davranışsal tepkilerini belirleyen ana faktörlerden biri olduğu görülmüştür. Yoğun bitki örtüsü hem saklanma alanı hem de güvenli hareket rotaları sunduğu için küçük memelilerin yırtıcılardan kaçma başarısı önemli ölçüde artmaktadır. Birçok çalışma, yoğun alt tabaka bitki örtüsü bulunan alanlarda küçük memeli aktivitesinin günün daha geniş bir zaman aralığına yayıldığını ve bireylerin daha uzak mesafelere güvenle hareket edebildiğini rapor etmektedir.

Özellikle çalı ve otsu bitki örtüsünün 0–1 metre arasındaki yoğunluğu, memelilerin predatör baskısı altında sergilediği davranışları belirleyen kritik bir katman olarak öne çıkmaktadır. Bu

katmanda fiziksel engellerin fazla olması, görsel tespit riskini azaltır ve hem gececil hem gündüz aktif türler için koruyucu bir habitat niteliği sunar. Dolayısıyla yoğun alt tabaka, küçük memelilerin çevresel tehditlere karşı en temel savunma mekanizması olarak kabul edilebilir.
Bazı çalışmalarda, alt tabaka yoğunluğunun yalnızca yırtıcılardan korunmayı değil, aynı zamanda beslenme davranışlarını da etkilediği gösterilmiştir. Yoğun bitki örtüsü, tohumlar ve böcekler gibi besin kaynaklarının toplanmasını kolaylaştırmakta; açık alanlara çıkma zorunluluğunu azaltarak memelilerin enerji kaybını ve predasyon riskini düşürmektedir. Bu durum hem bireylerin kondisyonunu artırmakta hem de türlerin genel popülasyon dinamiklerini olumlu yönde etkilemektedir.
Alt tabaka yoğunluğunun bir diğer etkisi de küçük memelilerin alan kullanımı üzerindedir. Açık alanlarda hareket eden bireyler daha hızlı, kestirme rotalar kullanırken; yoğun bitki örtüsü içinde hareket eden küçük memeliler daha karmaşık, ama güvenli hareket yolları tercih etmektedir. Bu davranışsal farklılık, alt tabakanın habitat yapılandırıcı rolünü açıkça ortaya koymaktadır.

3.2. Predasyon Riskinin Alt Tabaka Yapısıyla İlişkisi

Literatürde predasyon baskısı ile alt tabaka yapısı arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların sayısı oldukça fazladır. Bu çalışmaların çoğu, alt tabaka yoğunluğunun yırtıcı–av etkileşimlerinin doğrudan belirleyicisi olduğunu göstermektedir. Örneğin, görsel avcılar olan bazı kuş türlerinin yoğun bitki örtüsü bulunan alanlarda küçük memelileri tespit etme oranlarının önemli ölçüde düştüğü bildirilmiştir (Banks et al., 2011). Buna karşılık açık ve seyrek alt tabaka yapısına sahip habitatlarda predasyon riskinin arttığı ve küçük memelilerin daha sınırlı hareket ettiği görülmüştür.
Yırtıcı memeliler açısından da benzer bir eğilim mevcuttur. Özellikle tilki, sansar ve bazı çakal türleri yoğun bitki örtüsünün bulunduğu bölgelerde av bulmakta zorlanmakta; bu durum küçük memelilere avantaj sağlamaktadır. Ancak bazı esnek yırtıcı türlerinin, alt tabaka yoğunluğuna uyum sağlayarak yeni avlanma stratejileri geliştirdikleri de kaydedilmiştir. Bu durum, alt tabaka yapısının yalnızca küçük memeliler üzerinde değil, yırtıcı türlerin davranışları üzerinde de önemli bir etkisi olduğunu göstermektedir.
Predasyon baskısının yüksek olduğu bölgelerde küçük memelilerin daha çok geceleri aktif olduğu veya hareket sürelerini kısalttığı rapor edilmiştir. Buna karşılık alt tabakası yoğun olan ormanlarda hem gündüz hem gece aktivitesinin arttığı gözlenmiştir. Bu bulgu, alt tabakanın doğal bir koruyucu katman olarak işlev gördüğünü desteklemektedir.

3.3. Alt Tabaka Heterojenliğinin Tür Zenginliği Üzerindeki Rolü

Bitki örtüsünün heterojenliği yani farklı yükseklikler, farklı bitki türleri ve farklı yoğunluklarda alt tabakanın bir arada bulunması küçük memeli tür çeşitliliğini artıran önemli bir faktördür. Çalışmalar, tek tip ve homojen yapıya sahip alt tabaka örtüsüne kıyasla heterojen yapıya sahip alt tabakanın daha fazla mikrohabitat sunduğunu ve bunun türlerin bir arada bulunmasını kolaylaştırdığını göstermektedir (Driscoll & Henderson, 2008).
Heterojen alt tabakanın sağladığı avantajlar şu şekildedir:

- Farklı beslenme stratejilerine sahip türler aynı alanda yaşayabilir.
- Bireylerin predasyondan kaçma stratejileri çeşitlenir.
- Habitatın farklı bölümlerinde farklı sıcaklık ve nem düzeyleri oluşur.
- Farklı yüksekliklerdeki bitki katmanları küçük memelilerin dikey alan kullanımını artırır.

Örneğin zemin yüzeyine yakın türler yoğun çalıların altındaki boşlukları tercih ederken, daha tırmanıcı özellikteki küçük memelilerin çalı–ağaççık arası bağlantıları kullanabildiği görülmüştür. Bu çok yönlü alan kullanımı, popülasyonların aynı habitat içinde daha dengeli dağılmasını sağlamaktadır.

3.4. Habitat Kaynaklarının Dağılımı ve Beslenme Stratejileri

Alt tabakanın sunduğu besin kaynakları küçük memeli topluluklarının yapısını doğrudan şekillendiren unsurlardan biridir. Tohumlar, meyveler, yumrular ve böcekler alt tabaka bitki örtüsüyle ilişkili temel besin kaynaklarıdır. Alt tabaka yoğunluğunun fazla olduğu alanlarda bu besin kaynaklarının bolluğu artmakta, bu da küçük memelilerin daha yüksek enerji seviyesine ve daha güçlü üreme başarısına sahip olmasını sağlamaktadır.

Açık alanlarda ise besin kaynaklarının daha sınırlı ve düzensiz olduğu görülmekte; bu durum hem bireysel hem popülasyon düzeyinde stres yaratabilmektedir. Enerji harcamaları artmakta, yırtıcılara yakalanma riski yükselmekte ve besin bulunamadığı dönemlerde popülasyonlar hızla azalabilmektedir.

Mevsimsel olarak da beslenme stratejileri değişmektedir. İlkbahar ve yaz dönemlerinde alt tabaka bitki örtüsünün yoğun olduğu alanlarda küçük memelilerin enerji depolama davranışlarının arttığı gözlenmiştir. Buna karşılık sonbahar ve kış dönemlerinde besin kaynaklarının azalması, türlerin daha geniş alanlara yayılmasına neden olabilmekte; ancak bu durum yırtıcılara açık hâle gelmelerine yol açmaktadır.

3.5. Mevsimsel Değişimlerin Küçük Memeli Popülasyonlarına Etkisi

Orman altı vejetasyonu yıl boyunca mevsimsel olarak büyük değişimler geçirir ve bu değişimler küçük memeli topluluklarının dağılımını, davranışlarını ve enerji stratejilerini etkileyen temel faktörlerden biridir. İlkbahar ve yaz aylarında bitkisel büyümenin artması, alt tabakanın yoğunlaşmasına ve çeşitlenmesine yol açmakta; bu durum küçük memelilere hem geniş besin kaynakları hem de etkili saklanma alanları sağlamaktadır. Bu dönemler, birçok küçük memeli türü için üreme mevsiminin en aktif olduğu zamanlardır. Bitkisel örtü hem yavru bakımı için güvenli yuvalar sunmakta hem de yeterli enerji ve besin kaynakları sağlamaktadır.

Sonbahar aylarında bitkisel yoğunluk yavaş yavaş azalmaya başlar. Bu dönemde özellikle tohum ve meyve üretimi birçok kemirici türü için enerji depolama fırsatları sunar. Alt tabakanın yaprak dökümü ile birlikte daha açık hâle gelmesi, küçük memelilerin hareket rotalarını ve predasyon riskini doğrudan etkiler. Kış aylarında ise alt tabaka büyük ölçüde seyrelir ve zemin yüzeyi daha görünür hâle gelir. Bazı türler kış uykusuna yatarak enerji kayıplarını sınırlandırırken, aktif kalan türler için predasyon baskısı önemli ölçüde artar. Bu dönem aynı zamanda yiyecek kıtlığının yaşandığı bir zaman dilimi olduğundan bazı türlerde mortalite oranlarının yükseldiği gözlenmiştir.

Mevsimsel değişimlerin popülasyon dinamiklerine etkisi yalnızca kısa dönemli değildir; uzun vadede türlerin yıllık döngülerini, üreme stratejilerini ve habitat tercihlerini şekillendirir. Mevsimsel dalgalanmaların şiddeti arttığında veya olağandışı iklim olayları yaşandığında küçük memelilerin davranışsal uyum stratejileri de değişmek zorunda kalmaktadır.

3.6. Yangın Rejimlerinin Alt Tabaka ve Küçük Memeliler Üzerindeki Etkisi

Yangın, birçok orman ekosistemi için doğal bir süreç olsa da artan sıcaklıklar ve kuraklık nedeniyle yangınların sıklığı ve şiddeti son yıllarda belirgin biçimde artmıştır. Yangın rejimlerinin değişmesi, orman altı vejetasyonunun yapısını kökten etkileyerek küçük memeli toplulukları üzerinde zincirleme sonuçlar doğurmaktadır. Yangınlar alt tabaka bitki örtüsünü anında yok edebilir veya yoğunluğunu ciddi ölçüde azaltabilir. Bu durum, özellikle görsel avcı yırtıcılar için av bulmayı kolaylaştırırken, küçük memeliler için predasyon riskini çok yüksek seviyelere çıkarmaktadır.

Literatürde yangın sonrası erken süksesyon dönemlerinde bazı fırsatçı küçük memeli türlerinin popülasyonlarında geçici artışlar olabileceği belirtilmiştir. Bu artışın nedeni, yangından sonra açığa çıkan tohumlar ve bitki kalıntılarıyla beslenebilmeleridir. Ancak bu artış genellikle kısa sürelidir; alt tabaka yoğunluğu yerine gelmediği sürece bu türlerin uzun vadeli populasyon devamlılığı sağlanamaz (Garcês et al., 2023).

Yangınların etkisi yalnızca alt tabaka yoğunluğunu azaltmakla sınırlı değildir. Toprak yapısı, mikroklima ve tür kompozisyonu da yangın sonrası önemli ölçüde değişmektedir. Toprağın üst

tabakasında bulunan organik madde yanarak yok olduğunda küçük memeliler için hem besin hem de barınma kaynakları kaybolmaktadır. Yangın sonrası örtü kaybı, hem böcekçil hem de tohum tüketen türler için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Alt tabakanın yeniden oluşması ise ekosistemin özelliklerine bağlı olarak yıllar alabilir.

Yangın rejimlerinin değişmesi, iklim değişikliğinin en belirgin etkilerinden biridir. Daha sıcak ve daha kuru iklim koşullarında yangınların sıklığı arttığından küçük memelilerin alt tabaka kaynaklı koruma mekanizmaları daha sık kesintiye uğramaktadır. Bu durum özellikle dağ ekosistemlerinde yaşayan ve habitat değişimlerine daha duyarlı türler üzerinde baskı oluşturmaktadır.

3.7. Ormancılık Uygulamalarının Habitat Üzerindeki Etkileri

Ormancılık faaliyetleri alt tabaka bitki örtüsü üzerinde doğrudan ve dolaylı etkiler oluşturmaktadır. Özellikle alt temizlik işlemleri, gençlik bakımı, budama ve ağaçlandırma uygulamaları alt tabakanın yoğunluğunu ciddi ölçüde azaltabilir. Alt tabaka katmanının zayıflaması, küçük memelilerin güvenli hareket alanlarını daraltır ve açık habitatlarda predasyon riskini artırır. Mekanize ormancılık faaliyetlerinde kullanılan makinelerin zemindeki yoğun faunal aktiviteyi bozduğu ve yuvaları tahrip ettiği de rapor edilmiştir.

Seçme kesim yöntemleri alt tabaka üzerindeki etkiler açısından oldukça farklı sonuçlar doğurabilir. Yoğun gölge oluşturan geniş tepeli ağaçların azaldığı alanlarda alt tabaka daha hızlı gelişerek küçük memeliler için uygun habitatlar oluşturabilir. Buna karşılık tamamen açık kesim uygulamaları geniş alanlarda alt tabakanın yok olmasına neden olur ve habitat parçalanması yaratır.

Bazı çalışmalar, kontrollü yapılan ormancılık uygulamalarının alt tabaka bitki örtüsünü destekleyebileceğini göstermektedir. Örneğin düşük yoğunluklu seyreltme işlemleri ışık miktarını artırarak alt tabaka bitkilerinin büyümesini teşvik edebilir. Bu uygulamalar doğru şekilde planlandığında hem bitkisel çeşitliliği hem de küçük memeli popülasyonlarını güçlendirebilir (Hutto, 2008).

3.8. Habitat Parçalanmasının Küçük Memeliler Üzerindeki Etkisi

Habitat parçalanması, orman altı vejetasyonunun sürekliliğini bozan en önemli tehditlerden biridir. Yol yapımı, yerleşim genişlemesi, tarım açmaları ve saldırgan türlerin yayılması gibi insan kaynaklı faaliyetler, küçük memelilerin hareket koridorlarını daraltmakta ve popülasyonların izolasyonuna yol açmaktadır. Parçalanmış habitatlarda küçük memeliler, farklı alanlar arasında geçiş yaparken daha fazla açık alana maruz kalır. Bu durum hem predasyon riskini artırır hem de popülasyonlar arası gen akışını sınırlar.

Gen akışının azalması uzun vadede popülasyonların genetik çeşitliliğini düşürür. Bu durum özellikle küçük ve izole popülasyonlarda içten çiftleşme oranını artırabilir ve popülasyonun çevresel streslere karşı dayanıklılığını azaltabilir. Ek olarak, parçalanmış habitatlarda kaynakların düzensiz dağılması küçük memeli türlerinin beslenme stratejilerini zorlayabilir.

Bazı türler parçalanmış habitatlara daha iyi uyum sağlayabilir; ancak çoğu tür alt tabakanın sunduğu sürekli yapı olmadan yaşam döngüsünü sürdüremez. Bu nedenle alt tabakanın mekânsal sürekliliği küçük memeli topluluklarının uzun vadeli varlığı için temel bir gereklilik olarak karşımıza çıkar.

3.9. İklim Değişikliği ve Sıcaklık Rejimlerindeki Değişimlerin Etkisi

İklim değişikliği, orman altı vejetasyonunun yapısını ve küçük memeli topluluklarının yaşayabilirliğini etkileyen bir diğer önemli faktördür. Artan sıcaklıklar, yağış düzensizlikleri ve kuraklık alt tabaka bitki örtüsünün hem kompozisyonunu hem de yoğunluğunu değiştirmektedir. Özellikle uzun süreli kuraklık dönemlerinde alt tabaka daha kırılgan hâle gelmekte ve yapısal bütünlüğünü kaybetmektedir.

Bitki örtüsündeki bu değişim küçük memeliler üzerinde doğrudan baskı oluşturur. Çünkü artan sıcaklıklar hem su kaybını artırır hem de birçok türün enerji bütçesini zorlar. Isıl stres altında kalan bireyler daha sınırlı hareket eder ve üreme başarısı düşebilir. Kaya vd. (2025), iklim

değişikliğinin dağ faunasına benzer şekilde orman altı memelileri üzerinde de davranışsal baskılar oluşturduğunu belirtmektedir.
İklim değişikliğinin dolaylı etkileri de oldukça önemlidir. Yangın rejimlerindeki artış, alt tabakanın daha sık zarar görmesine yol açarken; aşırı yağışlar ve fırtınalar gibi ekstrem olaylar alt tabaka yapısının fiziksel bütünlüğünü bozabilmektedir. Bu koşullar altında küçük memeli popülasyonlarının çevresel değişime uyum sağlama kapasitesi sınanır.

4. TARTIŞMA

Bu çalışma, orman altı vejetasyonunun küçük memeli topluluklarının ekolojisinde oynadığı merkezi rolü ortaya koymaktadır. Bulgular, alt tabaka yoğunluğu ve heterojenliğinin yalnızca habitat kalitesinin bir göstergesi olmadığını, aynı zamanda memeli türlerinin davranışsal stratejilerini, popülasyon dinamiklerini ve türler arası etkileşimleri belirleyen temel faktörlerden biri olduğunu göstermektedir. Bu durum, alt tabaka bitki örtüsünün orman ekosistemlerinin işleyişinde tahmin edilenden çok daha önemli bir konuma sahip olduğunu ortaya koymaktadır.
Alt tabaka bitki örtüsünün yoğunluğunun yırtıcılardan kaçma başarısını artırdığı yönündeki bulgular, küçük memelilerin yaşam stratejilerinin büyük ölçüde saklanma alanlarının mevcudiyetine bağlı olduğunu göstermektedir. Özellikle görsel avcı türlerin yoğun olduğu ekosistemlerde, alt tabaka bir yaşam sigortası niteliğindedir. Bu sonuca göre alt tabaka bitki örtüsünde meydana gelen azalmalara karşı küçük memelilerin oldukça duyarlı olduğu ve habitatın açıklık düzeyindeki değişimlerin popülasyon üzerinde belirgin baskılar oluşturabileceği görülmektedir. Predasyon baskısının yüksek olduğu dönemlerde küçük memelilerin hareketlerini kısıtlaması, habitat kullanımının alt tabaka yapısıyla doğrudan ilişkili olduğunun bir diğer göstergesidir.
Bu çalışmada ortaya çıkan bir diğer önemli nokta, alt tabakanın heterojen yapısının tür çeşitliliğini destekleyici bir unsur olmasıdır. Heterojen alt tabaka yalnızca farklı türlere farklı mikrohabitat seçenekleri sunmakla kalmaz; aynı zamanda rekabet baskısını dağıtarak türlerin bir arada bulunmasını kolaylaştırır. Bu durum, alt tabakanın orman ekosistemlerinde yatay ve dikey yönde oluşturduğu karmaşık yapının, küçük memeli çeşitliliğinin temel belirleyicilerinden biri olduğunu doğrulamaktadır. Literatürde heterojen habitatların yüksek tür zenginliğiyle ilişkili olduğuna dair bulgular da bu çalışmanın sonuçlarını destekler niteliktedir (Driscoll & Henderson, 2008).
Yangın rejimlerinin etkilerine ilişkin bulgular, ekosistemlerin hassasiyetini açıkça ortaya koymaktadır. Yangın sonrası alt tabakanın kaybı küçük memeli popülasyonları için kritik bir tehdit oluşturmakta; özellikle yoğun bitkisel örtünün kaybolması küçük memelileri yırtıcılara karşı savunmasız bırakmaktadır. Her ne kadar bazı fırsatçı türler yangın sonrası kısa süreli avantajlar elde edebilse de bu durum kalıcı değildir. Uzun vadede alt tabakanın yokluğu, enerji dengesi ve predasyon riski açısından ciddi sorunlar yaratmaktadır. Bu nedenle yangın rejimlerindeki değişimlerin yalnızca bitkisel regenerasyonu değil, aynı zamanda küçük memeli faunasının uzun vadeli yapısını da etkilediği söylenebilir.
İklim değişikliğinin alt tabaka üzerinde yarattığı etkiler ise daha karmaşık bir yapıya sahiptir. Artan sıcaklıklar, değişen yağış rejimleri ve uzun süren kuraklık dönemleri alt tabakanın fiziksel bütünlüğünü bozmakta ve bitkisel çeşitliliği azaltabilmektedir. Alt tabakanın zayıflaması, küçük memelilerin barınma, beslenme ve üreme stratejilerini doğrudan etkilemektedir. Kaya vd. (2025) tarafından ortaya konduğu gibi iklim değişikliği, özellikle yüksek rakım ekosistemlerinde yaşayan türler üzerinde baskı oluşturmaktadır. Bu bulgular, alt tabaka–fauna ilişkisinin iklimsel süreçlere duyarlı bir etkileşim ağı olduğunu göstermektedir.
Orman yönetimi uygulamalarının alt tabaka bitki örtüsü üzerindeki etkileri, tartışılması gereken bir diğer önemli konudur. Aşırı alt temizlik, yoğun gençleştirme çalışmaları ve geniş çaplı kesim uygulamaları alt tabakanın hem sürekliliğini hem de yapısal çeşitliliğini azaltabilir. Bu

tür müdahaleler küçük memeliler için habitat kalitesinin düşmesine neden olur. Buna karşılık kontrollü seyreltme ve düşük yoğunluklu ormancılık uygulamalarının alt tabaka gelişimini destekleyebileceği görülmektedir. Bu bulgu, orman yönetiminin tamponlayıcı rolünün güçlü bir göstergesidir ve ekosistem tabanlı ormancılık yaklaşımlarının önemini vurgulamaktadır (Hutto, 2008).

Habitat parçalanmasının etkilerine ilişkin bulgular ise küçük memeliler açısından daha geniş ölçekli tehditleri işaret etmektedir. Parçalanmış habitatlar hem besin kaynaklarının dağılımını bozmakta hem de hareket koridorlarını sınırlamaktadır. Özellikle gen akışının azalması, uzun vadede popülasyonların genetik çeşitliliğini düşürmekte ve çevresel streslere karşı dirençlerini azaltmaktadır. Bu sonuç, alt tabaka bitki örtüsünün yalnızca ekolojik değil, aynı zamanda genetik süreçler açısından da kritik bir işlevi olduğunu ortaya koymaktadır. Alt tabaka sürekliliği, popülasyonların sağlıklı bir biçimde sürdürülebilirliğini destekleyen önemli bir faktördür.

Bu çalışma aynı zamanda alt tabaka bitki örtüsünün mevsimsel değişkenliğinin küçük memeli ekolojisi üzerindeki etkilerini de ortaya koymaktadır. Alt tabakanın ilkbahar ve yaz aylarında yoğunlaşması küçük memelilere daha güvenli hareket alanları ve daha zengin besin kaynakları sunarken, kış dönemlerinde alt tabakanın seyreldiği dönemlerde predasyon riski artmakta ve hayatta kalma oranları düşmektedir. Bu bulgular, alt tabakanın dinamik yapısının küçük memeli türlerinin yıllık yaşam döngülerini şekillendiren temel bir ekolojik bileşen olduğunu göstermektedir.

Alt tabaka bitki örtüsü ile küçük memeli toplulukları arasındaki bu güçlü ekolojik bağ, orman ekosistemlerinin bütüncül yönetiminde alt tabakanın mutlaka dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Geleneksel ormancılık uygulamalarında alt tabakanın çoğu zaman ikincil veya önemsiz bir bileşen olarak değerlendirilmesi, küçük memeli popülasyonları açısından istenmeyen sonuçlar doğurabilmektedir. Bu nedenle sürdürülebilir orman yönetimi yaklaşımlarında alt tabaka bitki örtüsünün korunması, izlenmesi ve desteklenmesi temel stratejiler arasında yer almalıdır.

Sonuç olarak, literatür bulguları alt tabaka bitki örtüsünün yalnızca pasif bir habitat unsuru olmadığını, küçük memeli ekosistemlerinin bütünsel yapısını şekillendiren aktif bir ekolojik faktör olduğunu göstermektedir. Alt tabakanın korunması, yangın rejimlerinin kontrolü, sürdürülebilir ormancılık uygulamalarının geliştirilmesi ve habitat parçalanmasının azaltılması küçük memeli topluluklarının uzun vadeli sürdürülebilirliği açısından kritik öneme sahiptir. Bu çalışma, orman altı vejetasyonu–küçük memeli ilişkisini çok boyutlu bir çerçevede değerlendirerek gelecekteki araştırmalar için önemli bir referans niteliği taşımaktadır.

5. SONUÇ

Bu çalışma, orman altı vejetasyonu ile küçük memeli toplulukları arasındaki karşılıklı ekolojik ilişkileri geniş bir literatür çerçevesinde incelemiş ve iki bileşen arasındaki bağlantının ekosistem düzeyinde ne kadar kritik olduğunu ortaya koymuştur. Alt tabaka bitki örtüsünün yapısal özellikleri; yoğunluk, heterojenlik, tür çeşitliliği, dikey tabakalaşma ve mevsimsel değişkenlik gibi faktörlere bağlı olarak küçük memeli popülasyonlarını doğrudan şekillendirmektedir. Bu bulgular, orman ekosistemlerinin sağlıklı işleyişi açısından alt tabaka bitki örtüsünün basit bir bitkisel unsur değil, faunanın devamlılığını ve adaptasyon kapasitesini doğrudan etkileyen temel bir ekolojik yapı olduğunu göstermektedir.

Orman altı vejetasyonunun sunduğu koruma, saklanma, hareket ve beslenme olanakları, küçük memelilerin habitat seçim davranışlarında belirleyici rol oynamaktadır. Birçok tür için alt tabakanın yoğun olması yalnızca yırtıcılardan korunma açısından değil, aynı zamanda enerji bütçesinin korunması, yeterli besin bulma ve uygun yuva alanlarının seçimi açısından kritik öneme sahiptir. Açık alanlara kıyasla yoğun alt tabaka bitki örtüsü, küçük memelilerin daha güvenli ve daha esnek hareket etmelerini sağlamakta; bu da popülasyon düzeyinde daha dengeli bir yapı ortaya çıkarmaktadır.

Çalışmanın sonuçları, alt tabaka heterojenliğinin tür çeşitliliğin korunmasında oynadığı belirgin rolü özellikle vurgulamaktadır. Heterojen habitatlar, farklı davranışsal ve fizyolojik özelliklere sahip memeli türlerinin aynı ekosistem içinde bir arada bulunmasına olanak tanır. Farklı yükseklikliklerdeki bitki örtüsü, çeşitli mikrohabitatların oluşmasını sağlar ve böylece rekabet baskısı azalırken türlerin habitat kullanım esnekliği artar. Bu durum, orman altı vejetasyonunun yalnızca bir bitki tabakası olmadığını, türler arası ilişkileri düzenleyen önemli bir ekolojik filtre işlevi gördüğünü ortaya koymaktadır.

Yangın, otlatma ve ormancılık uygulamaları gibi dış baskıların alt tabaka bitki örtüsü üzerindeki etkileri, küçük memeli topluluklarının sürdürülebilirliği açısından kritik öneme sahiptir. Yangın sonrası alt tabakanın ani kaybı, küçük memelilerin yırtıcı baskısına maruz kalmasına ve beslenme olanaklarının azalmasına neden olmaktadır. Her ne kadar bazı fırsatçı türler yangın sonrası kısa süreli avantajlar elde etse de uzun vadede alt tabakanın yokluğu habitat kalitesini büyük ölçüde düşürür. Bu nedenle yangın rejimlerinin yönetimi, alt tabaka ve küçük memeli ekolojisinin sürdürülebilirliği açısından temel bir yönetim bileşeni hâline gelmiştir (Garcês et al., 2023).

İklim değişikliğinin alt tabaka bitki örtüsü üzerindeki dolaylı ve doğrudan etkileri de dikkate alınması gereken önemli bir noktadır. Kuraklık, sıcaklık artışları ve yağış düzensizlikleri alt tabaka yoğunluğunu azaltmakta, tür kompozisyonunu değiştirmekte ve küçük memeliler için kritik öneme sahip mikrohabitatları zayıflatmaktadır. Bu durum küçük memelilerin enerji bütçesi ve üreme stratejileri üzerinde baskı oluşturmakta, özellikle yüksek rakım türlerinde habitat daralması gibi olumsuz süreçler ortaya çıkarmaktadır (Kaya et al., 2025). Bu nedenle alt tabaka bitki örtüsünü korumaya yönelik stratejiler aynı zamanda iklim değişikliğine adaptasyon açısından da büyük önem taşımaktadır.

Habitat parçalanmasının küçük memeliler üzerindeki etkileri sonuç bölümünde özellikle dikkat çekilmesi gereken bir diğer konudur. Parçalanmış habitatlar, popülasyonlar arasındaki bağlantıyı zayıflatmakta, genetik çeşitliliği azaltmakta ve türlerin uzun vadeli varlığını tehdit etmektedir. Alt tabaka bitki örtüsünün sürekliliği, küçük memelilerin güvenli hareket edebileceği koridorlar sağladığından, parçalanmaya karşı tamponlayıcı bir mekanizma olarak işlev görmektedir. Bu bağlamda alt tabakanın mekânsal bütünlüğü yalnızca ekolojik değil, aynı zamanda genetik sürdürülebilirlik açısından da önemlidir.

Bu çalışmanın bulguları, sürdürülebilir orman yönetimi yaklaşımlarında alt tabaka bitki örtüsüne daha fazla önem verilmesi gerektiğini güçlü biçimde göstermektedir. Geleneksel ormancılık anlayışı çoğu zaman üst gölge tabakasına odaklanmakta, alt tabakanın ekolojik önemi göz ardı edilmektedir. Oysa ki alt tabakanın düzenli gelişimi, sağlıklı bir orman ekosisteminin temel belirleyicisidir. Alt tabaka bitki örtüsü olmadan, küçük memeli popülasyonlarının stabil bir yapı sergilemesi, genetik çeşitliliğin korunması ve ekosistem fonksiyonlarının sürdürülebilirliği mümkün değildir.

Ekosistem temelli orman yönetimi modelleri alt tabaka bitki örtüsünün sürdürülebilir şekilde korunması üzerine inşa edilmelidir. Bunun için:

1. Alt tabaka yoğunluğunu koruyan ve destekleyen ormancılık uygulamaları geliştirilmelidir.
2. Yangın rejimi yönetimi hem bitkisel yenilenme hem de fauna üzerindeki etkileri dikkate alacak şekilde planlanmalıdır.
3. Habitat parçalanmasını azaltacak peyzaj planlaması yapılmalıdır.
4. İklim değişikliğine dayanıklı bitkisel alt tabaka kompozisyonları teşvik edilmelidir.
5. Küçük memelilerin hareket koridorlarını güçlendirecek restorasyon çalışmaları yapılmalıdır.

Bu stratejiler yalnızca küçük memeliler için değil, orman ekosisteminin tüm bileşenleri için uzun vadeli faydalar sağlayacaktır.

Sonuç olarak bu çalışma, orman altı vejetasyonunun küçük memeli ekolojisindeki rolünü çok boyutlu bir çerçevede ortaya koymuş ve alt tabakanın korunmasının orman ekosistemlerinin sürdürülebilirliği açısından vazgeçilmez olduğunu göstermiştir. Alt tabaka bitki örtüsünün yapısal özellikleri, ekosistem fonksiyonlarının devamı, yaban hayatı çeşitliliği ve ormanların uzun vadeli sağlığı için temel bir belirleyicidir. Küçük memeliler ise alt tabakanın sunduğu yaşam olanaklarına bağlı olarak hem ekosistem fonksiyonlarında hem de ormanların biyolojik çeşitliliğinde kritik rol üstlenmektedir. Bu nedenle alt tabaka ile küçük memeli ilişkisi, gelecekteki araştırmaların ve yönetim stratejilerinin merkezinde yer almalıdır.

KAYNAKLAR

Banks, S. C., Knight, E. J., McBurney, L., Blair, D., & Lindenmayer, D. B. (2011). Habitat structure and small mammal survival. *PLoS ONE, 6*(8), e22952. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0022952

Driscoll, D. A., & Henderson, M. K. (2008). How predator–prey interactions change with vegetation structure. *Biological Conservation, 141*(2), 460–471. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.10.023

Garcês, A., Soeiro, V., Mesquita, J. R., Teixeira, A., & Monteiro, S. (2023). Effects of habitat disturbances on small mammals. *Fire, 3*(1), 9. https://doi.org/10.3390/fire3010009

Hossack, B. R., & Pilliod, D. S. (2011). Amphibian responses to wildfire and post-fire forest management. *Fire Ecology, 7*(2), 129–144. https://doi.org/10.4996/fireecology.0702129

Hutto, R. L. (2008). The ecological importance of forest structural complexity. *Ecological Applications, 18*(8), 1827–1834. https://doi.org/10.1890/08-0861.1

Jones, G. M., & Tingley, M. W. (2022). Forest understory structure shapes wildlife habitat associations. *Diversity and Distributions, 28*(3), 386–403. https://doi.org/10.1111/ddi.13445

Kaya, C., Acarer, A., & Tekin, S. (2025). Global climate change, a threat: Example of the chamois' case. *Šumarski list, 149*(3–4), 169–180.

Pausas, J. G., & Keeley, J. E. (2019). Wildfires as an ecosystem process. *BioScience, 59*(7), 593–601. https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.7.10

THE IMPACT OF BUILDING DETERIORATION ON VALUATION

Aleksandra Mamardashvili
Georgian Technical University, Faculty of Civil Engineering, Department of Civil and Industrial Engineering N102, Tbilisi, Georgia.
https://orcid.org/0009-0008-3746-6599
Grigol Amaglobeli
Georgian Technical University, Faculty of Civil Engineering, Department of Civil and Industrial Engineering N102, Tbilisi, Georgia.
https://orcid.org/0009-0004-9749-7056

ABSTRACT
The deterioration of building structures is a critical factor affecting property valuation in real estate markets. This abstract explores the key influences that contribute to the aging and decline of buildings, emphasizing the importance of incorporating physical condition into valuation assessments. Factors such as environmental conditions, maintenance practices, and the quality of construction materials are examined to illustrate how they impact a building's longevity and market value. Various valuation methodologies are also discussed, including the cost approach, sales comparison approach, and income approach, each highlighting the necessity of understanding building deterioration in the valuation process.

Physical depreciation, which refers to the wear and tear that naturally occurs over time, and functional obsolescence, which arises due to shifts in market demand or changes in building standards, are identified as critical elements in understanding how deterioration affects valuation. Furthermore, economic obsolescence, driven by external factors such as neighborhood decline or regulatory changes, also contributes to reduced property value beyond mere physical condition.

This study underscores the essential need for accurate and comprehensive assessment techniques that reflect not only the current state of a property but also its potential longevity and marketability. By implementing robust evaluation methods that consider the impact of deterioration, stakeholders—including investors, appraisers, and property owners—can make more informed decisions about property investments. Ultimately, recognizing and addressing the effects of building deterioration is vital for achieving fair and effective property valuations.
Keywords: Deterioration, Property valuation, Real estate markets, Condition, Environmental conditions, Maintenance practices, Construction materials, Cost approach, Sales comparison approach, Income approach, Physical depreciation, Functional obsolescence, Economic obsolescence, Assessment techniques, Marketability, Stakeholders, Investment decisions, Property investments, Valuation methods, Longevity

INTRODUCTION
Buildings represent one of the most significant forms of fixed capital investment worldwide. Residential, commercial, and industrial properties contribute substantially to national economies, urban development, and social stability. However, buildings are not static assets; they are subject to continuous physical and functional deterioration over time. This deterioration directly affects property valuation by reducing utility, safety, market appeal, and income-generating potential.
Building deterioration refers to the gradual decline in performance and condition of structural and non-structural components due to aging, environmental exposure, usage, and inadequate maintenance. Common manifestations include material decay, structural fatigue, corrosion,

moisture damage, and outdated building systems. These factors contribute to depreciation, which is a central concept in property valuation.

In valuation theory, depreciation is typically divided into physical deterioration, functional obsolescence, and external (economic) obsolescence. While external factors are often beyond the control of property owners, physical deterioration is largely influenced by maintenance practices and lifecycle management. Ignoring deterioration can result in accelerated value loss, increased operating costs, and reduced market competitiveness.

This article explores the relationship between building deterioration and valuation through theoretical analysis and empirical research findings. It investigates how deterioration progresses over time, how it is measured, and how it impacts property value across different stages of a building's lifecycle.

RESEARCH AND FINDINGS

Types of Building Deterioration Affecting Valuation

Building deterioration can be classified into three primary categories that influence valuation outcomes.

Physical deterioration refers to the wear and tear of building components such as foundations, roofs, façades, mechanical systems, and finishes. This type of deterioration is cumulative and typically increases with age. Appraisers account for physical deterioration by estimating remaining useful life and repair costs.

Functional obsolescence occurs when a building no longer meets current market or user expectations. Examples include inefficient layouts, inadequate ceiling heights, outdated HVAC systems, or lack of modern amenities. Even well-maintained buildings may suffer value loss due to functional inadequacy.

Economic or external obsolescence results from factors outside the property boundaries, such as neighborhood decline, regulatory changes, or shifts in market demand. While important, this paper focuses primarily on physical deterioration and its measurable impact on valuation.

Lifecycle Perspective of Building Deterioration

Buildings follow a predictable lifecycle pattern in which deterioration accelerates if maintenance is deferred. Early-stage deterioration is often minor and cosmetic, while later stages involve structural and systems-related failures that significantly reduce value.

Table 1 presents a typical lifecycle deterioration model for buildings.

Table 1. Building Deterioration by Lifecycle Stage

Building Age (Years)	Typical Condition	Estimated Physical Deterioration (%)
0–5	New / Excellent	0–5%
6–15	Good	10–20%
16–30	Fair	25–40%
31–50	Poor	45–65%
50+	Very Poor / Obsolete	70–90%

This deterioration curve demonstrates that value loss accelerates after the midpoint of a building's useful life, particularly when major systems require replacement.

Graphical Representation of Deterioration Over Time

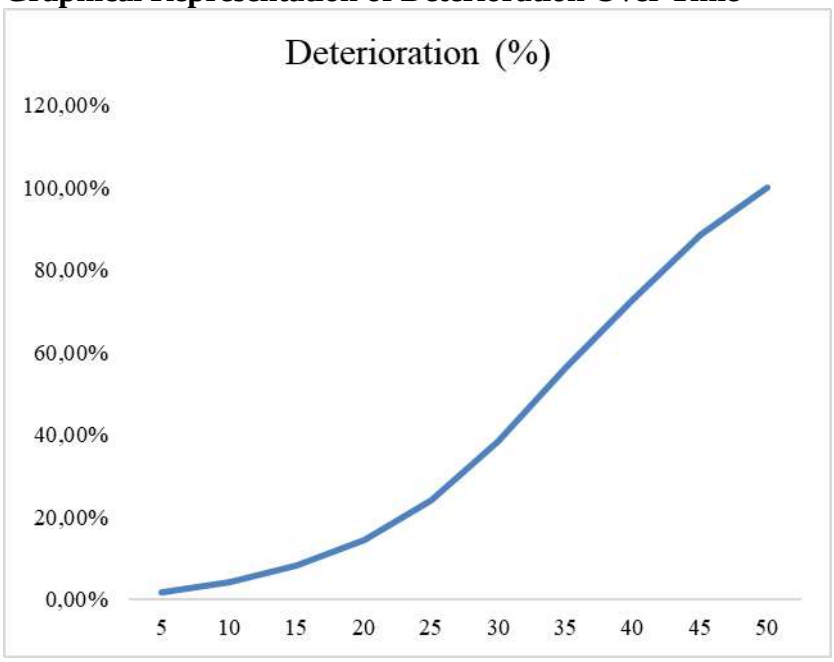


Figure 1 (Suggested Graph): Percentage Deterioration by Building Age

- X-axis: Building Age (Years)
- Y-axis: Percentage Deterioration (%)
- Curve Type: Exponential or accelerated depreciation curve

The graph shows a slow rate of deterioration in the early years, followed by a sharp increase after 20–30 years. This visual representation is useful for valuation reports, illustrating the importance of early maintenance interventions.

Impact of Deterioration on Market Value

Market value reflects the price a property would achieve under normal market conditions. As deterioration increases, buyers perceive higher risk and future repair costs, leading to reduced willingness to pay.

Research indicates that poorly maintained buildings can experience value reductions of 20–40% compared to similar well-maintained properties (Baum, 1991). In income-producing properties, deterioration directly affects rental income, vacancy rates, and capitalization rates.

Table 2 illustrates the relationship between building condition and valuation impact.

Table 2. Effect of Building Condition on Market Value

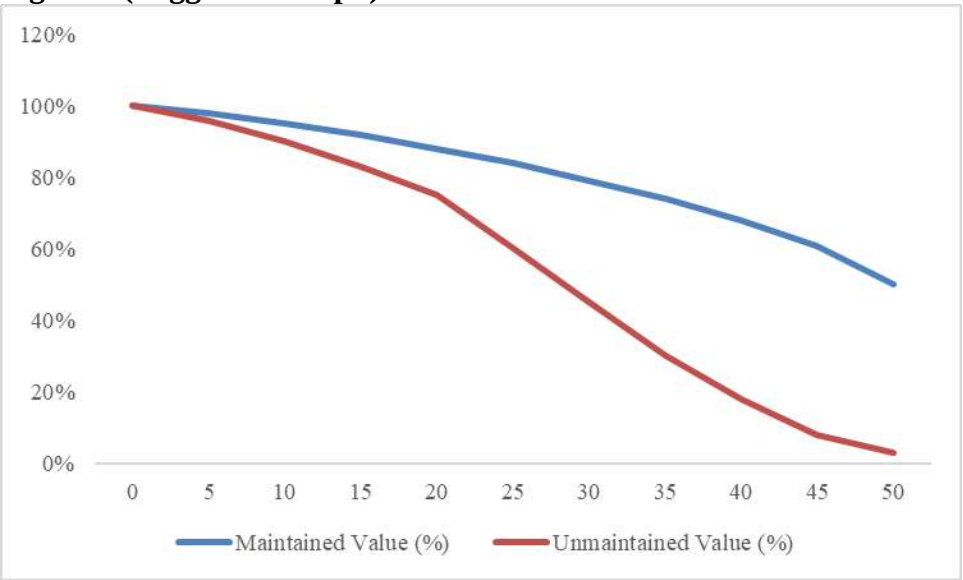
Building Condition	Typical Buyer Perception	Estimated Value Impact
Excellent	Low risk, high quality	Full market value
Good	Minor repairs required	−5% to −10%
Fair	Noticeable defects	−15% to −25%
Poor	Major repairs needed	−30% to −50%
Dilapidated	Functional failure	−60% or more

Maintenance, Rehabilitation, and Value Preservation

Maintenance plays a decisive role in slowing deterioration and preserving value. Preventive maintenance extends component life and reduces long-term costs, while corrective maintenance addresses failures after they occur.

Empirical studies show that every unit of deferred maintenance can result in multiple units of future repair costs. Rehabilitation and refurbishment projects often restore value, especially when they address both physical deterioration and functional obsolescence.

Figure 2 (Suggested Graph): Value Retention With and Without Maintenance



- Two curves: Maintained vs. Unmaintained building
- The maintained building shows a slower depreciation rate
- The unmaintained building exhibits rapid value decline after 20 years

Valuation Methods and Deterioration Assessment

Appraisers incorporate deterioration into valuation using several methods. In the cost approach, depreciation is explicitly deducted from replacement cost new. Physical deterioration is often calculated using the age-life method or observed condition method.

In the income approach, deterioration influences operating expenses, net income, and capitalization rates. Higher deterioration increases perceived risk, leading to higher cap rates and lower property values.

The sales comparison approach reflects deterioration indirectly through market evidence, as comparable properties with inferior condition typically sell at discounted prices.

Economic Implications for Investors and Policymakers

For investors, deterioration represents both risk and opportunity. Poorly maintained buildings may offer acquisition discounts but require accurate assessment of rehabilitation costs. Failure to account for deterioration can lead to overvaluation and investment losses.

For policymakers, widespread building deterioration contributes to urban decay, reduced tax revenues, and social challenges. Public incentives for renovation and maintenance can stabilize property values and promote sustainable urban development.

CONCLUSION

Building deterioration has a profound and measurable impact on property valuation. Physical aging, material degradation, and inadequate maintenance progressively reduce building performance, market appeal, and economic value. The research demonstrates that deterioration accelerates over time and significantly influences buyer perception, income potential, and valuation outcomes.

Integrating building condition assessments into valuation practice is essential for accurate property appraisal. Proactive maintenance, timely rehabilitation, and lifecycle-based asset management strategies are critical tools for mitigating value loss and extending building usefulness.

Ultimately, addressing building deterioration is not only a technical or economic concern but also a strategic imperative for sustainable real estate development and long-term asset preservation.

BIBLIOGRAPHY

Baum, A. (1991). Property investment depreciation and obsolescence. *Journal of Property Valuation and Investment*, 9(2), 156–166.

Building Research Establishment. (2019). *Building maintenance and lifecycle costing*. BRE Press.

International Valuation Standards Council. (2022). *International valuation standards*. IVSC.

Kibert, C. J. (2016). *Sustainable construction: Green building design and delivery* (4th ed.). John Wiley & Sons.

Miles, M. E., Berens, G., & Weiss, M. (2015). *Real estate development: Principles and process*. Urban Land Institute.

PROMOTING GREEN TOURISM TOWARDS SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN VIETNAM: THEORETICAL AND PRACTICAL BASIS

Ho Dieu Huyen
Institute of South Asian, West Asian and African Studies, Vietnam Academy of Social Sciences.
Le Quang Ngoc
Institute of Sociology and Psychology, Vietnam Academy of Social Sciences.

Abstract: Green tourism is increasingly considered an inevitable trend in the strategy of sustainable tourism development, aiming to harmonize economic growth, environmental protection and improving the quality of community life. Based on the synthesis of domestic and international theoretical viewpoints, the article clarifies the concept of "green tourism" according to three pillars: protecting the natural environment, developing local communities and preserving indigenous culture. Based on that, the study analyzes the current status of green tourism implementation in Vietnam in recent times. Despite many efforts, the realization process still faces many challenges such as inadequate awareness, lack of synchronous planning, limited infrastructure and weak participation of local communities. The article points out a number of issues in both awareness and implementation, and proposes solutions to promote green tourism to become a core development strategy of Vietnam's tourism industry in the future. The research results contribute to providing scientific and practical arguments for policy making, thereby shaping a tourism development model in a comprehensive and sustainable direction.

Keywords: Local Community, Tourism, Green Tourism, Environment, Sustainable Development.

1. Introduction

Tourism is increasingly playing an important role, becoming a key economic sector of many countries, including Vietnam. However, besides the economic and social benefits that the tourism industry brings, the rapid development of tourism also brings many negative consequences to the environment and local communities [16]. Tourism development has potential negative impacts such as distorting the economic structure, degrading cultural values, or causing environmental pollution [15].

In this context, green tourism becomes an inevitable trend towards sustainable development. The public is increasingly concerned about the impacts of tourism on the environment and society, with a large number of tourists willing to pay more for sustainable tourism products, contributing to benefits for local communities [5]. This trend not only demonstrates the responsibility of tourists but also creates motivation for tourism businesses and management agencies to seek environmentally friendly tourism development models.

For Vietnam, adapting to climate change is not only a challenge but also opens up opportunities to implement green transformation, thereby enhancing the competitiveness of the economy. In response to the requirements of sustainable development, the Vietnamese tourism industry has gradually implemented green tourism models to exploit and use natural resources rationally, limiting negative impacts on the environment and local communities [19]. However, the implementation process also poses many challenges in terms of awareness, policy, and practice. Therefore, research on green tourism in the context of Vietnam is not only of scientific significance but also highly practical, contributing to proposing solutions to promote the sustainable development of the tourism industry in the future.

33. 2. Theoretical basis of "green tourism"

Tourism is a highly interdisciplinary and interregional socio-economic activity that brings about profound impacts on various aspects of life. According to Mill & Morrison, tourism is defined as an activity that takes place internationally, in which individuals cross national borders for leisure or business purposes, with a stay lasting from 24 hours to less than one year [13].

Chadwick also emphasized that tourism includes the activities of people moving out of their familiar living environment for a certain period of time, with the aim of experiencing through paying for services at the destination [4]. In the current context, the strong development of the tourism industry has raised many issues related to the environment and sustainability [14], thereby promoting the emergence of the concept of "green tourism".

Green tourism is a type of tourism that aims for sustainable development, focusing on minimizing negative impacts on the environment, protecting biodiversity, and promoting the use of renewable energy sources [11]. According to VietnamNew, green tourism is not limited to protecting nature but also encourages the development of environmentally friendly products and enhances cultural heritage [20]. This view is similar to the definition of Nguyen Thi Quynh Huong and Nguyen Van Hanh, when the two authors emphasize that green tourism aims at destinations with characteristic ecosystems, where human impact on the environment is minimized in order to preserve natural resources and local culture [16]. Meanwhile, Font & Tribe identifies green tourism as being associated with natural areas such as rivers, parks, forests, and green spaces, creating conditions for tourists to enjoy a clean environment, away from densely populated areas [9].

Doods and Joppe proposed four main aspects of green tourism: Firstly, responsibility towards the environment, including protecting, preserving and enhancing the value of nature to ensure the long-term sustainability of the ecosystem. Secondly, the long-term development of the local economy, through supporting businesses and communities to ensure sustainable economic development. Thirdly, cultural diversity, demonstrated through respect for and preservation of indigenous cultural values, while creating conditions for the development of diverse cultural expressions. Finally, green tourism also helps to enrich the experience of tourists through participation in nature tourism activities, interaction with local communities and learning about indigenous culture [7].

The development of green tourism brings many important benefits. According to Melanie Stroebel, green tourism plays an important role in environmental protection, through minimizing negative impacts on natural resources such as land, water, forests and wildlife. At the same time, this type of tourism also contributes to the preservation of local culture and heritage, helping to preserve traditional values in the context of globalization. Another benefit of green tourism is creating income and jobs for local communities, through people participating in tourism services, producing goods and guiding tourists. In addition, green tourism stimulates economic development by promoting the consumption of local products and services, from food and accommodation to traditional handicrafts. Furthermore, this type of tourism also raises tourists' awareness of environmental protection and local culture, creating unique tourism experiences close to nature [12].

However, to develop green tourism effectively, support from many sides is needed, including government policies, business participation, and tourist awareness. Factors such as green tourism services at destinations, green services at accommodation facilities, and green tourism programs of travel companies have a direct impact on tourists' green tourism choice behavior [10]. In the context of climate change and increasingly serious environmental problems, developing green tourism not only brings economic benefits but is also an important solution to ensure the sustainability of the tourism industry in particular and the living environment in general [17].

From the above analysis, a guiding concept for research can be summarized and proposed as follows: *Green tourism is a tourism development model oriented towards sustainability, based on environmental protection, preservation of local culture, and promotion of community livelihoods, through tourism activities, organization, and consumption that are environmentally friendly and socially equitable*. This concept emphasizes the role of relevant stakeholders (the state, businesses, communities, and tourists) in jointly creating and practicing a "green" tourism value chain – from product design, operation, consumption, to post-tourism impact management.

To clarify the conceptual structure of "sustainable green tourism," this article proposes three main arguments as follows:

First, protecting the natural environment: This is the fundamental principle of green tourism, encompassing behaviors and policies aimed at limiting pollution, conserving resources, preserving ecosystems, responding to climate change, and transitioning to renewable energy in tourism activities.

Second, developing local communities: Green tourism not only creates jobs for local people but also ensures their participation in decision-making, ownership rights, and benefits from tourism activities. This contributes to promoting social equity and reducing inequality between regions.

Third, preserving and promoting indigenous cultural values: Green tourism needs to be based on respecting, preserving, and promoting traditional values and local cultural identity, while avoiding the distortion, commercialization, or misrepresentation of the unique characteristics of the local community.

These three pillars are closely linked and need to be systematically integrated into the green tourism development strategy in Vietnam. Sustainable green tourism development cannot be achieved by focusing on a single element alone; it requires an integrated approach where each pillar plays an essential role. Therefore, clearly defining and analyzing each component of the green tourism model will be a crucial theoretical basis for assessing the current situation and proposing appropriate solutions in the following sections of this article.

Thus, from the concepts and perspectives summarized above, it can be seen that "green tourism," although defined in many different ways, revolves around three core pillars: protecting the natural environment, developing local communities, and preserving indigenous culture. However, there is still confusion in understanding "green tourism" with other concepts such as "ecotourism," "sustainable tourism," or "responsible tourism." This leads to difficulties in policy planning, establishing evaluation criteria, and implementing practices at the local level.

The author argues that "green tourism" should be approached not merely as an environmentally friendly form of tourism, but as a strategy for transforming the tourism development model towards greater inclusiveness and sustainability. A key element in this is the involvement of local communities from product design to operation and benefit sharing. Compared to traditional concepts, green tourism should now be understood as an integrated model combining environmental protection, social equity, and local economic growth—that is, a comprehensive "greening" of the entire tourism value chain, not just limited to products or destinations.

Furthermore, the article proposes considering "green tourism" as part of a circular economy development strategy in Vietnam's tourism sector, through encouraging recycling, energy saving, optimizing local resources, and promoting sustainable domestic consumption. This can be considered a new approach, not yet emphasized much in current research, but it is very suitable for the context of Vietnam implementing its national green growth and digital transformation strategy.

3. Research Approach and Methodology

This paper uses secondary document analysis to provide a general assessment of the research problem. This method allows for the synthesis, comparison, and analysis of available information to clarify the current situation, trends, and issues related to green tourism aimed at sustainable development in Vietnam. Sources are collected from reports of reputable domestic and international organizations, articles, and scientific research journals with high academic value. This ensures that the data used is up-to-date, accurate, and objective.

The research process includes the selection, classification, synthesis, and analysis of relevant documents. Documents are evaluated based on the reliability of the source, the research methods of the original author, and their relevance to the research topic. Furthermore, a comparative analysis of different studies highlights the similarities and differences in green tourism approaches in Vietnam compared to other countries, thereby drawing lessons learned and making appropriate recommendations.

In addition to document analysis, the article also uses a comprehensive and systematic approach to information synthesis to provide objective and highly theoretical assessments. Data cited from highly reliable sources will serve as the basis for building scientific arguments, supporting the evaluation of policies and practices for implementing green tourism in Vietnam.

4. Research Results

In the context of climate change, resource degradation and environmental pollution becoming global challenges, green tourism is emerging as an inevitable trend, contributing to environmental protection, promoting sustainable livelihoods and preserving local cultural identity [17]. Vietnam – with its rich natural and cultural advantages – has been gradually implementing the green tourism model as a strategic direction to ensure the sustainable development of the non-polluting industry [11]. The harmonious combination of economic benefits, environmental protection and improving the quality of life for local communities is becoming the focus in current tourism development policies and practices [14].

4.1. Environmental protection – A central requirement of green tourism development

The implementation of green tourism towards sustainable development in Vietnam has received great attention from management agencies, businesses and the community. According to TripAdvisor's survey, 34% of tourists are willing to pay more to stay at eco-friendly hotels and participate in sustainable tourism activities, while 50% of tourists are willing to spend more on companies that benefit the local community and conserve nature. Research by Green Destination also shows that over 60% of tourists are willing to pay more to experience green and responsible tourism [17]. These figures show the growing demand for green tourism, opening up great opportunities for Vietnam to develop in this direction.

The Vietnam Tourism Development Strategy to 2020, vision to 2030 continues to emphasize the goal of green growth with specific solutions. The application of technology in resource management, pollution control and promotion of green tourism is encouraged. Tourism businesses are recommended to use renewable energy and apply clean technologies to reduce greenhouse gas emissions [19]. The Government's concern for environmental protection and sustainability in tourism development is clearly demonstrated through these actions.

In addition, many practical efforts in Vietnam's tourism industry are also shown through many specific initiatives. On September 28, 2023, the Vietnam Tourism Association launched a competition to design a plastic waste management application to support management agencies and businesses in minimizing environmental pollution. Previously, on September 26, 2023, the Quang Nam Department of Tourism, in coordination with the World Wide Fund for Nature, organized the workshop "Responsible tourism associated with nature and wildlife conservation", attracting the participation of 24 businesses committed to protecting the ecosystem [1].

The Government also issued Resolution No. 82/NQ-CP dated May 18, 2023, assigning the Ministry of Culture, Sports and Tourism to implement the Green Tourism Action Program for the period 2023-2025, emphasizing the requirement to protect the environment at key destinations. Many localities have issued specific regulations to develop green tourism, including sustainable tourism models at accommodation facilities and ecotourism areas. For example, Can Tho city has implemented sustainable tourism initiatives at facilities such as Mekong Silt Ecolodge, which organizes workshops on environmental protection and sustainable dining experiences. Along with that, ecotourism tours such as sea turtle conservation in Con Dao, coral restoration in Phu Quoc, Nha Trang and Cu Lao Cham are increasingly attracting tourists [3].

It can be seen that environmental protection efforts in tourism development in Vietnam not only reflect global trends but also show positive changes in awareness and actions from the State to businesses. However, expanding the scale and strengthening quality control of green tourism models is still a problem that needs to be solved more comprehensively and effectively in the future.

4.2. Promoting Livelihoods and Participation of Local Communities

On an international level, World Tourism Day 2023 with the theme “Green Tourism and Investment” highlighted the commitment of 125 countries and territories to sustainable tourism development. Vietnam, with the participation of the Director General of the Vietnam National Administration of Tourism at this event, reaffirmed its commitment to green tourism development, in line with national strategies and projects [1].

In practice, tourism towards green and sustainable growth is not only an environmentally friendly development model but also opens up opportunities to improve livelihoods for local people through creating sustainable jobs, exploiting local values and promoting the role of the community as the main actors in the tourism value chain. Local people can directly participate in planning, building, implementing and managing tourism activities to develop the community and conserve and exploit tourism resources sustainably. Parallel to that, the community is the beneficiary of the majority of the profits obtained from tourism activities, controlling tourism resources and supporting tourists to have the opportunity to learn and raise their awareness when they have the opportunity to access the community tourism system in the living space of the destination [8]. From there, income is redistributed more equitably, contributing to poverty reduction, narrowing the development gap and improving the quality of life.

Along with that, the Vietnam Tourism Association actively encourages businesses to implement green transformation. The Vietnam International Tourism Fair (VITM Hanoi 2024) is organized with the theme "Vietnam Tourism - Green Transformation for Sustainable Development" to promote this trend. It is expected that by the end of 2025, Vietnam aims to welcome 25-28 million international tourists, with a domestic tourist growth rate of 8%-9%/year, contributing 8%-9% to GDP [3]. However, this goal is only achievable if the green tourism strategy is implemented effectively.

Finally, to ensure sustainable development, close coordination is needed among stakeholders – the state, businesses, communities, and social organizations – in building green infrastructure, preserving culture and nature, applying smart management technologies, and raising public awareness. Promoting livelihoods and community participation is not only a necessary element but also a pillar ensuring an inclusive, equitable, and sustainable green tourism in Vietnam.

4.3. Preserving and promoting indigenous cultural values in tourism activities

According to the Vietnam Tourism Development Strategy to 2020, with a vision to 2030, green tourism is not only linked to environmental protection and natural resources but must also go hand in hand with preserving and promoting indigenous cultural values. This is clearly demonstrated through the themes of recent National Tourism Year such as “Quang Nam - Green

Tourism Destination" (2022) and "Binh Thuan - Green Convergence Point" (2023) [1], which emphasize the role of local cultural identity as a core asset to create sustainable attractiveness for tourism destinations.

In reality, many tourism products today are exploiting local cultural elements as an indispensable part of tourists' experience journeys. Programs such as "Memories of Hoi An", "Legend of the Fishing Village", or "Essence of Northern Vietnam" have shown the ability to transform traditional cultural values into unique tourism products, contributing to the preservation of performing arts, customs and community life [3]. However, besides the positive aspects, if there is no clear direction and appropriate protection mechanism, the commercialization of heritage can lead to distortion and the erosion of original values. The implementation of green tourism in localities such as Quang Nam, which has pioneered the application of green tourism criteria for accommodation, travel and tourist attractions, with 25 businesses certified as green tourism businesses [19], is opening up a more comprehensive approach. In which, criteria on socio-cultural factors, such as using local labor, preserving traditional festivals, honoring handicrafts, costumes, folk cuisine… are considered important indicators to assess the sustainability of a tourism model [8].

In particular, local communities need to be placed at the center of the process of building and operating tourism activities. They are not only the "keepers of the soul" of local culture but also creative subjects, contributing to enriching tourism products with traditional knowledge and skills [18]. Organizing training courses and raising awareness among people about heritage values and their role in green tourism development is essential.

However, some challenges are emerging such as: cultural assimilation due to mass tourism development; lack of investment resources for the preservation of intangible heritage; and dependence on external investors without a mechanism to ensure benefits for local people [6]. This requires a synchronized and consistent policy from the central to local levels, prioritizing public-private-community (3P) cooperation models in tourism development linked to cultural preservation.

In short, for green tourism to truly be a sustainable path, local culture must be viewed not only as a "tourism product" but also as the soul of the destination. Preserving and promoting local cultural values not only helps to position the Vietnamese tourism brand but also contributes significantly to building a comprehensive tourism development model that harmonizes people, the environment, and culture.

Therefore, it can be seen that implementing green tourism in Vietnam is a necessary step to harmonize economic development, environmental protection, and the maintenance of cultural diversity. The initial achievements reflect the active involvement of the State, businesses, and the community. However, to ensure truly sustainable green tourism, continued in-depth investment in infrastructure, capacity building for local people, and improved support policies are necessary. In addition, building a national brand for green tourism is a key factor for Vietnam to enhance its position on the international tourism map. Most importantly, each green destination should not only be a tourist choice but also a symbol of responsible development in the new era.

36. 5. Discussion

Based on the theoretical framework of green tourism with its three main pillars – protecting the natural environment, developing local communities, and preserving indigenous culture – as well as the current implementation in Vietnam, several key issues facing the promotion of green tourism towards sustainable development can be identified as follows:

Firstly, the lack of consensus in understanding and defining "green tourism" leads to inadequacies in policy and practical implementation. As analyzed in Part 2, "green tourism" is often confused with or equated with concepts such as "ecotourism", "responsible tourism", or "sustainable tourism". This makes it difficult for localities and businesses to determine

criteria, standardize products and development roadmaps. For example, many destinations only stop at “greening” the landscape or using recycled materials, without synchronously integrating the three green pillars in the entire tourism value chain. According to UNDP's perspective, the green transformation process in tourism in Vietnam needs to focus on several issues such as green planning, effective destination management, plastic-free tourism and low-carbon tourism, and nature-based sustainable tourism [19].

Secondly, green tourism in Vietnam currently lacks a multi-sectoral coordination mechanism and genuine participation of local communities. Although community involvement is a key factor in ensuring sustainability, in some regions across the country, the role of local people in the design, development, and benefiting from green tourism products remains unclear. This contradicts the theoretical requirement stated in Part 2, where "community involvement from the outset" is a prerequisite for ensuring inclusiveness and social equity. To ensure that local communities truly become the center of green tourism development, it cannot be limited to mere "formal participation," but rather requires creating conditions for their substantive participation in the planning, product development, monitoring, and benefiting processes. This necessitates clear legal mechanisms to guarantee participation rights, along with policies supporting technical assistance, training in tourism management skills, digital communication, foreign languages, and resource protection. Promoting cooperative models between businesses and communities in a "win-win" direction is also an important solution to improve livelihood efficiency and ensure long-term benefits for people.

Thirdly, the lack of green governance capacity and environmentally friendly technology is a major barrier. As green tourism theory has shown, the application of green technology, renewable energy and emission reduction measures is essential to achieve environmental protection goals. However, most accommodation and tourism service establishments in Vietnam, especially in rural or remote areas, are not equipped with the skills and resources to implement these solutions. As a result, green tourism has not really created outstanding or different added value compared to conventional tourism models [20]. Therefore, many businesses believe that there is a need for priority programs to support businesses and travel agencies in developing green tourism in terms of capital, knowledge, capacity building, and encouragement of training human resources for this sector.

Fourth, there is a lack of appropriate evaluation criteria and monitoring systems. Although green tourism is associated with many aspects such as environment, culture and community, there is currently no specific national criteria to quantify the level of "greenness" of a destination or product. This makes it difficult for state management, as well as promoting Vietnam's green tourism brand to the international market. Meanwhile, successful models around the world have set clear standards and certification systems to build trust with tourists and encourage businesses to upgrade services in a sustainable direction.

Fifth, the awareness of tourists and businesses is still limited. Many tourists still prioritize low prices or convenience over considering environmental and cultural factors when choosing products. Similarly, many small businesses do not really understand the long-term benefits of switching to a green model, leading to a reluctance to change or simply following the trend [20]. The lack of strategic communication campaigns, as well as technical support to enhance the capacity of businesses and local people, has resulted in the untapped potential of green tourism.

These issues highlight the need to further refine the theory and practice of green tourism through an integrated approach: focusing not only on the "green" aspects of landscapes or technology, but also ensuring "green" social structures, governance models, and consumer behavior. Promoting a green tourism ecosystem in Vietnam requires synchronized coordination between the state, businesses, communities, and tourists, aiming for comprehensive "greening" of the tourism industry in the era of digital transformation and green growth.

37. 6. Conclusion

Green tourism is becoming an inevitable trend in the context of modern tourism development, especially in countries facing increasing pressure from climate change, resource degradation, and unbalanced development. In Vietnam, promoting green tourism is not only a practical requirement but also a long-term strategy to achieve sustainable development goals.

From a theoretical perspective, green tourism is a model that integrates environmental protection, local community development, and the preservation of indigenous culture. These three pillars are not separate but closely linked, forming the foundation for the comprehensive "greening" of the tourism value chain – from product design and service organization to consumption and post-tourism impact management. At the same time, green tourism needs to be viewed as part of the circular economy strategy, consistent with the nation's green growth and digital transformation orientation.

Practical implementation in Vietnam shows that many localities have made positive strides in developing green tourism, such as applying environmentally friendly technologies, developing community-based tourism products, and preserving distinctive cultural values. However, this process still faces many limitations, such as inconsistent understanding among management levels, lack of coordinated policies, limited community capacity, and a lack of specific criteria for evaluating "green" tourism activities.

Therefore, to develop effective and substantive green tourism in Vietnam, a comprehensive policy ecosystem is needed, including: raising awareness among both tourists and tourism professionals; designing a clear legal framework and evaluation criteria; providing technical and financial support for green tourism initiatives; and especially empowering and creating opportunities for local communities to participate deeply in the tourism value chain.

Green tourism cannot be a short-term movement, but needs to become a long-term strategic direction, based on an integrated approach between the economy, society, and environment. With its diverse natural and cultural conditions and a national policy increasingly focused on green growth, Vietnam has the full potential to become a shining example of green tourism development in the region and the world.

References

[1] Báo Nhân dân. (2023). Green and sustainable tourism: Vietnam’s consistency. Retrieved from https://en.nhandan.vn/green-and-sustainable-tourism-vietnams-consistency-post130009.html

[2] Bộ Văn hóa, thể thao và du lịch. (2014). Du lịch Việt Nam: Thực trạng và giải pháp phát triển. Tổng cục du lịch.

[3] Cổng thông tin điện tử tỉnh Cần Thơ. (2025). Vietnam aims for green, sustainable tourism development. Retrieved from https://www.cantho.gov.vn/wps/portal/home/en/detail/news-and-events/vietnam+aims+for+green%2C+sustainable+tourism+development

[4] Chadwick, R. A. (1994). Concepts, definitions, and measures used in travel and tourism research. In J. R. Goeldner, Travel, tourism, and hospitality research: A handbook for managers and researchers (p. 66). New York: John Wiley.

[5] Cheng, J.C.H., Chiang, A.H., Yuan, Y., Huang. M.Y. (2018). Exploring Antecedents of green tourism behaviors: a case study in suburban areas of Taipei, Taiwan. Sustainability (Switzerland), 10(6).

[6] Diệp Anh. (2023). Bảo tồn và phát triển di sản văn hóa là nhiệm vụ then chốt. Retrieved from Báo điện tử Chính phủ: https://baochinhphu.vn/bao-ton-va-phat-trien-di-san-van-hoa-la-nhiem-vu-then-chot-102230223171214816.htm

[7] Dodds, R., Joppe, M. (2001). Promoting urban green tourism: the development of the other map of Toronto. Journal of Vacation Marketing, 7(3), 261-267.

[8] Cương, Đ.M. (2023). Phát triển du lịch cộng đồng theo xu hướng tăng trưởng xanh và bền vững - Bài học kinh nghiệm của Quảng Ninh. Tạp chí khoa học Đại học Hạ Long (11), 13-28.

[9] Font, X., Tribe, J. (2001). Promoting green tourism: the future of Environmental awards. International Journal of Tourism Research (3).

[10] Hunecke, M., Blobaum, A., Matthies, E., Hoger, R. (2001). Responsibility and environment: ecological norm orientation and external factors in the domain of travel mode choice behavior. Environmentand Behavior, 33(6), 830-852.

[11] Hương Vy. (2024). Du lịch xanh – "chìa khóa" để phát triển du lịch bền vững. Tạp chí Kinh tế và Dự báo, https://kinhtevadubao.vn/du-lich-xanh-chia-khoa-de-phat-trien-du-lich-ben-vung-28213.html.

[12] Melanie Stroebel. (2015). Tourism and the green economy: Inspiring or averting change? Third World Quarterly, 36(12), 2225-2243.

[13] Mill, R. C., & Morrison, A. M. (1998). The tourism system. Iowa: Kendall.

[14] Nguyên Hằng. (2014). Phát triển du lịch có trách nhiệm với môi trường và xã hội. Tạp chí Môi trường (1).

[15] Liên, N.T.K. (2021). Kinh nghiệm quốc tế về quản lý phát triển du lịch có trách nhiệm tại Việt Nam. Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Trường Đại học Công Nghiệp Hà Nội, 2(57).

[16] Hương, N.T.Q, Hạnh, N.V. (2023). Các yếu tố ảnh hưởng đến điều kiện phát triển du lịch xanh tại Ninh Bình. Tạp chí Kinh tế và Dự báo (12), 55-58.

[17] Trang, N.T. (2023). Phát triển du lịch xanh ở Việt Nam: Thực trạng và giải pháp phát triển bền vững. Tạp chí Công thương (10), 222-227.

[18] Khánh, N.T. (2023). Phát triển du lịch gắn với bảo tồn, phát huy các giá trị văn hóa, bảo vệ môi trường, thúc đẩy sự phát triển bền vững trong bối cảnh mới. Tạp chí Cộng sản, https://www.tapchicongsan.org.vn/web/guest/kinh-te/-/2018/828175/phat-trien-du-lich-gan-voi-bao-ton%2C-phat-huy-cac-gia-tri-van-hoa%2C-bao-ve-moi-truong%2C-thuc-day-su-phat-trien-ben-vung-trong-boi-canh-moi.aspx#.

[19] Tourism Information Technology Center. (2024). Vietnam tourism towards green transition for sustainable development. Retrieved from Vietnam National authority of tourism: https://vietnamtourism.gov.vn/en/post/19850

[20] VietnamNew. (2024). Green tourism in the Mekong Delta needs unique products from each province. Retrieved from https://vietnamnews.vn/life-style/1663764/green-tourism-in-the-mekong-delta-needs-unique-products-from-each-province.html

KLİNİK OLMAYAN ÖRNEKLEMDE KİŞİLİK İNANÇLARI VE KARAR VERME STİLLERİ

Gaye ÖZEN AKIN
Kırklareli University, Faculty of Science & Letters, Department of Psychology, 39100 Kayalı, Kırklareli
ORCID: 0000-0003-2702-5948

ÖZET
Bu araştırmanın amacı, klinik olmayan bir örneklemde akılcı ve sezgisel karar verme stilleri ile kişilik inançları arasındaki ilişkileri incelemektir. Çalışmaya, psikiyatrik tanısı bulunmayan ve yaşları 18–31 arasında değişen 337 üniversite öğrencisi (Ort. = 19.8, SS = 2.3; 284 kadın, 53 erkek) katılmıştır. Karar verme stilleri, akılcı (rasyonel) ve sezgisel karar verme alt boyutlarını içeren Akılcı ve Sezgisel Karar Verme Stilleri Ölçeği ile değerlendirilmiştir. Kişilik inançları ise çekingen, bağımlı, pasif-agresif, antisosyal, narsisistik, histriyonik, obsesif-kompulsif, şizoid, paranoid ve borderline alt boyutlarından oluşan Kişilik İnanç Ölçeği Kısa Formu ile ölçülmüştür. Veriler Pearson korelasyon ve çoklu doğrusal regresyon analizleri ile incelenmiştir. Korelasyon analizi sonuçları, akılcı karar verme stilinin obsesif-kompulsif ve şizoid kişilik inançlarıyla pozitif yönde, bağımlı, histriyonik ve borderline kişilik inançlarıyla ise negatif yönde ve anlamlı düzeyde ilişkili olduğunu göstermiştir. Buna karşın, sezgisel karar verme stilinin çekingen, bağımlı, pasif-agresif, antisosyal, narsisistik, histriyonik ve borderline kişilik inançlarıyla pozitif ve anlamlı ilişkiler gösterdiği bulunmuştur. Çoklu regresyon analizi sonuçları, histriyonik ve borderline kişilik inançlarının akılcı karar verme eğilimini anlamlı biçimde yordayarak azalttığını; obsesif-kompulsif ve şizoid kişilik inançlarının ise bu eğilimi anlamlı düzeyde artırdığını ortaya koymuştur. Ek olarak, çekingen kişilik inançlarının sezgisel karar verme eğilimini anlamlı bir biçimde artırdığı belirlenmiştir. Sonuçlar, karar verme stillerinin kişilik inançlarıyla ilişkili olabileceğini göstermekte ve bu alandaki önceki bulguları genişletmektedir. Bu doğrultuda çalışma, karar verme ve kişilik ilişkisine odaklanan araştırmalarda kişilik inançlarının da dikkate alınmasının hem kuramsal hem de uygulamalı çalışmalara katkı sağlayabileceğini göstermektedir.
Anahtar Kelimeler: Kişilik inançları, akılcı karar verme, sezgisel karar verme

PERSONALITY BELIEFS AND DECISION-MAKING STYLES IN A NON-CLINICAL SAMPLE

ABSTRACT
The aim of this study was to examine the relationships between rational and intuitive decision-making styles and personality beliefs in a non-clinical sample. The study included 337 (284 female, 53 male) university students aged between 18 and 31 years (M = 19.8, SD = 2.3), none of whom had a psychiatric diagnosis. Decision-making styles were assessed using the Rational and Intuitive Decision-Making Styles Scale, which includes rational and intuitive subdimensions. Personality beliefs were measured using the short form of the Personality Belief Questionnaire, which consists of avoidant, dependent, passive-aggressive, antisocial, narcissistic, histrionic, obsessive-compulsive, schizoid, paranoid, and borderline subscales. Data were analyzed using Pearson correlation and multiple linear regression analyses. Correlation analysis results showed that rational decision-making style was positively associated with obsessive-compulsive and schizoid personality beliefs, whereas it was negatively and significantly associated with dependent, histrionic, and borderline personality beliefs. In contrast, intuitive decision-making style was found to be positively and significantly related to avoidant, dependent, passive-aggressive, antisocial, narcissistic, histrionic, and borderline personality beliefs. The multiple regression analysis results indicated that histrionic

and borderline personality beliefs significantly predicted and decreased the tendency toward rational decision-making, whereas obsessive-compulsive and schizoid personality beliefs significantly increased this tendency. Additionally, avoidant personality beliefs were found to significantly increase the tendency toward intuitive decision-making. The results indicate that decision-making styles may be associated with personality beliefs and extend previous findings in this area. Accordingly, the study demonstrates that taking personality beliefs into account in research focusing on the relationship between decision-making and personality may contribute to both theoretical and applied work.
Keywords: Personality beliefs, rational decision-making, intuitive decision-making

1. INTRODUCTION

Decision-making is a fundamental cognitive process that involves selecting one option from multiple alternatives and plays a central role in everyday functioning, interpersonal behavior, and broader psychological adjustment (Eysenck & Mark, 2010, p. 630). Contemporary models often describe decision-making through the dual-process theory, distinguishing between slow, effortful analytical reasoning and fast, automatic, affect-driven intuitive reasoning (Evans & Over, 1996; Evans & Stanovich, 2013; Kahneman, 2003, Kahneman, 2011). This distinction parallels cognitive experiential self-theory, which posits that individuals differ in their preference for rational processing, defined as deliberative and rule-based, versus experiential processing, defined as intuitive and affective (Epstein, 1991, 1994; Pacini & Epstein, 1999). Consistent with this framework, research conceptualizes rational and intuitive decision-making styles as relatively stable patterns: rational decision-making typically involves systematic information evaluation, whereas intuitive decision-making reflects reliance on affective cues and spontaneous judgment (Hamilton et al., 2016).

Beyond general cognitive tendencies, clinical evidence also indicates that decision-making may differ according to personality-related cognitive patterns. Leahy (2002) examined decision-making characteristics across individuals with different personality disorder profiles and demonstrated that each profile is associated with distinct patterns of reasoning, information demands, and responses to uncertainty. Individuals with avoidant and dependent personality characteristics tended to rely on reassurance seeking and consensus building before making decisions, reflecting low perceived self-efficacy and high sensitivity to negative outcomes. Those with obsessive-compulsive, paranoid, and narcissistic personality traits showed elevated demands for certainty and extensive information gathering, accompanied by cautious and often prolonged or hesitant decision-making strategies. In contrast, individuals with histrionic and antisocial personality characteristics were more likely to engage in risk-taking and impulsive decision-making, marked by low frustration tolerance and reduced persistence. Collectively, these findings suggest that decision-making processes can be shaped by underlying maladaptive personality belief systems that influence how individuals evaluate risk, uncertainty, and potential outcomes.

Similarly, Dimaggio et al. (2006) argued that impairments in mentalization, self-reflection, and schema-driven processing may contribute to rigid and inflexible decision-making strategies when evaluating choices. Bathory (2015) further observed that personality pathology is associated with maladaptive relational decision patterns characterized by avoidance, impulsivity or excessive control. Although these findings originate from clinical samples, they highlight a theoretical pathway linking dysfunctional personality-related cognitive and interpersonal mechanisms to decision behavior.

Within cognitive theory, personality disorders are understood as enduring patterns of maladaptive core beliefs that guide how individuals interpret themselves, others and interpersonal situations (Beck, 1996). For example, avoidant tendencies may reflect beliefs such as “I am socially inadequate,” whereas paranoid tendencies may correspond to

assumptions such as “Others cannot be trusted” (Bhar et al., 2012). Notably, Bhar et al. (2012) demonstrated that personality beliefs are observable in both clinical and non-clinical samples, suggesting that such cognitive patterns may manifest at varying levels of intensity even among individuals without a formal diagnosis.

Recent findings show that personality beliefs are also relevant to psychological functioning in non-clinical individuals. For instance, Akyunus & Gençöz (2017) found that dysfunctional personality beliefs predicted affective experiences: avoidant, dependent, and borderline-related beliefs were associated with higher negative affect, whereas antisocial, histrionic, narcissistic, and obsessive–compulsive beliefs were associated with higher positive affect. Further evidence demonstrates that several dysfunctional personality beliefs are also linked to interpersonal functioning (Akyunus & Gençöz, 2019) and emotional intelligence (Maden, 2025). In sum, these findings suggest that personality-related cognitive patterns can operate as psychological structures beyond formal diagnosis.

Despite increasing evidence linking personality-related processes to decision-making, it remains unclear whether these personality beliefs are associated with differences in decision-making styles, particularly within non-clinical populations. Accordingly, the present study investigates the relationships between subclinical dysfunctional personality beliefs and rational and intuitive decision-making styles. Rational decision-making was expected to be associated with avoidant, dependent, obsessive–compulsive, narcissistic, paranoid and schizoid personality beliefs. In contrast, intuitive decision-making was expected to be associated with antisocial, histrionic, passive–aggressive and borderline personality beliefs.

2. METHOD

2.1. Participants

A total of 337 undergraduate students participated in the study. Participants were between 18 and 31 years old (M = 19.82, SD = 2.27). The sample consisted of 284 women (84.3%) and 53 men (15.7%). The inclusion criteria required that participants have no self-reported history of psychological disorders.

2.2. Materials

2.2.1. Demographic Information Form

A brief demographic form was developed for the study to collect information regarding participants’ age, gender, and history of psychiatric diagnosis.

2.2.2. Rational and Intuitive Decision-Making Styles Scale

The Rational and Intuitive Decision-Making Styles Scale was originally developed by Hamilton et al. (2016) and adapted into Turkish by İme et al. (2020). The scale assesses individuals’ tendencies to rely on rational or intuitive processing during decision-making. Rational decision-making reflects a slow, deliberate, and analytical style characterized by the systematic evaluation of alternatives. In contrast, intuitive decision-making refers to a faster and emotionally guided process based on affective cues and implicit reasoning. The scale consists of 10 items, comprising two subscales: rational decision-making and intuitive decision-making. In this study, internal consistency coefficients (Cronbach’s alpha) were .75 for the total scale, .85 for the rational decision-making subscale, and .83 for the intuitive decision-making subscale. Items are rated on a 5-point Likert scale ranging from 1 = never to 5 = always. Higher scores indicate greater use of the corresponding decision-making style.

2.2.3. Personality Belief Questionnaire – Short Form

The Personality Belief Questionnaire (PBQ) was originally developed by Beck & Beck (1991) as a 126-item measure assessing dysfunctional beliefs associated with personality pathology. The 65-item short form of the scale was developed by Butler et al. (2007). The Turkish adaptation used in the present study is based on the expanded short form standardized by Bilge & Bilge (2019), which includes belief domains corresponding to avoidant, dependent, passive–aggressive, obsessive–compulsive, antisocial, narcissistic, histrionic, schizoid, paranoid, and

borderline personality patterns. In the present sample, the Cronbach's alpha coefficient for the total score was .93, and those for the subscales ranged from .64 to .83. Items are rated on a 5-point Likert scale (0 = not at all to 4 = completely), with higher scores indicating stronger endorsement of the corresponding personality beliefs.

2.3. Procedure

Ethical approval for the study was obtained from the Scientific Research and Publication Ethics Committee of Kırklareli University Rectorate. After providing informed consent, participants completed the Demographic Information Form, the Rational and Intuitive Decision-Making Styles Scale, and the Personality Belief Questionnaire–Short Form. The procedure took approximately 10 minutes to complete.

2.4. Data Analysis

Normality assumptions were checked using skewness and kurtosis values, which were all within the acceptable ±2 range (see Table 1), supporting the use of parametric tests. Relationships between variables were examined using Pearson correlation analysis, and multiple regression models were conducted to identify predictors of each decision-making style. All analyses were carried out using IBM SPSS Statistics 27.

3. RESULTS

3.1. Descriptive Statistics and Correlations

A total of 337 participants were included in the analyses. The sample consisted of 284 women (84.3%) and 53 men (15.7%). Participants' ages ranged from 18 to 31 years (M = 19.82, SD = 2.27). Means, standard deviations, and correlations among all variables are presented in Table 1. Correlation analyses showed that rational decision-making was positively associated with obsessive–compulsive and schizoid personality beliefs, whereas it was negatively associated with dependent, histrionic, and borderline personality beliefs. In contrast, intuitive decision-making was positively associated with avoidant, dependent, passive-aggressive, antisocial, narcissistic, histrionic, and borderline personality beliefs.

Table 1. Descriptive statistics and Pearson correlation results

Variables	Mean	SD	Min.-Max.	Skew. (SE = .13)	Kurt. (SE = .27)	1.	2.
1. RDM	20.0	3.6	5-25	-0.873	0.750	-	-
2. IDM	15.2	3.8	5-25	0.116	-0.235	-	-
3. Avoidant	13.1	4.7	2-28	0.273	-0.600	.10	.20**
4. Dependent	7.5	4.7	0-28	0.896	0.762	-.19**	.11*
5. Passive-Aggressive	12.3	4.6	2-28	0.309	-0.216	-.02	.16**
6. Obsessive-Compulsive	12.4	4.9	1-28	0.267	0.049	.16**	.06
7. Antisocial	10.7	5.2	1-28	0.477	0.152	.07	.14**
8. Narcissistic	8.3	4.4	0-28	0.926	1.339	-.04	.13*
9. Histrionic	7.2	5.2	0-28	0.853	0.514	-.24**	.14*
10. Schizoid	13.4	5.0	1-28	0.306	-0.255	.19**	.01
11. Paranoid	11.4	5.7	0-28	0.225	-0.366	.10	.10
12.Borderline	8.9	4.4	1-28	0.965	1.599	-.15**	.11*

*$p < .05$, **$p < .001$ (2-tailed). RDM = Rational Decision-making, IDM = Intuitive Decision-making.

3.2. Predictive Statistics

Two multiple regression analyses using the stepwise method were conducted to examine whether personality beliefs predicted decision-making styles. The first model predicting rational decision-making was significant, $F_{(4, 332)} = 15.55$, $p < .001$, explaining 15.8% of the variance. Histrionic ($\beta = –.24$, $p < .001$) and borderline personality beliefs ($\beta = –.19$, $p = .005$) significantly negatively predicted rational decision-making, whereas obsessive–compulsive ($\beta = .27$, $p < .001$) and schizoid beliefs ($\beta = .15$, $p = .009$) were positive predictors. The second regression model predicting intuitive decision-making was also significant, $F_{(1, 335)} = 13.76$, $p < .001$, accounting for 3.9% of the variance. In this model, avoidant personality beliefs emerged as the only significant predictor, positively predicting intuitive decision-making ($\beta = .20$, $p < .001$).

4. DISCUSSION AND FUTURE DIRECTIONS

The present study examined whether dysfunctional personality beliefs predict rational and intuitive decision-making styles in a non-clinical sample. The findings revealed distinct relationships between specific personality belief patterns and decision tendencies. Rational decision-making was positively predicted by obsessive–compulsive and schizoid beliefs, whereas histrionic and borderline beliefs negatively predicted this style. In contrast, avoidant beliefs emerged as a significant positive predictor of intuitive decision-making. These results suggest that decision-making tendencies may be shaped by underlying dysfunctional personality belief systems even among individuals without psychiatric diagnoses. In this respect, the current findings extend previous research by suggesting that specific personality beliefs may be associated with decision-making preferences.

The findings parallel several theoretical and clinical observations described by Leahy (2002), who proposed that individuals with different personality disorder profiles exhibit characteristic decision-making strategies shaped by maladaptive cognitive assumptions. Within Leahy's framework, obsessive–compulsive profiles are characterized by cautious, controlled, and information-demanding decision strategies, which is consistent with the positive association between obsessive–compulsive beliefs and rational decision-making observed in the present study. Although schizoid personality characteristics were not discussed by Leahy, the present study identified a positive association between schizoid personality beliefs and rational decision-making. Given that schizoid characteristics involve emotional detachment and interpersonal distance, such features may facilitate more controlled and analytical decision-making in non-clinical samples. Finally, the negative association between rational decision-making and borderline and histrionic beliefs aligns with Leahy's descriptions of emotionally reactive, impulsive, and impression-driven decision tendencies. Although avoidant personality characteristics were primarily associated with hesitation, risk aversion, and high information demands in Leahy's work, the current findings suggest that, in non-clinical samples, avoidant beliefs may also be linked to greater reliance on affect-based intuitive decision processes.

An important observation is that rational and intuitive decision-making styles were predicted by distinct belief domains rather than a common underlying factor. Additionally, several belief patterns such as dependent, passive-aggressive, antisocial, narcissistic and paranoid did not predict either decision-making style. This suggests that personality beliefs may exert domain-specific influences on decision-making and highlights the importance of examining dysfunctional belief structures, along with broad personality traits, when investigating individual differences in decision-making.

Several limitations should be considered. The sample consisted of female and young adults, which may limit the generalizability of the findings. Future research should replicate the present study using more diverse demographic groups and examine whether similar patterns emerge across different cultural contexts, developmental stages, and educational levels. Including

clinical samples diagnosed with personality disorders may allow direct comparisons between clinical and subclinical dysfunctional belief structures and their associations with other cognitive processes. Moreover, longitudinal, experimental, or behavioral task-based approaches could help clarify whether these beliefs influence decision-making under specific conditions, such as ambiguity, time pressure, or emotional arousal, thereby deepening understanding of how personality belief systems guide reasoning pathways.

5. CONCLUSION

This study demonstrated that specific dysfunctional personality beliefs may contribute to individual differences in decision-making tendencies in a non-clinical population. Integrating personality belief frameworks into future research may therefore deepen theoretical insight into decision processes and support the development of more nuanced applications in both clinical and non-clinical contexts. Moreover, future experimental research on thinking and decision-making processes may benefit from controlling for dysfunctional personality beliefs or ensuring their balanced distribution across experimental and control groups, as these belief patterns may function as confounding variables in studies of higher-order cognitive processes.

6. REFERENCES

Akyunus, M., & Gençöz, T. (2017). Dysfunctional personality beliefs in relation to positive and negative affect: Support for the cognitive model of personality disorders. *International Journal of Cognitive Therapy*, *10*(1), 47–61. https://doi.org/10.1521/ijct.2017.10.1.47

Akyunus, M., & Gençöz, T. (2019). The distinctive associations of interpersonal problems with personality beliefs within the framework of cognitive theory of personality disorders. *Journal of Rational-Emotive & Cognitive-Behavior Therapy*, *38*(1), 26–43. https://doi.org/10.1007/s10942-019-00322-6

Bathory, D. S. (2015). Personality, relationships, and decision making with relational dynamics: personality and relational dynamics. *International Journal of Applied Behavioral Economics*, *4*(4), 52–74. https://doi.org/10.4018/978-1-5225-0159-6.ch061

Beck, J. S. (1996). Cognitive therapy of personality disorders. In P. M. Salkovskis (Ed.), *Frontiers of cognitive therapy* (pp. 165–181). The Guilford Press.

Beck, A. T., & Beck, J. S. (1991). *The personality belief questionnaire.* Unpublished assessment instrument. The Beck Institute for Cognitive Therapy and Research, Bala Cynwyd, Pennsylvania.

Bhar, S. S., Beck, A. T., & Butler, A. C. (2012). Beliefs and personality disorders: An overview of the personality beliefs questionnaire. *Journal of Clinical Psychology*, *68*(1), 88–100. https://doi.org/10.1002/jclp.20856

Bilge, Y., & Bilge, Y. (2019). Kişilik inanç ölçeği kısa formunun Türk toplum örnekleminde geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Bilişsel Davranışçı Psikoterapi ve Araştırmalar Dergisi*, *8*(1), 7–15. https://doi.org/10.5455/JCBPR.299864

Butler, A. C., Beck, A. T., & Cohen, L. H. (2007). The personality belief questionnaire-short form: Development and preliminary findings. *Cognitive Therapy and Research*, *31*(3), 357–370. https://doi.org/10.1007/s10608-006-9041-x

Dimaggio, G., Semerari, A., Carcione, A., Procacci, M., & Nicolo, G. (2006). Toward a model of self pathology underlying personality disorders: Narratives, metacognition, interpersonal cycles and decision-making processes. *Journal of Personality Disorders*, *20*(6), 597–617. https://doi.org/10.1521/pedi.2006.20.6.597

Epstein, S. (1994). Integration of the cognitive and the psychodynamic unconscious. *American Psychologist*, *49*(8), 709.

Evans, J. S. B. T., & Over, D. E. (1996). Rationality in the selection task: Epistemic utility versus uncertainty reduction. *Psychological Review*, *103*(2), 356–363. https://doi.org/https://doi.org/10.1037/0033-295X.103.2.356

Evans, J. S. B. T., & Stanovich, K. E. (2013). Dual-process theories of higher cognition. *Perspectives on Psychological Science*, *8*(3), 223–241. https://doi.org/10.1177/1745691612460685
Eysenck, M. W., & Mark, T. K. (2010). *Cognitive psychology a student's handbook* (6th ed.). Psychology Press.
Hamilton, K., Shih, S., Mohammed, S., Hamilton, K., Shih, S., & The, S. M. (2016). The development and validation of the rational and intuitive decision styles scale. *Journal of Personality Assessment*, *98*(5), 523–535. https://doi.org/10.1080/00223891.2015.1132426
İme, Y., Kalı Soyer, M., & Keskinoğlu, M. Ş. (2020). Akılcı ve sezgisel karar verme stilleri ölçeğinin Türkçeye uyarlanması. *OPUS International Journal of Society Researches*, *16*(Eğitim ve Toplum Özel sayısı), 5995–6013. https://doi.org/10.26466/opus.720827
Kahneman, D. (2003). A perspective on intuitive judgment and choice: Maps of bounded rationality. *American Psychologist*, *58*, 597–720.
Kahneman, Daniel. (2011). *Thinking, fast and slow*. Farrar, Straus and Giroux.
Leahy, R. L. (2002). Decision making and personality disorders. *Journal of Cognitive Psychotherapy*, *16*(2), 209.
Maden, Ö. (2025). Is the development of personality beliefs associated with levels of childhood traumas and emotional intelligence? A prospective cross-sectional analysis. *BMC Psychiatry*, *25*(1), 993. https://doi.org/10.1186/s12888-025-07395-x
Pacini, R., & Epstein, S. (1999). The relation of rational and experiential information processing styles to personality, basic beliefs, and the ratio-bias phenomenon. *Journal of Personality and Social Psychology*, *76*(6), 972–987. https://doi.org/https://doi.org/10.1037/0022-3514.76.6.972

OPERA ŞARKICILIĞININ TARİHSEL EVRİMİ VOKAL ESTETİKTEN SAHNE GERÇEKLİĞİNE

Dr. Öğr. Üyesi Funda YAZIKSIZ
Ankara Music and Fine Arts University, Faculty of Music and Performing Arts, Department of Performing Arts, Opera Department, 06550 Çankaya, Ankara
ORCID: 0000-0003-4622-9807

ÖZET
Bu makale, opera şarkıcılığının 17. yüzyıldan günümüze uzanan tarihsel evrimini, vokal estetik anlayışlarından sahne gerçekliğine kadar uzanan çok katmanlı bir perspektifle incelemektedir. Çalışma, erken Barok dönemden bel canto ve romantik döneme, 20. yüzyıl modernizmine ve postmodern yönetmen tiyatrosuna kadar olan ana dönemselleştirmeyi takip ederek vokal teknik, pedagogik yaklaşımlar, repertuar değişimleri, teknolojik gelişmeler ve performans estetiğinin etkileşimini değerlendirmektedir. Ayrıca reprezentatif örnekler (Monteverdi, Farinelli, Rossini, Verdi, Wagner, Callas, Pavarotti vb.) üzerinden vokal taleplerin nasıl değiştiği, vokal fäch sisteminin ortaya çıkışı ve sahne oyunculuğunun vokal performansla bütünleşmesi tartışılmaktadır. Çalışma, tarihsel kaynaklar, müzikolojik literatür, vokal pedagojisi çalışmaları ve çağdaş performans analizleri üzerine kuruludur. Sonuç olarak opera şarkıcılığı, teknik ustalık, stil bilgisi ve sahne gerçekliğini aynı anda harmanlayabilen çok yönlü bir performans disiplini olarak biçimlenmiştir.
Anahtar Kelimeler: Opera sanatı, opera şarkıcılığı, opera tarihi, vokal estetik, bel canto,

HISTORICAL EVOLUTION OF OPERA SINGING FROM VOCAL AESTHETIC TO STAGE REALITY

ABSTRACT
This article examines the historical evolution of operatic singing from the 17th century to the present, employing a multilayered perspective that ranges from vocal aesthetics to stage realism. The study follows major periodizations—from early Baroque through bel canto and the Romantic era, to 20th-century modernism and postmodern director-centered opera—and evaluates the interplay among vocal technique, pedagogical approaches, repertoire shifts, technological advances, and performance aesthetics. Representative case studies (Monteverdi, Farinelli, Rossini, Verdi, Wagner, Callas, Pavarotti, etc.) are used to illustrate changing vocal demands, the emergence of the fach system, and the integration of theatrical acting with vocal performance. Drawing on historical sources, musicological literature, vocal pedagogy research, and contemporary performance studies, the article concludes that operatic singing has developed into a multifaceted discipline combining technical mastery, stylistic knowledge, and stage-realistic acting.
Key Words: Opera art, opera singing, opera history, vocal aesthetics, bel canto.

GİRİŞ
Opera şarkıcılığı, Batı sanat müziğinin en karmaşık ve toplumsal olarak en yüksek statüye sahip performans disiplinlerinden biridir. Bir yandan yüksek derecede vokal teknik gereksinimler barındırırken diğer yandan tiytral ifade, dil hakimiyeti ve müzik bilgisi gerekmektedir. Opera geleneğinin 17. yüzyılda Floransa ve Venedik sahnelerinde ortaya çıkışından bu yana, şarkıcının rolü ve beklentileri sürekli olarak değişmiştir. Bu değişimler de bestecilerin estetik

tercihleri, izleyici beklentileri, sahne teknolojileri, pedagojik yaklaşımlar ve sosyo-kültürel dönüşümler tarafından şekillendirilmiştir.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu çalışma nitel veri toplama yöntemine dayalı bir çalışma olup literatür tarama yöntemi kullanılarak yapılmıştır. "Nitel araştırma gözlem, görüşme, doküman incelemesi gibi veri toplama yöntemlerinin kullanıldığı, algıların ve olayların doğal ortamda gerçekçi ve bütüncül bir biçimde ortaya konmasına yönelik nitel bir sürecin izlendiği araştırma olarak" tanımlanmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2016, s.41).

Elde edilen bulgular, opera şarkıcılığı 17. Yüzyıldan bu yana çeşitli evrimlerden geçmiş, şarkıcı pozitif bilim ile de insan sesinin, bu bağlamda kendi sesinin yapısı ve gelişimi hakkında da bilgiye erişmiştir. Aynı zamanda teknolojik gelişmeler ile opera sanatı klasik şarkıcılık algısı başkalaşmıştır. Şarkıcının ses kayıtları ve stüdyo ortamı ile tanışması şarkcılık bağlamında daha farklı arayışlara neden olmuştur. Sahnelerin mimari açıdan büyümesi, orkestraların daha fazla sayıda artması gibi unsurlar da opera şarkıcılığındaki vokal pedogoji yöntemlerinde çeşitli tekniklerin oluşmasına neden olmuştur. Dijitalleşmenin sonucu olarak seyirci opera evlerine gitmek yerine, farklı dijital platformlarında bu sanatı takip etme yoluna gitmiştir. Bu da opera sanatını olumsuz anlamda etkileyen unsurlar olmuştur.

1. GİRİŞ

Opera şarkıcılığı, Batı sanat müziğinin en karmaşık ve toplumsal olarak en yüksek statüye sahip performans disiplinlerinden biridir. Bir yandan yüksek derecede vokal teknik gereksinimler barındırırken diğer yandan tiytral ifade, dil hakimiyeti ve müzik bilgisi gerekmektedir. Opera geleneğinin 17. yüzyılda Floransa ve Venedik sahnelerinde ortaya çıkışından bu yana, şarkıcının rolü ve beklentileri sürekli olarak değişmiştir. Bu değişimler de bestecilerin estetik tercihleri, izleyici beklentileri, sahne teknolojileri, pedagojik yaklaşımlar ve sosyo-kültürel dönüşümler tarafından şekillendirilmiştir ((Fawcett-Lothson, 2009).

2. ERKEN BAROK DÖNEM: OPERA'NIN DOĞUŞU VE VOKAL ANLAYIŞIN TEMELLERİ

Opera'nın ortaya çıkışı, 16. yüzyıl sonu Floransa Camerata'sının Antik Yunan tragedya anlayışını yeniden icat etme çabalarına dayanmaktadır. Bu entelektüel hareketin sonucu olarak ortaya çıkan recitativo türü metin-anlatım öncelikli, konuşmaya yakın bir müzikal söyleyiş getirmiştir. Erken Barok bestecileri olarak tanımlanan Peri, Caccini, Monteverdi gibi besteciler, insan sesinin anlaşılabilirliğini ve metin aktarımını ön plana koymuş, süsleme ve virtüöziteden ziyade dramatik doğruluk peşinde koşmuştur (Parker & Abbate 2012).

Monteverdi'nin dramatik görüşü şarkıcının hem müzikal hem de dramatik görevlerini vurgulamıştır. Erken Barok şarkıcısı için teknik tanım, günümüz opera şarkıcılığı anlayışından farklı olarak daha az ses hacmi ve daha fazla ifade esnekliği anlamına gelmekteydi. Bu bağlamda da dönemin repertuarı vokal doğallık, kelime vurgusu ve küçük grupların olduğu bölümlerden oluşan eserler olmuştur (Fawcett-Lothson, 2009).

2.1 Kastrato geleneği ve bel canto'nun yükselişi

Kastrato, 16. yüzyıl ile 20. yüzyılın başlarına kadar süren, genellikle yoksul ailelerin erkek çocukların ergenlik çağına gelmeden hadım edilmesi demektir. Kastratonun amacı, soprano, mezzosoprano ve alto seslerine sahip olan erkek çocuklarının bu ses özelliklerini kaybetmemeleridir. Fakat bu dramatik olaya rağmen sadece çocukların %5'i kadar başarılı olabilmiştir.

17. ve 18. yüzyıllar, kastratoların egemen olduğu, virtüözitenin ve teknik gösterinin doruğa çıktığı bir dönemdir. Kastratonun ortaya koyduğu ses özellikleri, bestecileri renkli süslemeler, geniş aralıklı paso doble'lar ve nefes gerektiren uzun fraslar yazmaya teşvik etmiştir. Bu

bağlamda Farinelli gibi kastratalar, sadece vokal performansın değil, aynı zamanda toplumsal statünün de sembolleri haline gelmişlerdir (Rosselli, 1998).
Aynı dönemde gelişen "bel canto" tekniği (Rossini, Bellini, Donizetti) sesin esnekliği, legato hattı ve süslemelerle estetik bir ideal oluşturmuştur. Bel canto şarkıcısı teknik ustalık, ince nüans kontrolü ve stil bilgisiyle öne çıkarken, repertuar genellikle yüksek virtüözite ve zarif süslemelerle karakterize edilmiştir. Bu teknik geleneğin pedagojik yayılımı, 19. yüzyılda birçok ulusal okulun (İtalyan, Fransız, Alman) teknik yaklaşımını etkilemiştir (Budden, 1993).

2.1.1 Bel canto nedir?

Güzel şarkı söyleme anlamına gelen bu terim, İtalyan opera şarkıcılığında 17. yüzyılın ortalarından 19.yüzyılın başlarına kadar olan dönemin özelliklerini göstermektedir. 19.yüzyılda yaygın olarak kullanılan "bel canto" eski dönemdeki doğallıktan uzak şarkıcılığı eleştirmektedir. Bel canto'da yapay bir uslüp değil, parlak, melodilerin inceliklerini gösteren, anlamlı ve derin ifadeleri göstermek amaçlanmaktadır (Stark, 2003).

3. ROMANTİK DÖNEM: ORKESTRA BÜYÜMESİ VE DRAMATİK TALEPLER

19. yüzyıl, endüstri devrimiyle birlikte toplumun beklentilerinde ve sahne yapısında dramatik bir değişim getirmiştir. Orkestralar büyümüş, salonlar genişlemiş ve sesin orkestrayı delip geçme gerekliliği artmıştır (Carner, 1974). Bu durum vokal estetikte dramatik gücün ön plana çıkmasına yol açmıştır. Giuseppe Verdi operalarındaki rollerin belirlenmesi, karakter odaklı dramatik çizgiler ve arketipik kahraman figürleri, şarkıcıdan daha büyük, daha güçlü ve daha dayanıklı bir ses beklentisini beraberinde getirmiştir (Demaldè, Matz, & Macchidani, 1976). Romantik dönemin opera anlamında yükselmesini sağlayan Alman besteci Richard Wagner'in operaları ile dayanıklı ses kavramını yaratmıştır. Wagner'in müzik-dramı fikri (Gesamtkunstwerk) şarkıcının orkestral dokuyla bütünleşmesini, leitmotif'lerle karakterizasyonu ve sahne dramaturjisinin müzikle iç içe geçmesini öngörmüştür. Wagner eserlerine uygun soprano ve heldentenor gibi vokal tiplerin ortaya çıkışı, vokal tekniğin yeniden düşünülmesine neden olmuş ve pedagojik programları etkilemiştir (Budden, 2008).

3.1 20. yüzyilda modernizm, ses teknolojisi ve yeni estetikler

20. yüzyıl, hem bestecilik hem de performans eserlerinde radikal değişimlerin yaşandığı bir dönemdir. Atonal ve seri tekniklerin yükselişi, vokal çizgilerde yeni arayışlara yol açmış; şarkıcılar farklı diksiyon, konuşma-şarkı (sprechgesang), mikrotonal uygulamalar ve geniş dinamik aralıklar üzerinde çalışmak zorunda kalmıştır. Örneğin; Arnold Schoenberg'in ve Alban Berg'in eserleri, vokalistlere hem teknik hem de dramatik açıdan yeni talepler getirmiştir. Aynı yüzyıl içinde kayıt teknolojilerindeki gelişme, radyo ve plak sayesinde de sesin yayılımını değiştirerek şarkıcıları stüdyo ortamına uymaya zorlamıştır. Mikrofon kullanımı vokal tekniği üzerinde nüansları görünür kıldı; operacılar artık daha kontrollü, nüanslı ve bazen daha "samimi" bir ses gerektiren kayıt pratikleriyle karşılaşmıştır. Üstelik sahne teknolojisinin ilerlemesi (ışık, hareketli dekor, projeksiyon) performans estetiğini radikal biçimde etkilemiştir.

4. Vokal pedagojisi, sahne yönetmenliği ve teknolojik gelişmenin opera şarkıcılığına etkisi

19. yüzyıl ortalarında Manuel Garcia'nın laringoskopu geliştirmesiyle vokal pedagoji bilimsel temellere oturmaya başlamıştır. Bu yöntemsel dönüşüm, ses üretiminin fizyolojik ve akustik temellerinin anlaşılmasını sağlamıştır. 20. yüzyıl boyunca vokal fonetik, akustik araştırmalar ve aerodinamik çalışmalar pedagojiyi zenginleştirmiştir (Potter, 2000). Çağdaş vokal eğitimi, klasik tekniklerin yanı sıra beden farkındalığı, solunum mekanikleri, rezonans eğitimi ve konuşma bilimi alanlarına entegre olmuştur. Ayrıca pedagoglar repertuarın stil özelliklerine göre farklı teknik adaptasyonlar önermişlerdir: Bel Canto eserleri için esneklik ve süsleme, Wagner opera eserlerideki roller için dayanıklılık ve belirgin rezonans yönetimi gibi pedagojik

farkındalıklar oluşmuştur. Bu kavramlara ek olarak günümüzde opera şarkıcılarının kariyer sürdürülebilirliğini sağlamak için ses sağlığına yönelik kapsamlı yaklaşımlar geliştirilmiştir. Fonksiyonel tıp, fizyoterapi, solunum eğitimi, diyet ve psikolojik destek, çağdaş vokalistlerin profesyonel bakımının ayrılmaz parçaları haline gelmiştir. Uzun ömürlü bir performans kariyeri için pedagojik planlama, repertuar seçimi ve dinlenme-performans dengesi önem taşımaktadır (Sell, 2016).

Opera repertuarının genişlemesi ve vokal tipolojilerin çeşitlenmesi, 19. yüzyılın sonlarında ve 20. yüzyılda fäch (fach: ses türü)) sisteminin ortaya çıkışına yol açmıştır. Bu sistem, şarkıcıların ses tiplerine göre rollerin sınıflandırılması ve uygun repertuar planlaması için pratik bir yol sunmuştur. Fach sistemi; pedagojik ilerlemeyi, vokal sağlığı korumayı ve uzun süreli kariyer planlamasını desteklemeyi amaçlamış olsa da bazı eleştirmenler tarafından esnekliğin azalmasına ve tipolojilere indirgenmeye yol açtığı için eleştirilmiştir. Fakat her alanda olduğu gibi kapitalist sistem birden fazla fach'a sahip şarkıcıyı tercih etme yoluna gitmektedir.

4.1 Sahne yönetmenliği (regieoper) yükselişi ve opera oyunculuğu üzerindeki etkisi

20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren yönetmen tiyatrosunun operaya taşınması, sahneleme yaklaşımlarını kökten değiştirmiştir. Yönetmenler, klasik metinlere modern yorumlar getirerek, sahne gerçekliğini ve psikolojik çözümlemeyi ön plana çıkarmıştır. Bu eğilim, şarkıcıların oyunculuk becerilerini geliştirmesini zorunlu kılmış; fiziksel hareket, beden dili, sahne provaları ve dramatik analiz artık vokal çalışmanın ayrılmaz parçaları haline gelmiştir.

Klasik opera eserlerine teknolojinin imkanlarını ekleyerek sahnelemek çoğu zaman seyirciler tarafından olumlu karşılanmıştır. Bu da daha fazla talebi doğurmuştur. Aynı zamanda bu yaklaşım, opera eserlerini film formatında yeniden revize ederek dijitalleşmiştir.

4.2 Teknolojik gelişmeler, öğretim ve araştırmanın opera ile ilişkisi

21. yüzyıl, internet, streaming platformları ve sosyal medyanın etkisiyle opera üretiminin ve tüketiminin coğrafi sınırlılıklarını zayıflatmıştır. Genç şarkıcılar eğitimlerini uluslararası akademilerde alırken, rekabet küreselleşmiş; yönetmenler ve sahne tasarımcıları farklı kültürel referansları harmanlayarak yeni sahne dillerini denemiştir. Ayrıca çağdaş bestecilerin opera repertuarına katkısı, geleneksel formları sorgulayan ve yeni vokal teknikleri gerektiren eserlerin artışıyla kendini göstermektedir.

Vokal eğitiminin geleceğinin, multidisipliner araştırmalara dayanması kaçınılmazdır. Akustik analizin, biyomekaniğin, yapay zekâ destekli analitik araçların ve yüksek çözünürlüklü görüntüleme tekniklerinin vokal pedagojisine entegrasyonu, genç şarkıcıların teknik gelişimini hızlandırması olağandır. Bununla birlikte estetik tartışmalar devam edecek; hangi tekniklerin ve performans yaklaşımlarının 'doğru' olduğu sorusu toplumsal ve kültürel bağlamlarla iç içe olacaktır.

SONUÇ

Opera şarkıcılığı, tarihsel süreç içinde sürekli bir dönüşüm yaşamış, her dönemin estetik talepleri şarkıcının teknik, dramatik ve temsil rolünü yeniden biçimlendirmiştir. Erken Barok dönemin metin-merkezli anlatımından Bel Canto'nun teknik zarafetine, romantik dramın vokal ağırlığından 20. yüzyılın teknoloji ve modernist etkileşimlerine kadar bu evrim, şarkıcının çok yönlü bir sanatçı olma gerekliliğini getirmiştir. Günümüz opera pratiği, geçmişin birikimini korurken yeni teknolojik, pedagojik ve sahne anlayışlarıyla zenginleşmektedir.

KAYNAKÇA

Budden, J. (1993). The Operas of Verdi, Volume 1-3. New York : Oxford University Press. 52.
Budden, J. (2008). Verdi. J. M. Dent & Sons. New York : Oxford University Press. 94.
Carner, M. (1974). Puccini: A Critical Biography. Gerald Duckworth & Co.120.
Cevanşir, B. ve Gürel, G. (1982). Sesin Oluşumu, Bozuklukları ve Korunmasındaki Temel İlkeler, İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi, Sanal Matbaacılık, İstanbul. 43.
Demaldè, G., Phillips Matz, M. J., & Macchidani, G. (1976), Cenni biografici del maestro di musica Giuseppe Verdi (Part 1). In Verdi Forum, s. 7.
Fawcett-Lothson, A. (2009). The Florentine Camerata and their Influence on the Beginnings of Opera. IU South Bend Undergraduate Research Journal, 9, 29-34.
Gossett, P., & Brauner, D. (2001). The Cambridge Companion to Rossini. Cambridge University Press.
Parker, R., & Abbate, C. (2012). A history of opera: The last four hundred years. Allen Lane. 221.
Potter, J. (2000). Vocal Authority: Singing Style and Ideology. Cambridge University Press.
Rosselli, J. (1998). Singers of Italian Opera: The History of a Profession. Cambridge University Press.
Sell, K. (2016). The Disciplines of vocal Pedagogy: Towards an Holistic Approach. New York: Routledge. 208-210.
Stark, J. (2003). Bel canto: a history of vocal pedagogy. University of Toronto Press.
Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2016) Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (10. baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık. 41.

1,2,3-TRİAZOL BİLEŞİĞİNİN TASARIMI, SENTEZLERİ, DNA BAĞLANMASI VE KENETLENME ÇALIŞMALARI

Dr. Ögr. Üyesi Özge GÜNGÖR
Kahramanmaras Sutcu Imam University Faculty of Science, Chemistry Department, Kahramanmaras, 46050, Turkiye
ORCID ID: 0000-0003-3529-2704
Dr. Büşra Albayrak MISIR
Kahramanmaras Sutcu Imam University Faculty of Science, Chemistry Department, Kahramanmaras, 46050, Turkiye
ORCID ID: 0009-0002-7061-4668

ÖZET
Kanser, dünya genelinde en yüksek mortalite oranlarına sahip hastalıklardan biri olup önemli bir küresel sağlık sorunu teşkil etmektedir. Dünya Sağlık Örgütü'nün 2018 verilerine göre kanser, 9,6 milyon ölüme ve 18,1 milyon yeni vakaya neden olmuş; özellikle gelişmekte olan ülkelerde bu oranlar artmaya devam etmiştir. Kanserin önlenmesi ve tedavisine yönelik yoğun araştırmalara rağmen hastalığın kontrolü hâlen zorluklarını korumaktadır. Bu kapsamda, azot içeren heterosiklik bileşiklerden azol türevleri, geniş biyolojik aktiviteleri nedeniyle tıbbi kimya alanında önemli bir araştırma konusu hâline gelmiştir. Özellikle 1,2,3-triazol, 1,2,4-triazol ve benzo-füze triazol yapıları antikanser, antifungal, antibakteriyel ve antiviral özellikleriyle dikkat çekmektedir. 1,2,3-triazollerin DNA ve diğer biyomoleküllerle hidrojen bağları, hidrofobik etkileşimler ve dipol–dipol etkileşimleri gibi farklı kovalent olmayan bağlar oluşturabilme potansiyeli, bu bileşiklerin biyolojik aktivitelerini belirlemede önemli rol oynamaktadır. Bu çalışmada, fenil halkasının para konumunda izopropil grubu içeren yeni bir 1,2,3-triazol türevi başarıyla sentezlenmiş ve bileşiğin yapısı çeşitli spektroskopik tekniklerle karakterize edilmiştir. Bileşiğin antikanser mekanizmasını aydınlatmak amacıyla DNA bağlanma ve kenetlenme (doklama) çalışmaları gerçekleştirilmiş; ayrıca EB ve Hoechst DNA boyalarıyla yer değiştirme deneyleri yapılarak bileşiğin DNA'ya hangi modda bağlandığı belirlenmiştir. Elde edilen bulgular standart antikanser ilaç olan 5-Fluorourasil (5-Fu) ile karşılaştırılmış ve yeni bileşiğin DNA bağlanma sabitinin 5-Fu'dan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.
Anahtar kelimeler: EB, Hoechst, 1,2,3-triazol, Karekterizasyon

DESIGN DESIGN, SYNTHESIS, DNA BINDING, AND LOCKING STUDIES OF 1,2,3-TRIAZOLE COMPOUNDS

ABSTRACT
Cancer is one of the diseases with the highest mortality rates worldwide and is a significant global health issue. According to the World Health Organization's 2018 data, cancer caused 9.6 million deaths and 18.1 million new cases; these figures have continued to rise, particularly in developing countries. Despite the intensive research on the prevention and treatment of cancer, controlling the disease remains challenging. In this context, azole derivatives, which are nitrogen-containing heterocyclic compounds, have become an important subject of research in medicinal chemistry due to their wide range of biological activities. Notably, 1,2,3-triazole, 1,2,4-triazole and benzofuran triazole structures exhibit anticancer, antifungal, antibacterial and antiviral properties. The ability of 1,2,3-triazoles to form different non-covalent bonds, such as hydrogen bonds, hydrophobic interactions and dipole–dipole interactions, with DNA and other biomolecules, plays a significant role in determining the biological activities of these compounds. In this study, a new 1,2,3-triazole derivative containing an isopropyl group in the para position of the phenyl ring was successfully synthesised and the structure of the compound

was characterised using various spectroscopic techniques. To shed light on the anticancer mechanism of the compound, DNA binding and docking studies were conducted; in addition, displacement experiments were performed using EB and Hoechst DNA dyes to determine how the compound binds to DNA. The results were compared with those of the standard anticancer drug 5-Fluorouracil (5-Fu), and it was found that the new compound's DNA binding constant was higher than that of 5-Fu.
Keywords: EB, Hoechst, 1,2,3-triazole, Characterization

38. INTRODUCTION

Cancer is considered one of the deadliest diseases today, ranking among the leading causes of mortality worldwide. According to data from the World Health Organization (WHO) in 2018, there were approximately 9.6 million cancer-related deaths and 18.1 million new cases reported globally, and this figure is reported to be steadily increasing, especially in developing countries (Alraqa et al., 2021). Despite significant scientific and clinical progress in cancer prevention and treatment in recent decades, developing effective, long-lasting strategies remains a major challenge.

Azole derivatives are important nitrogen-containing heterocyclic building blocks of great interest in medicinal chemistry due to their wide range of biological activity. Five-membered ring compounds, particularly those containing 1,2,3-triazole, 1,2,4-triazole and benzofused triazole cores, exhibit remarkable pharmacological properties, including anticancer (Dheer et al., 2017), antifungal , antibacterial (Rezki et al., 2015) and antiviral (Kaushik et al., 2018) activities. The ability of 1,2,3-triazole derivatives to form non-covalent bonds with DNA and other cellular biomolecules — such as hydrogen bonds, hydrophobic interactions, van der Waals forces and dipole–dipole interactions — plays a significant role in modulating the biological activities of these compounds, making them of great scientific interest (Aouad et al., 2018; Claudio Viegas-Junior et al., 2007; Kaushik et al., 2018; Lauria et al., 2014).

In these studies, a new 1,2,3-triazole compound was synthesized. The structure of the synthesized ligand was characterized by ^{1}H NMR and FT-IR studies. The structure of the compound is given in **Fig. 2.1** In the DNA binding study of the compound, the K_b values and Ksv value were examined using spectrophotometric methods.

39. MATERIAL AND METHODS

39.1 Synthesis of azide (1a)

Azide compound was prepared according to the general method in the literature (Erdoğan et al., 2025).

39.2 Synthesis of 1,2,3-triazole Compound (2a)

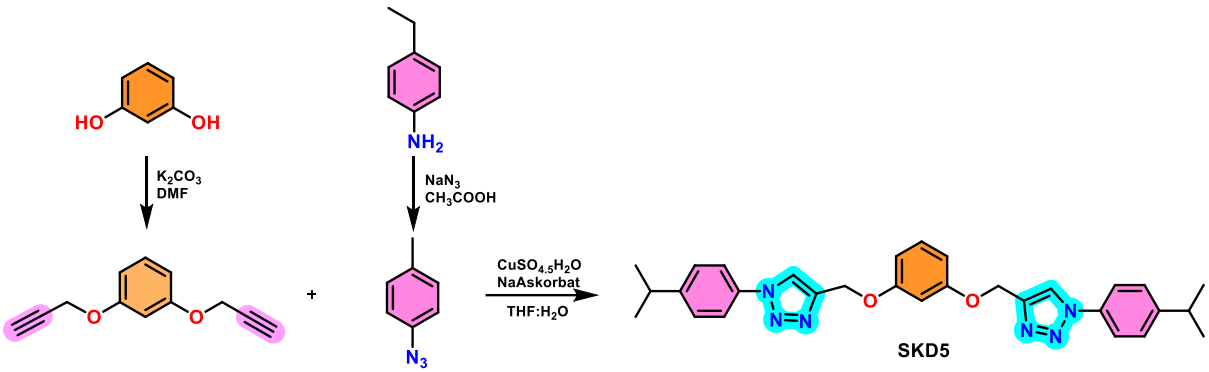


Fig. 2.1 Synthesis reaction of compound 2a containing a 1,2,3-triazole ring

A flask was filled with an alkyne compound (1 equivalent), isopropyl azide (1 equivalent), sodium ascorbate (0.3 equivalents), and a solvent mixture of H_2O/THF (1/3, 60 mL). CuSO4.5H2O (0.15 equivalents) was added, and the mixture was stirred at room temperature for two days. After determining the consumption of the alkyne by TLC monitoring, THF was removed from the medium. The mixture was diluted with CH_2Cl_2 and transferred to a separating funnel. The organic phase was washed with water (3 times), and the aqueous phase was extracted with CH_2Cl_2 (3 times) and aqueous saturated NaCl solution (1 time) (60 mL volume). After drying over $MgSO_4$, filtering, and removing the solvent under vacuum, it was washed with hexane (Korkmaz et al., 2025).

1,3-bis((1-(4-isopropylphenyl)-1H-1,2,3-triazol-4-yl)methoxy)benzene (2a): Molecular Formula: $C_{30}H_{32}N_6O_2$. **M.W**: 508.63 g/mol. **M.P**: 290 ◦C. **Color**: Light Browen. **Yield**: 65 %. **FTIR (cm¡1)**: 3144–2869 (C–H) Aliphatic, 1609, 1586, 1517, 1480, 1380, 1275, 1231, 1180, 1145, 1036, 990, 819, 750, 681, 521. **^{1}H NMR (DMSO, δ)** 8.92 (2H, s, -$CH_{triazol}$), 7.88-7.81 (4H, d, -ArCH), 7.48-7.46 (4H, d, -ArCH), 7.30-7.23 (1H, q, -Ar-CH), 6.72 (1H, s, -Ar-CH), 6.71-6.69 (2H, s, -ArCH), 5.23 (4H, s, -OCH_2), 3.02-2.95 (2H, m, -$CH(CH_3)_2$), 1.34-1.25 (6H, s, -CH_3) (. **Elemental Analysis:** Calc. For $C_{30}H_{32}N_6O_2$: C%:70.84; H%:6.34; N%: 16.52 **Found:** C%:69.87; H%:6.04; N%:16.35.

.

39.3 Biological Activities

39.4 UV-vis DNA Binding Assay

UV–vis absorption spectra of double-stranded DNA (dsDNA) were obtained at ambient temperature using a Tris HCl buffer system (pH 7.4) in the wavelength region of 200–300 nm. A constant cladribine concentration of 80 µM was maintained while the concentration of the dsDNA solution was changed from 20 to 120 µM (r = [dsDNA]/[compound] = 0.25, 0.375, 0.5, 0.75, 0.875, 1.00, 1.125, 1.25, 1.375 and 1.50) for the absorbance measurement experiment. Different drug–dsDNA combination solutions were created by adding the dsDNA solution to the drug solution, and the absorption spectra of these mixtures were obtained. Then, K_b, the drug's DNA binding constant, was estimated using titration data (Bal et al., 2024).

39.5 Fluorance Assays

The concentrations of the 50 µM dsDNA solution and the 5 µM EtBr solution were kept at the same level for all the fluorescence experiments. Various concentrations of the respective dsDNA preparation ([compound] / [dsDNA] = 0-100) were combined with the compound solution at ambient temperature. Finally, the volume of the resulting mixtures was adjusted to

5 ml. This was done using Tris-HCl buffer solution. Researchers also performed the same studies using Hoechst 33258, a dye that stains DNA and produces bright blue fluorescence. We conducted the research on the Hoechst-33258 compound. The excitation is at 343 nm and the emission is at 475 nm, with emission wavelengths ranging from 375 to 650 nm. High fluorescence levels were observed when the dye ethidium bromide (EtBr) bound to the DNA. Excitation at 530 nm produced an emission spectrum ranging from 550 to 730 nm, with emission recorded at 605 nm. The specific characteristics were determined by exploiting the decreasing emission intensity of the dye-DNA solution with the addition of increasing amounts of the drug. The Stern–Volmer constant (Ksv) was calculated using the following equation to indicate the fluorescence quenching capacity of the drugs (Al Faysal et al., 2025).

40. RESULTS AND DISCUSSION

40.1 Chemistry

A symmetric 1,2,3-triazole compound was synthesized via a copper-catalyzed azide-alkyne cycloaddition reaction. First, methyl azide was prepared by a two-step reaction. Then, the substituted recorcinol compound was reacted with propargylated bromide to obtain the propargylated compound. Finally, the symmetric-triazole derivative (**Fig.2.1**) was synthesized by a Cu(I)-catalyzed click reaction of azidomethyl and propargyl compounds in H_2O/THF medium at room temperature. Remarkably, the synthesized symmetric-triazole compound is light brown in color and stable in air. The purity and structures of the compounds were definitively determined using FTIR, 1H NMR, and elemental analysis. The synthesized symmetric-triazole compound was obtained in good yield and purity. The purity of the sample was confirmed by elemental analysis. Experimental C, H, and N% values were consistent with the calculated values of the expected structure. The structure of the symmetric-triazole compound was characterized by FTIR and ^{1}H NMR spectroscopies. Studies on the biological activities of the symmetric-triazole hybrid compound have revealed that this molecule possesses promising pharmacological properties. In particular, the combination of the hydrophobic nature of the phenyl moiety containing a ısoproply group in the para position and the strong target-binding capacity of the triazole group confers a wide range of biological activities to these hybrid structures. The symmetric-triazole derivative has attracted great interest due to its easy synthesis and, in particular, its DNA binding properties, which contribute to its significant biological activities. These properties position symmetric-triazole hybrids as promising candidates among next-generation therapeutic agents.

40.2 Evaluation of FTIR Spectrum of a Symmetric 1,2,3-Triazole Compound

The FTIR spectra of the symmetric-triazole compound are given in **Fig.3.1** In the spectrum of the triazole compound, the characteristic absorption bands around 3144–2869 cm^{-1} are attributed to the C-H stretching of the triazole ring, indicating the formation of the triazole compound. The FTIR spectra of the symmetric-triazole compound do not show stretching peaks of azides (~2100 cm^{-1}) and alkynes (~2100 cm^{-1}), indicating the formation of the products.

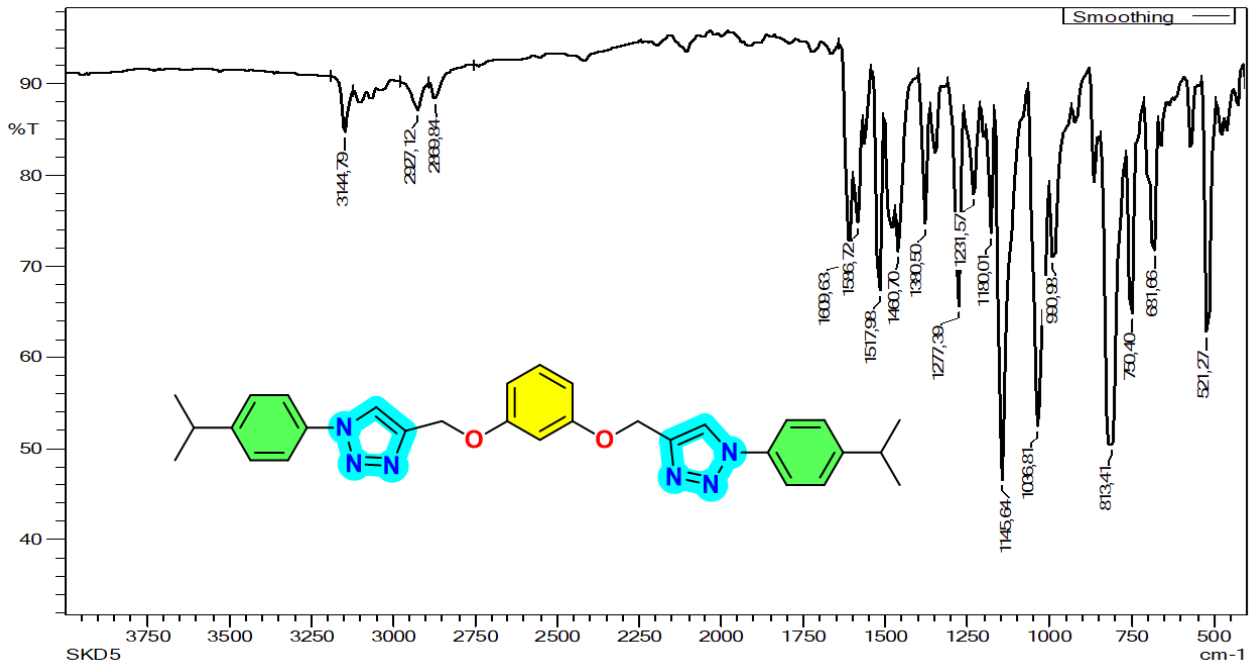


Fig. 3.1 FTIR spectrum of compound 2a

40.3 Evaluation of ^{1}H-NMR Spectrum of Symmetric 1,2,3-Triazole Compound

In the ^{1}H NMR spectra of the symmetric-triazole compound, the characteristic single peak of the triazole proton was observed at 8.92 ppm (Gungor et al., 2025). In the spectra of the compound, protons belonging to the aromatic groups were observed as single and double at 7.88–6.69 ppm. The protons belonging to the substituted -CH_2 group were attributed to the single peak at 5.23 ppm. Multiple signals at 3.02-2.95 ppm were identified as the signal of the isopropyl group (-$\underline{CH}(CH_3)_2$) attached to the phenyl ring. Methyl signals in the isopropyl group (-$CH(\underline{CH_3})_2$) were observed as a doublet peak at 1.25-1.34 ppm. The ^{1}H NMR signals of the substitute groups were observed in the expected regions.

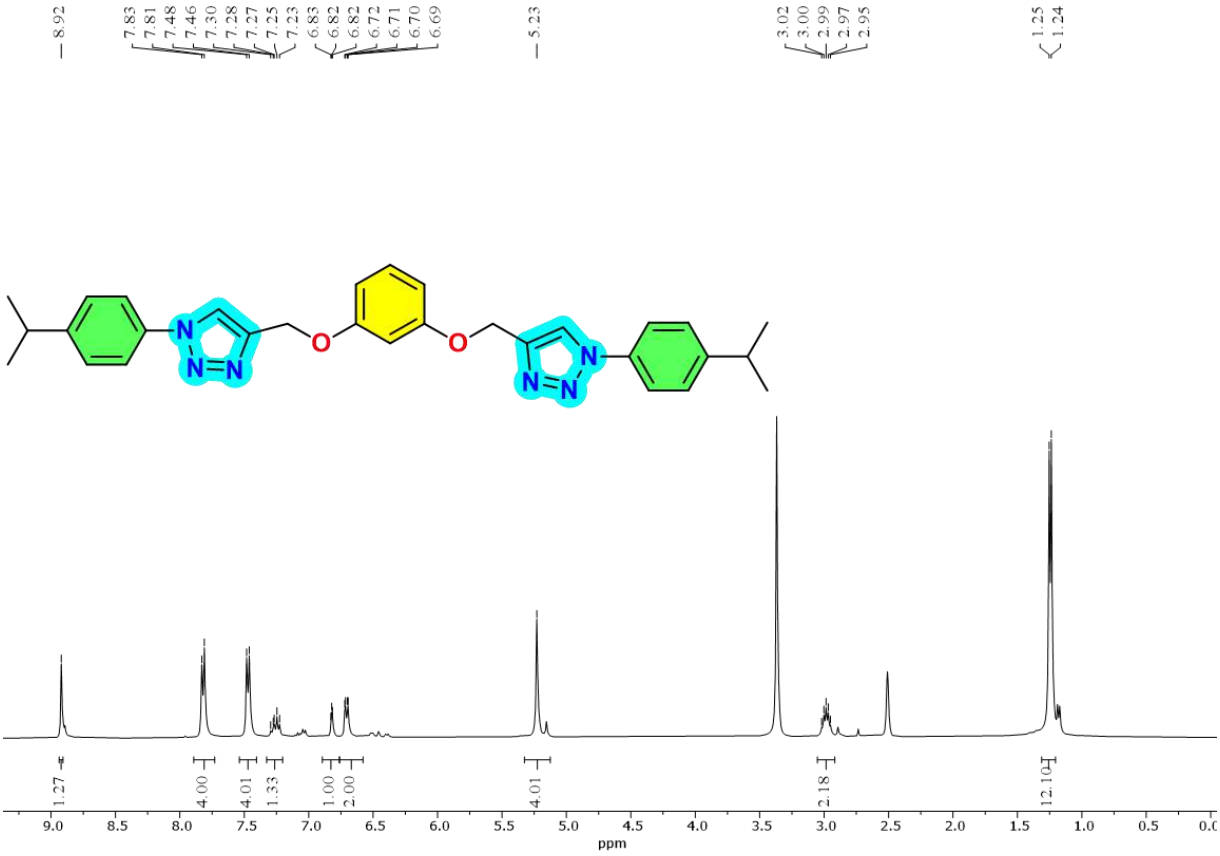


Fig. 3.2 ^{1}H NMR spectrum of compound 2a

40.4 UV-vis DNA Binding

Due to its accessibility and high sensitivity, absorption spectroscopy is widely used to investigate binding interactions between small molecules and DNA. Changes in the intensity and position of absorption peaks can indicate the formation of secondary complexes in solution, providing information about the underlying interaction mechanisms. It is widely accepted that interactions between DNA and small molecules cause changes in absorbance properties and/or the position of spectral peaks (Rahman et al., 2017) Small molecules that intercalate with DNA typically cause hypochromism and bathochromic shifts in the DNA absorption peak. When small molecules interact with DNA via an electrostatic binding mechanism, a hyperchromic effect is observed, indicating changes in DNA conformation. Conversely, when small molecules bind to DNA via groove binding, the resulting effects can vary, leading to hypochromic or hyperchromic responses with minimal or no shift in peak position. UV spectra of double-stranded DNA (dsDNA) in the presence of SKD5 were analysed at a temperature of 298 K. The absorption spectra shown in Figure 3.3 illustrate the behaviour of 250 μM dsDNA when the SKD5 concentration varies between 5 and 200 μM. Specifically, an increase in SKD concentration is associated with the hyperchromic effect observed at 260 nm in the absorption profile of dsDNA. In this study, the Benesi–Hildebrand equation was applied to determine the binding affinity (K_b) of LEV for dsDNA. The calculated binding constant is 2.87 x 10^{4} M^{-1}, which is in good agreement with values reported for commonly used groove-binding compounds. This indicates that SKD5 binds to the DNA helix in one groove.

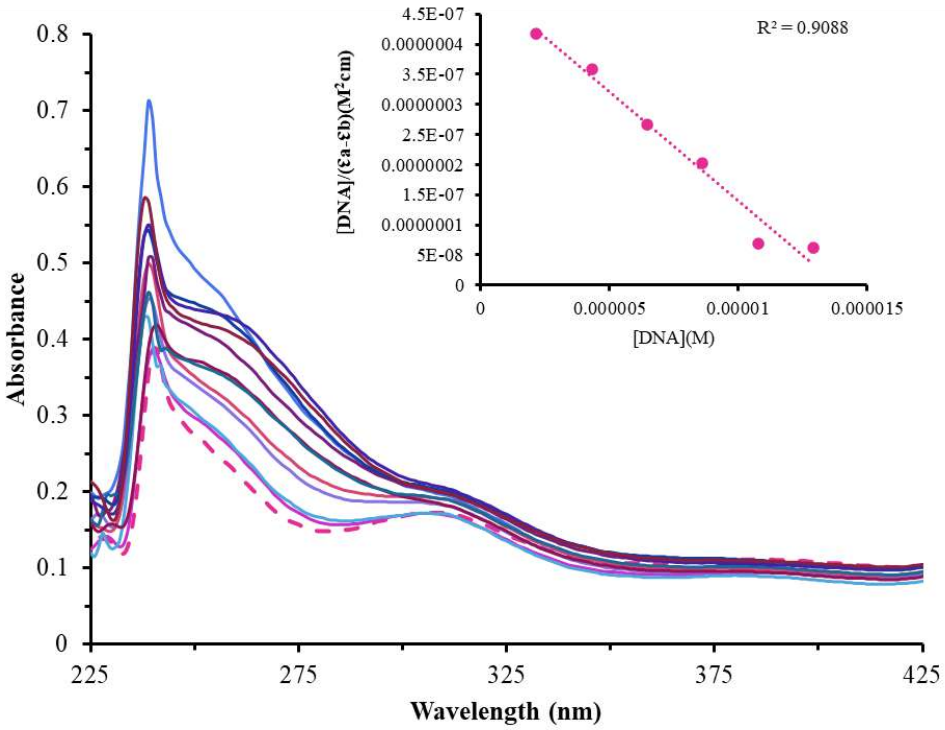


Fig. 3.3 Concentration-dependent percentage inhibition graph of compound 2a.

40.5 Fluorescence Study

The interaction between DNA and ligands can be investigated using the valuable technique of fluorescence displacement assays. The binding mechanisms of ligands and EB-DNA are similar in their interactions with the DNA structure when ligand molecules displace from their complexes with DNA, as demonstrated by this (Stierand & Rarey, 2007). The quenching effects of solvent molecules result in minimal fluorescence in aqueous media being exhibited by ethidium bromide (EtBr), a well-known intercalating agent. However, EtBr's fluorescence level increases significantly when it intercalates with base pairs of DNA. In a similar way, the groove-binding agent Hoechst 33 258 has been shown to increase in fluorescence intensity after interacting with DNA . To evaluate how SKD5 binds to dsDNA, we selected EtBr and Hoechst 33 258 as probe compounds. As shown in Figure 3, SKD5 has an effect on the fluorescence spectra of EtBr–dsDNA and Hoechst 33258–dsDNA complexes (Stierand & Rarey, 2007). The study shows that the fluorescence intensity of the Hoechst 33258-dsDNA system decreases significantly as the SKD5 compound concentration increases, while the binding of EtBr to dsDNA stays mostly the same. Our previous observations are reinforced by these findings, which demonstrate a competitive interaction between SKD5 and Hoechst 3358. The Stern-Volmer extinction constant (Ksv) values were calculated from the Stern-Volmer plot using the following equation to evaluate the variations in fluorescence intensity of different dyes bound to dsDNA by SKD5.

$$I_0/I=1+Ksv[Q]$$

The fluorescence level of the absence of a quencher is denoted by "I_0", while "I" denotes the intensity when a quencher is SDK8 present. The quencher's concentration is denoted by [Q] and the Stern–Volmer quenching coefficient is denoted by Ksv.

Table 1 Binding values of the compound

		EB-DNA			Hoechst-DNA		
Compound	Kb (10^4 M^{-1})	Ksv (10^4 M^{-1})	LogKb	n	Ksv (10^4 M^{-1})	LogKb	n
SKD5	2.87	2.43	3.31	0.98	3.75	4.15	1.08

The obtained analysis results reveal that the Stern-Volmer constant indicates the ability of LEV to effectively quench fluorescence (Table 1). The recorded Ksv values are 2.43 10^3 M^{-1} and 3.75 10^4 M^{-1} for EtBr and Hoechst, respectively. Furthermore, as shown in Figure 3.5, the Ksv value associated with Hoechst is significantly larger than that of EtBr. These findings support the idea that SKD5 binds to the minor groove of dsDNA. In addition, the stoichiometry of the binding was calculated as 1.17 and the DNA binding constant as 2.87 10^4 M^{-1}. The fact that the n value obtained from the slope in the double log equation is close to 1 also indicates that the SKD5 compound binds to a region of DNA.

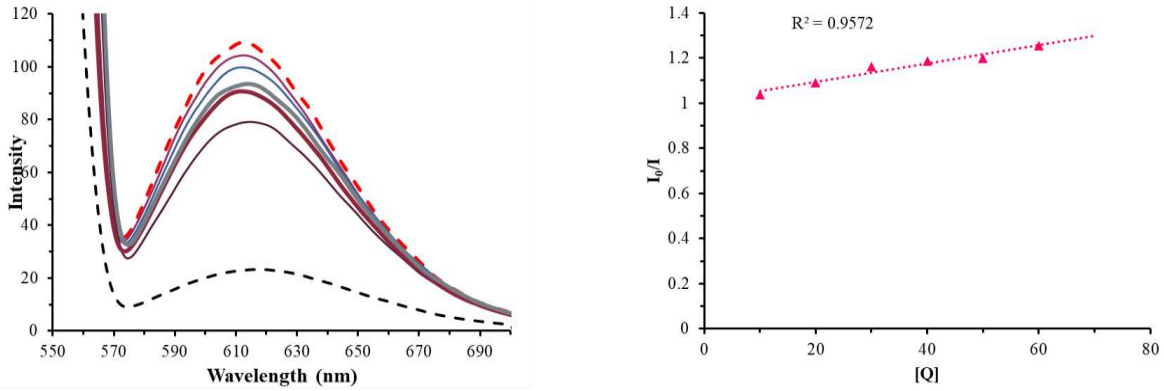


Fig. 3.4 The fluorescence spectrum of the ethidium bromide–dsDNA complex. The Stern–Volmer plot illustrate the corresponding curve.

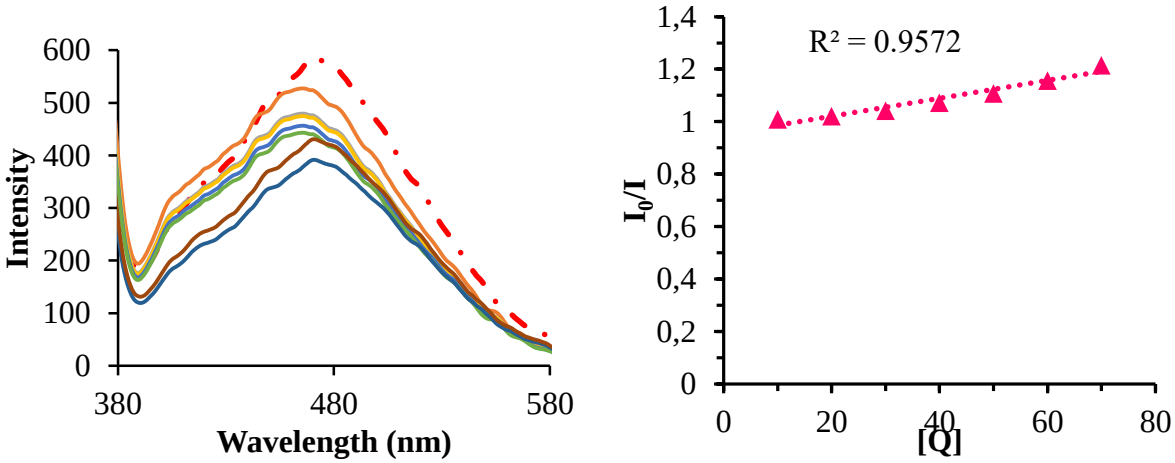


Fig. 3.5 The fluorescence spectrum of the Hoechst 33258–dsDNA complex. The Stern–Volmer plot illustrate the corresponding curve

41. CONCLUSIONS

The SKD5 compound was synthesised using a click chemistry method. Significantly, this compound had not been synthesised before in the literature. The interaction mechanism between SKD5 and double-stranded DNA (dsDNA) was the focus of the first part of the study. Various spectroscopic, thermodynamic and computational techniques were employed to examine the binding of SKD5 to dsDNA. The hyperchromism phenomenon observed in UV-vis absorption was attributed to conformational changes in the dsDNA structure, which were in turn caused by changes in the environment. Binding constant (K_b) values obtained from fluorescence spectroscopy revealed that SKD5 exhibits significant affinity for dsDNA; the binding constant was measured in the 10^4 M^{-1} range, indicating groove binding interaction. Results from displacement experiments supported the conclusion that SKD5 binds to the dsDNA groove.

REFERENCES

Al Faysal, A., Şenel, P., Erdoğan, T., & Gölcü, A. (2025). Voltammmetric Assessment and Examination of the Interactions between Levetiracetam and DNA: Experimental Research, Molecular Docking, and Modeling Studies. *ChemistryOpen*, *14*(11). https://doi.org/10.1002/open.202500191

Alraqa, S. Y., Alharbi, K., Aljuhani, A., Rezki, N., Aouad, M. R., & Ali, I. (2021). Design, click conventional and microwave syntheses, DNA binding, docking and anticancer studies of benzotriazole-1,2,3-triazole molecular hybrids with different pharmacophores. *Journal of Molecular Structure*, *1225*, 129192. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2020.129192

Aouad, M. R., Soliman, M. A., Alharbi, M. O., Bardaweel, S. K., Sahu, P. K., Ali, A. A., Messali, M., Rezki, N., & Al-Soud, Y. A. (2018). Design, synthesis and anticancer screening of novel benzothiazole-piperazine-1,2,3-triazole hybrids. *Molecules*, *23*(11), 1–14. https://doi.org/10.3390/molecules23112788

Bal, M., Köse, A., & Güngör, S. A. (2024). Investigation of photoluminescence and DNA binding properties of benzimidazole compounds containing benzophenone group. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, *42*(15), 7847–7859. https://doi.org/10.1080/07391102.2023.2242496

Claudio Viegas-Junior, Eliezer J. Barreiro, & Carlos Alberto Manssour Fraga. (2007). Molecular Hybridization: A Useful Tool in the Design of New Drug Prototypes. *Current Medicinal Chemistry*, *14*(17), 1829–1852. https://doi.org/10.2174/092986707781058805

Dheer, D., Singh, V., & Shankar, R. (2017). Medicinal attributes of 1,2,3-triazoles: Current developments. *Bioorganic Chemistry*, *71*, 30–54. https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2017.01.010

Erdoğan, E., Güngör, Ö., Güngör, S. A., Köse, M., & Tümer, M. (2025). New 1,2,3-triazole-quinazolinone skeleton as potential cholinesterase and α-amylase inhibitors: In vitro and in silico studies. *Journal of Molecular Liquids*, *424*(January). https://doi.org/10.1016/j.molliq.2025.126986

Gungor, O., Veziroglu, Y. E., Kose, A., Gungor, S. A., & Kose, M. (2025). New 1,2,3-triazoles and their oxime derivatives: AChE/BChE enzyme inhibitory and DNA binding properties. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, *43*(3), 1593–1610. https://doi.org/10.1080/07391102.2023.2292298

Kaushik, R., Chand, M., & Jain, S. C. (2018). Synthesis and antibacterial evaluation of nitrogen containing novel heterocyclic chalcones. *Synthetic Communications*, *48*(11), 1308–1315. https://doi.org/10.1080/00397911.2018.1440602

Korkmaz, R., Dilitatlı, S., Celik, M., Gungor, O., Gul, A., Comertpay, S., Gungor, S. A., & Kose, M. (2025). Low toxicity ferrocene-1,2,3-Triazole hybrids as acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase inhibitors: Synthesis, antioxidant activity, enzyme inhibition, cytotoxicity properties and molecular docking studies. *International Journal of Biological Macromolecules*,

330(P1), 148021. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.148021
Lauria, A., Delisi, R., Mingoia, F., Terenzi, A., Martorana, A., Barone, G., & Almerico, A. M. (2014). 1,2,3-Triazole in Heterocyclic Compounds, Endowed With Biological Activity, Through 1,3-Dipolar Cycloadditions. *European Journal of Organic Chemistry*, *2014*(16), 3289–3306. https://doi.org/10.1002/ejoc.201301695
Rahman, Y., Afrin, S., Husain, M. A., Sarwar, T., Ali, A., Shamsuzzaman, & Tabish, M. (2017). Unravelling the interaction of pirenzepine, a gastrointestinal disorder drug, with calf thymus DNA: An in vitro and molecular modelling study. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, *625–626*, 1–12. https://doi.org/10.1016/j.abb.2017.05.014
Rezki, N., Al-Yahyawi, A. M., Bardaweel, S. K., Al-Blewi, F. F., & Aouad, M. R. (2015). Synthesis of novel 2,5-disubstituted-1,3,4-thiadiazoles clubbed 1,2,4-Triazole, 1,3,4-Thiadiazole, 1,3,4-Oxadiazole and/or schiff base as potential antimicrobial and antiproliferative agents. *Molecules*, *20*(9), 16048–16067. https://doi.org/10.3390/molecules200916048
Stierand, K., & Rarey, M. (2007). From modeling to medicinal chemistry: Automatic generation oft wo-dimensional complex diagrams. *ChemMedChem*, *2*(6), 853–860. https://doi.org/10.1002/cmdc.200700010

POTANSİYEL ANTİDİYABETİK AJAN OLARAK YENİ 1,2,3-TRİAZOL TÜREVİNİN TASARIMI VE SENTEZİ: a-GLUKOZİDAZ İNHİBİSYONU ÖZELLİĞİNİN İNCELENMESİ

Dr. Ögr. Üyesi Özge GÜNGÖR
Kahramanmaras Sutcu Imam University Faculty of Science, Chemistry Department, Kahramanmaras, 46050, Turkiye
ORCID ID: 0000-0003-3529-2704
Dr. Büşra Albayrak MISIR
Kahramanmaras Sutcu Imam University Faculty of Science, Chemistry Department, Kahramanmaras, 46050, Turkiye
ORCID ID: 0009-0002-7061-4668

ÖZET
Diabetes mellitus, dünya genelinde hızla artan prevalansı ve her yıl yaklaşık 1,5 milyon ölüme yol açması nedeniyle önemli bir halk sağlığı sorunu olarak kabul edilen kronik bir metabolik hastalıktır. Kan glukoz düzeylerinin yükselmesiyle karakterize olan bu hastalık, böbrek, kalp ve sinir sistemi bozuklukları ile bacak amputasyonu ve retinopati gibi ciddi komplikasyonlara neden olarak yaşam kalitesini ve yaşam süresini olumsuz etkilemektedir. Mevcut α-glukozidaz inhibitörleri olan akarboz, miglitol ve vogliboz, klinikte yaygın olarak kullanılan geri dönüşümlü inhibitörlerdir; ancak gastrointestinal sistemde görülen şişkinlik, gaz, ishal ve karın ağrısı gibi yan etkiler, daha etkili ve daha az toksik yeni inhibitörlerin geliştirilmesine duyulan ihtiyacı artırmaktadır. 1,2,3-Triazol halkası, tıbbi kimyada çok yönlü bir azaheterosiklik iskelet olarak geniş biyolojik aktivite yelpazesi sunmakta ve özellikle moleküler hibridizasyon stratejilerinde önemli bir yapı taşını oluşturmaktadır. Bu nedenle, 1,2,3-triazol türevlerinin α-glukozidaz inhibisyonundaki potansiyeli üzerine yapılan çalışmalar giderek artmaktadır. Bu çalışmada, fenil halkasının para pozisyonunda metoksi grubu içeren yeni bir 1,2,3-triazol türevi sentezlenmiş ve bileşiğin yapısı çeşitli spektroskopik teknikler kullanılarak karakterize edilmiştir. İn vitro α-glukozidaz inhibisyon testleri, sentezlenen bileşiğin aktivitesinin standart ilaca kıyasla daha yüksek olduğunu göstermiştir. Ayrıca bileşiğin enzim inhibisyon mekanizmasını belirlemek amacıyla kinetik çalışmalar gerçekleştirilmiş ve inhibitörün etki modu ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, metoksi sübstitüe 1,2,3-triazol türevlerinin gelecekte güçlü ve güvenli α-glukozidaz inhibitörleri için ümit vadeden adaylar olabileceğini göstermektedir.
Anahtar kelimeler: α-glukozidaz, İnhibitör, 1,2,3-Triazol, Karekterizasyon

DESIGN AND SYNTHESIS OF A NEW 1,2,3-TRIAZOLE DERIVATIVE AS A POTENTIAL ANTIDIABETIC AGENT: INVESTIGATION OF ITS a-GLUCOSIDASE INHIBITION PROPERTY

ABSTRACT
Diabetes mellitus is a chronic metabolic disease recognized as a significant public health issue due to its rapidly increasing prevalence worldwide and its contribution to approximately 1.5 million deaths each year. Characterized by elevated blood glucose levels, this disease negatively impacts quality of life and life expectancy by causing serious complications such as kidney, heart, and nervous system disorders, leg amputation, and retinopathy. The current α-glucosidase inhibitors, acarbose, miglitol, and voglibose, are reversible inhibitors widely used in clinical practice; however, side effects such as bloating, gas, diarrhea, and abdominal pain observed in the gastrointestinal system increase the need for the development of new, more effective, and less toxic inhibitors. The 1,2,3-triazole ring offers a wide range of biological activities as a versatile azaheterocyclic skeleton in medicinal chemistry and constitutes an important building

block, particularly in molecular hybridization strategies. Therefore, studies on the potential of 1,2,3-triazole derivatives for α-glucosidase inhibition are increasing. In this study, a new 1,2,3-triazole derivative containing a methoxy group at the para position of the phenyl ring was synthesized, and the structure of the compound was characterized using various spectroscopic techniques. In vitro α-glucosidase inhibition tests showed that the activity of the synthesized compound was higher than that of the standard drug. Additionally, kinetic studies were conducted to determine the enzyme inhibition mechanism of the compound, and the mode of action of the inhibitor was evaluated in detail. The findings suggest that methly-substituted 1,2,3-triazole derivatives may be promising candidates for potent and safe α-glucosidase inhibitors in the future.
Keywords: α-glucosidase, Inhibitor, 1,2,3-Triazole, Characterization

42. INTRODUCTION

Diabetes mellitus (DM) is a chronic metabolic disease that affects many people and is responsible for around 1.5 million deaths worldwide each year (Singh et al., 2024). It is characterised by hyperglycaemia in both fasting and post-meal states (Home, 2005). The long-term consequences of this chronic hyperglycaemia can be severe, potentially resulting in long-term organ damage or dysfunction in various vital organs, including the heart, blood vessels, kidneys (nephropathy), nerves (neuropathy), and eyes (retinopathy) (Rozi & Darlan, 2018). Two types of diabetes have been identified: type 1, also known as non-insulin-dependent diabetes mellitus, and type 2, also known as non-insulin-dependent diabetes mellitus. Type 1 diabetes is diagnosed in 5-10% of diabetics and occurs when the pancreas fails to produce insulin. The most important part of treating type 1 diabetes is giving the patient daily insulin and helping them to change their diet and lifestyle (Insel et al., 2015). Type 2 diabetes accounts for around 90% of cases and occurs when the body becomes insulin-resistant or does not produce enough insulin. Currently, several promising treatments are available to treat type 2 diabetes. These include insulin blockers (α-glucosidase contrast agents), dipeptidyl peptidase-4 (DPP-4), sodium-glucose cotransporter 2 (SGLT2), insulin distributors (sulfonylureas and non-sulfonylureas), insulin absorbers, and chillers (Erdoğan et al., 2025).

Compounds that play key roles in many physiologically important substances are heterocyclic compounds, which are abundant in nature and present in the structure of vitamins, nucleic acids, drugs, dyes, and agricultural chemicals (Kazempour-Dizaji et al., 2023). They are well-known in the pharmaceutical industry, particularly in medicinal chemistry and drug chemistry. Developing new drugs has been a challenging task for medicinal chemists. Heterocyclic derivatives, such as triazoles, have attracted considerable attention in biological systems in recent years. 1,2,3-triazole compounds are being investigated as primary candidates for various biological applications. Their efficacy spans a wide range, including their roles as agents against cancer, microbes, tuberculosis, viruses, diabetes, malaria, leishmaniasis, and neuroprotection (Avula et al., 2018).

In these studies, a new 1,2,3-triazole compound was synthesized. The structure of the synthesized ligand was characterized by ^{1}H NMR and FT-IR studies. The structure of the compound is given in **Fig. 2.1** In the α-glucosidase enzyme inhibition study of the compound, the % inhibition values and IC_{50} value were examined using spectrophotometric methods.

43. MATERIAL AND METHODS

43.1 Synthesis of azide (1a)

Azide compound was prepared according to the general method in the literature (Gungor et al., 2025).

43.2 Synthesis of 1,2,3-triazole Compound (2a)

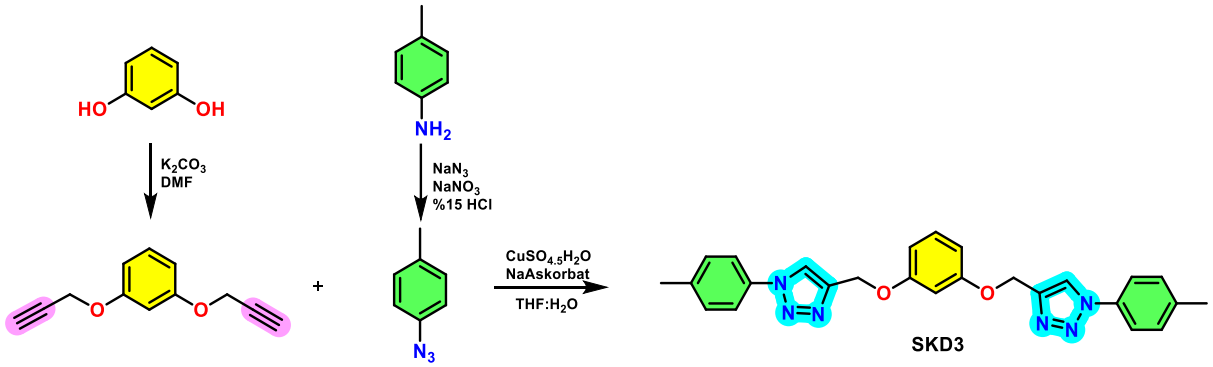


Fig. 2.1 Synthesis reaction of compound 2a containing a 1,2,3-triazole ring

A flask was filled with an alkyne compound (1 equivalent), isopropyl azide (1 equivalent), sodium ascorbate (0.3 equivalents), and a solvent mixture of H_2O/THF (1/3, 60 mL). CuSO4.5H2O (0.15 equivalents) was added, and the mixture was stirred at room temperature for two days. After determining the consumption of the alkyne by TLC monitoring, THF was removed from the medium. The mixture was diluted with CH_2Cl_2 and transferred to a separating funnel. The organic phase was washed with water (3 times), and the aqueous phase was extracted with CH_2Cl_2 (3 times) and aqueous saturated NaCl solution (1 time) (60 mL volume). After drying over $MgSO_4$, filtering, and removing the solvent under vacuum, it was washed with hexane (Shaalan & Nahi, 2021).

1,3-bis((1-(p-tolyl)-1H-1,2,3-triazol-4-yl)methoxy)benzene (2a): Molecular Formula: $C_{26}H_{24}N_6O_2$. **M.W**: 452.52 g/mol. **M.P**: 284 ◦C. **Color**: Light Browen. **Yield**: 71 %. **FTIR (cm¡1)**: 3144–2987 (C–H) Aliphatic, 1609, 1586, 1517, 1460, 1380, 1277, 1231, 1180, 1145, 1036, 990, 819, 750, 681, 521. **^{1}H NMR (DMSO, δ)** 7.81-7.79 (2H, d, -ArCH), 7.40-7.42 (2H, d, -ArCH), 7.27-7.23 (1H, t, -Ar-CH), 6.68 (1H, s, -Ar-CH), 6.71-6.69 (1H, s, -ArCH), 5.23(2H, s, -OCH_2), 2.39 (3H, s, -CH_3) (. **Elemental Analysis:** Calc. For $C_{26}H_{24}N_6O_2$: C%:69.01; H%:5.35; N%: 7.07 **Found:** C%:69.20; H%:5.017; N%:7.29.

.

43.3 Biological Activities

43.4 α-glucosidase Inhibitory Activity Assays

The inhibitory ability of title compound on α-glucosidase was evaluated following the previously reported procedure with minor adjustment (Abchir et al., 2024). For this, α-glucosidase from Saccharomyces cerevisiae was purchased from Sigma Aldrich, and p-nitrophenyl-α-D-glucopyranoside (p-NPG) acted as a substrate. Acarbose was used as the positive control. In summary, the compound (acarbose) and the enzyme (0.1 U/mL) were dissolved in 0.1 M potassium phosphate buffer (pH 6.8). Then, 10 µL of the compound and 150 µL of the enzyme were added to 96-well plates and left to incubate at 37 °C for 15 minutes. Subsequently, 40 µL of 1.25 mM substrate (dispersed in 0.1 M potassium phosphate buffer, pH = 6.8) was added to each well to instigate the enzymatic reaction. The end point of the experiment was the determination of the absorbance values of each well at 405 nm. This was done by a Varioskan Lux multifunction microplate reader (Thermo Fisher Scientific) after another incubation at 37 °C for 0.5 h. The inhibition percentage of α-glucosidase activity was then calculated using the following equation:

$$\text{Inhibition (\%)} = (1 - \Delta A \text{ sample}/\Delta A \text{ control}) \times 100.$$

The IC_{50} values signify the concentration of tested derivatives or acarbose. These values inhibit fifty percent of the enzyme activity. GraphPad Prism calculated the IC_{50} values. All experiments were performed three times.

44. RESULTS AND DISCUSSION

44.1 Chemistry

A symmetric 1,2,3-triazole compound was synthesized via a copper-catalyzed azide-alkyne cycloaddition reaction. First, methyl azide was prepared by a two-step reaction. Then, the substituted recorcinol compound was reacted with propargylated bromide to obtain the propargylated compound. Finally, the symmetric-triazole derivative (**Fig.2.1**) was synthesized by a Cu(I)-catalyzed click reaction of azidomethyl and propargyl compounds in H2O/THF medium at room temperature. Remarkably, the synthesized symmetric-triazole compound is light brown in color and stable in air. The purity and structures of the compounds were definitively determined using FTIR, 1H NMR, and elemental analysis. The synthesized symmetric-triazole compound was obtained in good yield and purity. The purity of the sample was confirmed by elemental analysis. Experimental C, H, and N% values were consistent with the calculated values of the expected structure. The structure of the symmetric-triazole compound was characterized by FTIR and ^{1}H NMR spectroscopies. Studies on the biological activities of the symmetric-triazole hybrid compound have revealed that this molecule possesses promising pharmacological properties. In particular, the combination of the hydrophobic nature of the phenyl moiety containing a methyl group in the para position and the strong target-binding capacity of the triazole group confers a wide range of biological activities to these hybrid structures. The symmetric-triazole derivative has attracted great interest due to its easy synthesis and, in particular, its enzyme inhibition properties, which contribute to its significant biological activities. These properties position symmetric-triazole hybrids as promising candidates among next-generation therapeutic agents.

44.2 Evaluation of FTIR Spectrum of a Symmetric 1,2,3-Triazole Compound

The FTIR spectra of the symmetric-triazole compound are given in **Fig.3.1** In the spectrum of the triazole compound, the characteristic absorption bands around 3144–2927 cm^{-1} are attributed to the C-H stretching of the triazole ring, indicating the formation of the triazole compound. The FTIR spectra of the symmetric-triazole compound do not show stretching peaks of azides (~2100 cm^{-1}) and alkynes (~2100 cm^{-1}), indicating the formation of the products.

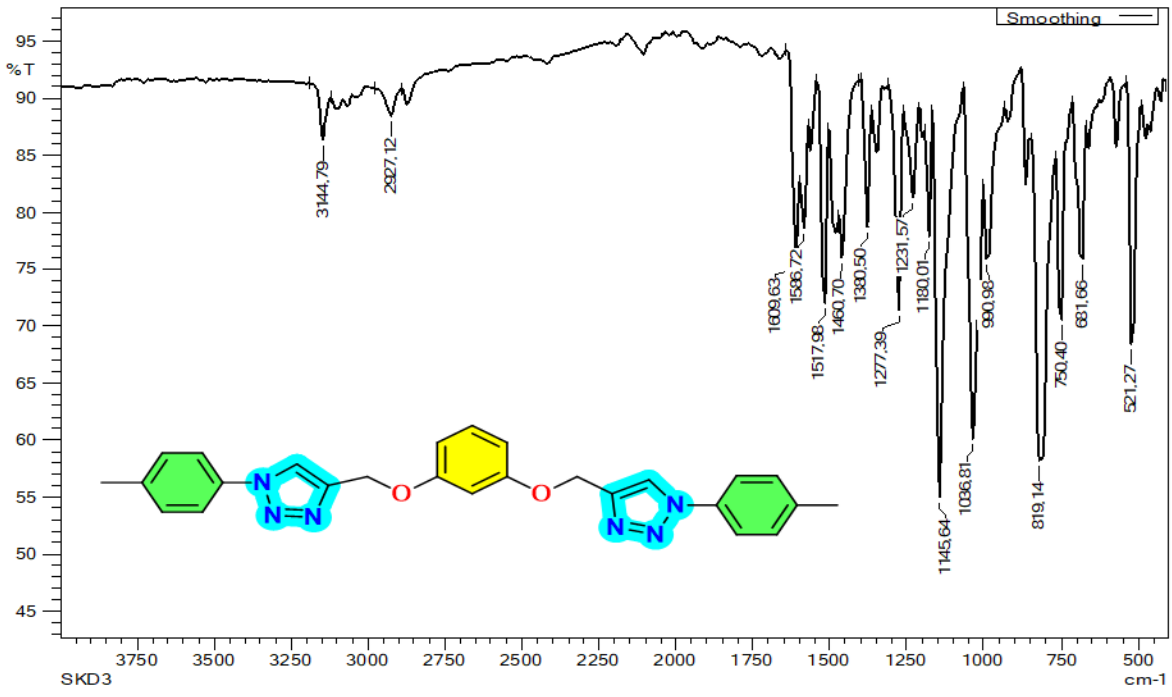


Fig. 3.1 FTIR spectrum of compound 2a

44.3 Evaluation of ^{1}H-NMR Spectrum of Symmetric 1,2,3-Triazole Compound

In the ^{1}H NMR spectra of the symmetric-triazole compound, the characteristic single peak of the triazole proton was observed at 8.92 ppm [41]. In the spectra of the compound, protons belonging to the aromatic groups were observed as single and double at 7.819–6.69 ppm. The protons belonging to the substituted -CH_2 group were attributed to the single peak at 5.23 ppm. The single signal at 2.39 ppm was attributed to the methyl group signal attached to the phenyl ring. The 1H NMR signals of the substitute groups were observed in the expected regions.

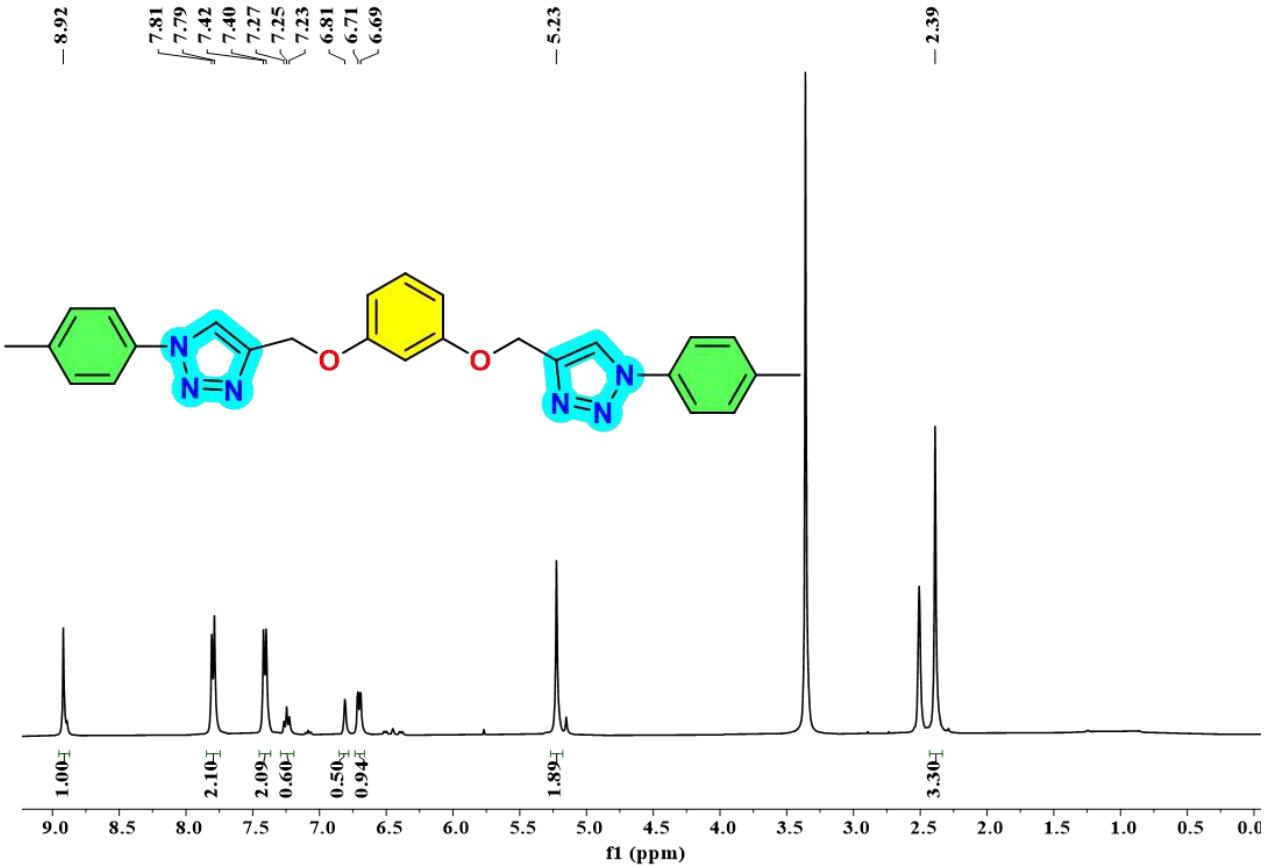


Fig. 3.2 ^{1}H NMR spectrum of compound 2a

44.4 In vitro enzyme inhibition results of compound

The synthesized symmetric-1,2,3-triazole was evaluated for its α-glucosidase inhibitor properties according to the general protocol (Wilkinson, 2007). The synthesized compounds showed significant inhibition with IC_{50} values of 15.02 ± 0.178 μM compared to standard acarbose (IC_{50}=140.15 ± 0.1845 μM). The compound was found to be significantly active with inhibition in the concentration range of 98.48-0.098 mM. It appears that the compound may have a central triazole structure that activates with the enzyme site. The methyl group at the p positions in the aromatic ring helped in enzyme inhibition through hydrophobic or van der Waals interaction with the enzyme and increased its activity. As seen in Fig. 3.3, enzyme inhibition increased with increasing concentration and remained constant at a certain concentration. The compound was found to exhibit approximately 30 times better activity than standard acarbose. This increased activity is likely due to the methyl and triazole groups.

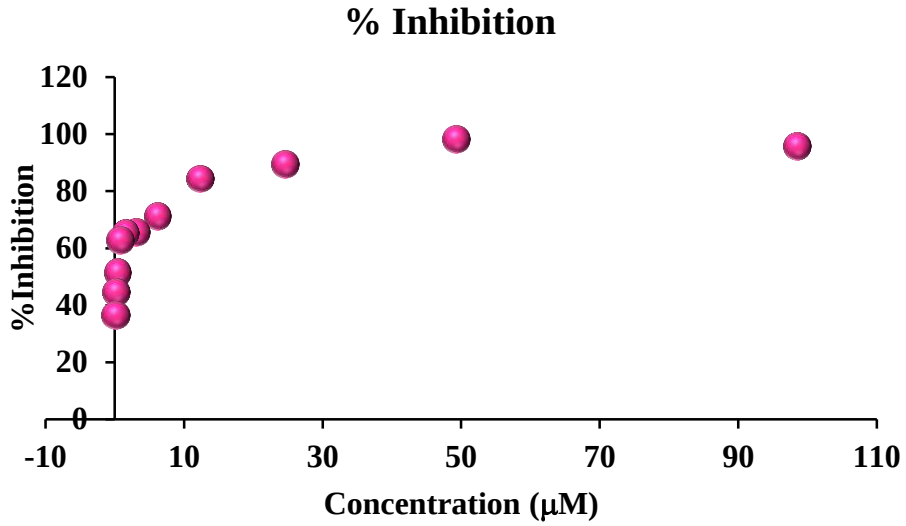


Fig. 3.3 Concentration-dependent percentage inhibition graph of compound 2a.

45. CONCLUSIONS

The SKD3 compound was synthesised using a click chemistry method. Significantly, this compound had not been synthesised before in the literature. The synthetic methodology employed and the investigation of the α-glucosidase inhibitor activity of the symmetric 1,2,3-triazole compound presented in this report are novel aspects. This study reports for the first time that the SKD3 compound possesses intestinal α-glucosidase inhibitor and antihyperglycaemic activity. Therefore, it can serve as a model compound for designing and developing therapeutics based on α-glucosidase inhibitor antihyperglycaemic activity. This study also introduces the 1,2,3-triazole compound as a new class of α-glucosidase inhibitors.

REFERENCES

Abchir, O., Khedraoui, M., Yamari, I., Nour, H., Errougui, A., Samadi, A., & Chtita, S. (2024). Exploration of alpha-glucosidase inhibitors: A comprehensive in silico approach targeting a large set of triazole derivatives. *PLoS ONE*, *19*(9), 1–22. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0308308

Avula, S. K., Khan, A., Rehman, N. U., Anwar, M. U., Al-Abri, Z., Wadood, A., Riaz, M., Csuk, R., & Al-Harrasi, A. (2018). Synthesis of 1H-1,2,3-triazole derivatives as new α-glucosidase inhibitors and their molecular docking studies. *Bioorganic Chemistry*, *81*(July), 98–106. https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2018.08.008

Erdoğan, E., Güngör, Ö., Güngör, S. A., Köse, M., & Tümer, M. (2025). New 1,2,3-triazole-quinazolinone skeleton as potential cholinesterase and α-amylase inhibitors: In vitro and in silico studies. *Journal of Molecular Liquids*, *424*(January). https://doi.org/10.1016/j.molliq.2025.126986

Gungor, O., Veziroglu, Y. E., Kose, A., Gungor, S. A., & Kose, M. (2025). New 1,2,3-triazoles and their oxime derivatives: AChE/BChE enzyme inhibitory and DNA binding properties. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, *43*(3), 1593–1610. https://doi.org/10.1080/07391102.2023.2292298

Home, P. (2005). Contributions of basal and post-prandial hyperglycaemia to micro- and macrovascular complications in people with type 2 diabetes. *Current Medical Research and Opinion*, *21*(7), 989–998. https://doi.org/10.1185/030079905X49662

Insel, R. A., Dunne, J. L., Atkinson, M. A., Chiang, J. L., Dabelea, D., Gottlieb, P. A., Greenbaum, C. J., Herold, K. C., Krischer, J. P., Lernmark, A., Ratner, R. E., Rewers, M. J., Schatz, D. A., Skyler, J. S., Sosenko, J. M., & Ziegler, A. G. (2015). Staging presymptomatic type 1 diabetes: A scientific statement of jdrf, the endocrine society, and the American diabetes

association. *Diabetes Care*, *38*(10), 1964–1974. https://doi.org/10.2337/dc15-1419
Kazempour-Dizaji, M., Mojtabavi, S., Sadri, A., Ghanbarpour, A., Faramarzi, M. A., & Navidpour, L. (2023). Arylureidoaurones: Synthesis, in vitro α-glucosidase, and α-amylase inhibition activity. *Bioorganic Chemistry*, *139*(April), 106709. https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2023.106709
Rozi, M., & Darlan, D. (2018). Sumatera Medical Journal. *Sumatera Medical Journal (SUMEJ)*, *02*(02), 85–95. https://scholar.archive.org/work/qhduuy7vzbav7f42jtiu5oqlpy/access/wayback/https://talenta.usu.ac.id/smj/article/download/724/669
Shaalan, H. A., & Nahi, R. J. (2021). *Synthesis and In Vitro Antioxidant Activity Study of Some New Azoles Synthesis and In Vitro Antioxidant Activity Study of Some New Azoles Derivatives as Sulfa Drugs*. *August*, 0–5.
Singh, A., Singh, K., Sharma, A., Kaur, U., Kaur, K., & Mohinder Singh Bedi, P. (2024). Recent Developments in 1,2,3-Triazole Based α-Glucosidase Inhibitors: Design Strategies, Structure-Activity Relationship and Mechanistic Insights. *Chemistry and Biodiversity*, *21*(9). https://doi.org/10.1002/cbdv.202401109
Wilkinson, B. L. (2007). *Synthesis of Novel Carbohydrate Based Enzyme Inhibitor Libraries Utilising Click Chemistry*. *March*, 271p. https://doi.org/10.25904/1912/557

TÜRKİYE CUMHURİYETİ İLE SOMALİ ARASINDAKİ DIŞ TİCARETİN ENFLASYONA VE DİĞER MAKROİKTİSADİ GÖSTERGELERE ETKİSİ

Mustafa Kerem BÖRÜ
Istanbul Gelisim University, Vocational School, Banking and Insurance, 34310 Avcılar, İstanbul
ORCID: 0000 0001-8233-1484
Esat DAŞDEMİR
Dr., Bağımsız Araştırmacı
ORCID: 0000-0001-8950-2020

ÖZET
Türkiye Cumhuriyeti'nin sahraaltı ekonomilere yönelik dış ticaret politikası 2005-2006 yılları itibariyle pozitif yönde bir kırılma yaşamıştır. Türkiye'nin Afrika kıtası ülkeleriyle yaptığı ticaret Mısır, Libya ve Cezayir gibi Akdeniz'e kıyısı olan ülkelere yoğunlaşırken, bu tarih itibariyle sahraaltı ülkelere yönelik ekonomik iş birlikleri de önem kazanmıştır. Nüfus büyüklüğü, stratejik konumu ve önemli bir lojistik merkezi olması nedeniyle Somali, Türkiye ekonomisinin Sahraaltı ekonomilere yönelik bu değişen politikasında önemli bir yere sahiptir. İki ülke arasındaki dış ticaretin hacmi küçük olsa da toplam ticaretteki payı logaritmik olarak artmaktadır. 2005'te Somali ile yapılan ticaretin toplam ticaretteki payı yaklaşık ortalama on binde 0,16'yken bu oran Nisan 2020'de on binde 10,1 düzeyine ulaşmıştır ve Ağustos 2025 döneminde on binde 4,4 olarak gerçekleşmiştir. Bu çalışma, düşük hacimlerde ancak büyük oranlarda yaşanan Türkiye ile Somali dış ticaretindeki değişimin Türkiye ekonomisindeki temel ekonomik göstergelere etkisini incelemiş ve Türkiye'nin Somali'ye yaptığı net ihracatın enflasyona etki edebileceği bulgusuna ulaşmıştır. Çalışma kapsamında yapılan incelemeler göstermektedir ki, Somali ile yapılan dış ticaretin hacmi ya da dış ticaretin payı Türkiye ekonomisinde enflasyonu istatistiki olarak etkilememektedir. Ancak Somali'ye yapılan net ihracat Türkiye ekonomisinde az da olsa etkiye sahip olabilmektedir. Ocak 2011 ile Ağustos 2025 dönemini kapsayan analiz göstermektedir ki Türkiye'nin Somali'ye yaptığı net ihracatın toplam ticaret hacmine oranındaki aylık değişim (NXS) arttıkça aylık enflasyon azalmaktadır. İstatistiki olarak anlamlı bulunan bu etki çok düşük düzeyde tespit edilmiştir. NXS'deki 1 birim artış aylık enflasyonu yaklaşık 0,00036 birim azaltmaktadır. Çalışma kapsamında yapılan incelemeler Somali ile yapılan ticaretin Türkiye ekonomisindeki diğer makroiktisadi göstergelere istatistiki olarak anlamlı bir etkiye sahip olmadığını göstermektedir. Çalışmanın bulguları Türkiye ekonomisinin ticaretini gelişmekte olan ülkelere kaydırmasının Türkiye ekonomisinin makroiktisadi göstergelerine olumlu etki edebileceğini göstermektedir.
Anahtar Kelimeler: Dış Ticaret, Enflasyon, Net İhracat, Afrika Ekonomisi, Somali Ekonomisi

THE EFFECT OF FOREIGN TRADE BETWEEN THE REPUBLIC OF TURKIYE AND SOMALIA ON INFLATION AND OTHER MACROECONOMIC INDICATORS

ABSTRACT
The Republic of Turkey's foreign trade policy toward sub-Saharan economies experienced a positive shift between 2005 and 2006. While Turkey's trade with African countries focused on Mediterranean coastal countries such as Egypt, Libya, and Algeria, economic cooperation with sub-Saharan countries also gained importance during this period. Somalia, due to its large population, strategic location, and position as a major logistics hub, holds a significant place in the Turkish economy's evolving policy toward sub-Saharan economies. While the volume of foreign trade between the two countries is small, its share of total trade is increasing logarithmically. While the share of trade with Somalia in total trade was approximately 0.16

per ten thousand in 2005, this ratio reached 10.1 per ten thousand in April 2020 and reached 4.4 per ten thousand in August 2025. This study examined the impact of changes in Turkey's foreign trade with Somalia, which are low in volume but significant in magnitude, on key economic indicators in the Turkish economy and found that Turkey's net exports to Somalia may impact inflation. The analysis conducted within the scope of the study indicates that the volume or share of foreign trade with Somalia does not statistically affect inflation in the Turkish economy. However, net exports to Somalia may have a small impact on the Turkish economy. The analysis covering the period January 2011 to August 2025 shows that as the monthly change in the ratio of Turkey's net exports to Somalia to total trade volume (NXS) increases, monthly inflation decreases. This statistically significant effect was found to be very small. A 1-unit increase in NXS reduces monthly inflation by approximately 0.00036 units. The analysis conducted within the scope of the study indicates that trade with Somalia does not have a statistically significant impact on other macroeconomic indicators in the Turkish economy. The findings of the study show that shifting the Turkish economy's trade to developing countries may have a positive impact on the macroeconomic indicators of the Turkish economy.
Keywords: Foreign Trade, Inflation, Net Exports, African Economy, Somali Economy

1. GİRİŞ

21.yüzyılda hız kazanan küreselleşme ve bölgesel iş birliği süreçleri, ülkeler arasındaki ticari, diplomatik ve ekonomik ilişkilerin yoğunlaşmasına zemin hazırlamış, gelişmekte olan ülkeler için dış ticaretin kalkınma üzerindeki rolü daha belirgin hale gelmiştir. Türkiye, bu dönemde Afrika ülkeleriyle ilişkilerini güçlendirmek için stratejik açılım politikalarını devreye sokmuş, bu bağlamda ticaret, diplomasi ve insani yardım alanlarında pek çok Afrika ülkesiyle önemli ortaklıklar kurmuştur. Afrika'nın stratejik konumu ve ekonomik potansiyeli, Türkiye açısından yeni pazar olanakları sunarken, özellikle Somali gibi ülkelerle kurulan ilişkiler, siyasi ve ekonomik açıdan öne çıkmaktadır.

Somali hem coğrafi hem de jeopolitik konumu itibariyle Türkiye'nin Afrika'daki açılım politikalarında özel bir yere sahiptir. Özellikle 2000'li yılların başından itibaren Türkiye, Somali'ye yönelik ticari, ekonomik, insani yardım ve güvenlik alanlarında çeşitli girişimlerde bulunmuş ve Somali'nin yeniden yapılandırılması sürecinde aktif bir rol üstlenmiştir. Bu dönemde Türkiye'nin Somali'de yaptığı yatırımlar, altyapı projeleri, sağlık ve eğitim alanındaki yardımlar ve insani yardımlar ülkedeki kalkınma sürecine katkı sağlamış, aynı zamanda Somali işgücü piyasasında da belirgin bir istihdam etkisi yaratmıştır.

Bu makale, 2000–2023 dönemini kapsayacak şekilde, iki ülke arasındaki ticari ilişkilerin makroekonomik etkilerini bütünsel bir yaklaşımla analiz etmeyi amaçlamaktadır. Araştırmanın temel hedefi, dış ticaret akımlarının Somali ekonomisinde enflasyon, büyüme, istihdam, döviz kurları ve ödemeler dengesi gibi temel göstergeler üzerindeki etkisini nicel ve nitel yöntemlerle ortaya koymaktır. Çalışma, öncelikle Türkiye'nin 2000 öncesi Afrika politikasının genel çerçevesini çizerek tarihsel bir arka plan sunacak; ardından 2000 sonrası dönemdeki aktif Afrika stratejisinin, özellikle Somali özelinde nasıl somut bir ticari ve yatırımsal boyut kazandığını inceleyecektir. Bu kapsamda, Türkiye'nin Somali'de gerçekleştirdiği altyapı projeleri, sağlık ve eğitim yatırımları ile ticari faaliyetlerin, ülkenin makroekonomik yapısını nasıl şekillendirdiği ve enflasyon gibi hassas bir değişken üzerinde ne tür bir baskı veya dengeleyici rol oynadığı irdelenecektir. Araştırmanın önemli bir boyutunu, dış ticaretin istihdam üzerindeki etkisinin ekonometrik olarak modellenmesi oluşturacaktır. Türkiye kaynaklı yatırım ve ticaretin Somali'de yarattığı doğrudan ve dolaylı istihdam etkisi, nicel veriler ve literatür bulguları ışığında analiz edilecektir.

Literatür taraması ile desteklenen bu çok boyutlu analiz, Türkiye-Somali ticaretinin makroekonomik sonuçlarını anlamaya yönelik kapsamlı bir çerçeve sunmayı hedeflemektedir.

Bu çerçevede, dış ticaret ile işgücü piyasası dinamikleri ve enflasyonist süreçler arasındaki ilişki, nedensellik ve eşbütünleşme testleri gibi zaman serisi yöntemleriyle sınanacaktır.
Elde edilecek bulgular ışığında, hem Türkiye'nin Afrika'ya yönelik dış ticaret ve yatırım politikalarının etkinliği değerlendirilecek, hem de Somali'nin enflasyon kontrolü, istihdam artışı ve sürdürülebilir büyüme hedefleri doğrultusunda politika önerileri geliştirilecektir. Çalışmanın, Türkiye'nin Afrika'daki ekonomik politikalarının makroekonomik etkilerine odaklanan literatüre katkı sağlaması ve politika yapıcılar için ampirik temelli bir rehber işlevi görmesi beklenmektedir.

2. TÜRKİYE-SOMALİ İLİŞKİLERİ TARİHSEL GELİŞİMİ

2.1. 2000 Öncesi Türkiye- Somali ilişkisi

Türkiye ve Somali arasındaki ekonomik ilişkiler, 2000 sonrası dönemde hız kazanmış olsa da bu ilişkinin temelleri daha önceki yıllarda atılmıştır. 20. yüzyıl boyunca Türkiye, Afrika ülkeleriyle sınırlı bir ticaret ve ekonomik iş birliği düzeyini sürdürmüştür. Bu sınırlı ilişkinin temelinde, siyasi, ekonomik ve coğrafi engellerin yanı sıra küresel sistemin etkileri de rol oynamıştır. Bu bölümde, 2000 öncesi on yıllık dönemde Türkiye'nin Afrika kıtasıyla olan ekonomik ilişkilerinin gelişimi ve karşılaşılan başlıca ekonomik problemler incelenecektir.
Genel bakışta Türkiye'nin Afrika kıtasıyla ilişkilerinin temelleri Osmanlı İmparatorluğu'nun Kuzey Afrika'daki varlığına dayansa da Cumhuriyet döneminde bu ilişkiler büyük ölçüde sekteye uğramıştır. 1960'larda Afrika ülkelerinin bağımsızlıklarını kazanmasıyla birlikte, Türkiye bu ülkelere yönelik diplomatik açılımlar gerçekleştirmeye başlamış, ancak bu çabalar ekonomik ilişkilerin geliştirilmesinde yeterli olmamıştır. 1970'lerde bazı Afrika ülkeleriyle ticaret hacmi artırılmaya çalışılsa da Türkiye'nin o dönemdeki ekonomik ve dış politika öncelikleri, Afrika kıtasını kapsayacak şekilde genişlememiştir.
1970'li yıllarda petrol krizi gibi küresel ekonomik şoklar, Türkiye ve Afrika ülkelerinin karşılıklı ticari ilişkilerini geliştirme çabalarını daha da zorlaştırmıştır. Türkiye, 1980'lerde uygulamaya koyduğu ekonomik liberalleşme politikaları kapsamında ihracatı teşvik etmeye çalışmış, ancak Afrika kıtası ile ekonomik ilişkilerde önemli bir ilerleme kaydedilmemiştir. 1990'lı yıllarda da Somali ile sınırlı ekonomik ve ticari ilişkiler sürmüş, ancak Türkiye'nin ekonomik olarak odaklandığı ana bölgeler Avrupa ve Orta Doğu olmuştur. Dolayısıyla, Afrika kıtası 2000 öncesi dönemde Türkiye'nin ticari öncelikleri arasında düşük bir konumda kalmıştır.
Türkiye – Somali Ekonomik İlişkilerinde Karşılaşılan Sorunları madde madde ele alırsak dört ana başlıkta toplayabiliriz. Bunlar;

- Siyasi İstikrarsızlık ve Güvenlik Sorunları: Somali, 1970'lerden itibaren iç karışıklıklarla karşı karşıya kalmış ve devlet yapısı zayıflamıştır. 1991 yılında başlayan iç savaş, Somali'yi ciddi bir siyasi kriz ortamına sürüklemiş ve bu süreçte ülkenin ekonomik yapısı büyük bir çöküş yaşamıştır. Türkiye açısından Somali'de yatırım yapma veya ticari ilişki geliştirme isteği olsa dahi, ülkedeki güvenlik ve siyasi istikrar eksikliği nedeniyle bu olanaklar sınırlı kalmıştır. Ticari faaliyetlerin sürdürülebilirliğini riske atan bu istikrarsızlık, Türk iş insanlarının Somali pazarına girişini zorlaştırmıştır.
- Ekonomik Kapasitenin Düşüklüğü: 2000 öncesi dönemde Somali, ekonomik olarak oldukça zayıf bir yapıya sahipti. Tarım ve hayvancılığa dayalı bir ekonomi olan Somali, sanayi altyapısına sahip değildi ve dış ticarette rekabet edebileceği ürün çeşitliliğinden yoksundu. Türkiye açısından Somali'deki sınırlı ekonomik kapasite, ticaret potansiyelini daraltmış ve ticaret hacminin gelişmesini engellemiştir. Ayrıca Somali'nin ihracat yapabileceği ürünlerin sınırlı olması, iki ülke arasında ticaret dengesizliği yaratmış ve ekonomik ilişkileri zayıflatmıştır.

- Diplomatik İlişkilerin Zayıflığı: Türkiye'nin Afrika kıtasında 2000 öncesi dönemde sınırlı diplomatik varlık göstermesi, Somali ile ekonomik ilişkilerin gelişimini olumsuz etkilemiştir. Türkiye'nin Somali'deki diplomatik temsil kapasitesi, ekonomik işbirlikleri kurmak ve ticaret hacmini artırmak için yetersiz kalmıştır. Bunun yanı sıra, Somali'deki siyasi belirsizlikler, Türkiye'nin diplomatik kanallar üzerinden iş ilişkileri kurmasını zorlaştırmış, iki ülke arasındaki ekonomik bağların güçlenememesine neden olmuştur.
- Uluslararası Rekabet: 2000 öncesi dönemde Somali, Türkiye'nin ilgisinden çok eski sömürgeci güçler olan İngiltere, Fransa ve İtalya'nın ekonomik etkisi altında kalmıştır. Türkiye, kıtadaki güçlü uluslararası oyuncularla rekabet edebilecek düzeyde bir ekonomik altyapıya ve finansal kaynağa sahip olmadığından, Somali pazarında daha etkin bir konum elde etmesi zorlaşmıştır. Türkiye'nin Afrika genelinde etkin rol üstlenmesini geciktiren bu rekabet, Türkiye-Somali ticari ilişkilerinin gelişimini sınırlayan başlıca etkenlerden biri olmuştur.

Özetle; 2000 yılı öncesinde Türkiye ile Somali arasındaki ticaret hacmi oldukça düşük seviyelerde seyretmiştir. Türkiye'nin Somali'ye ihracatı, sınırlı sayıda tüketim ve sanayi ürünüyle kısıtlı kalmış, Somali'nin Türkiye'ye yönelik ihracatı ise neredeyse yok denecek kadar az olmuştur. Her iki ülkenin de içsel ekonomik kısıtları, ticaret ilişkilerini geliştirmede önemli engellerden biri olarak ortaya çıkmıştır. Türkiye açısından Somali, ekonomik potansiyeli düşük bir pazar olarak değerlendirilmiş, Somali ise Türkiye'yi bir ticaret ortağı olarak kabul edebilecek güçlü bir altyapıya sahip olmamıştır.

2.1. 2000 Sonrası Türkiye- Somali ilişkisi

2000 sonrası Türkiye-Somali ilişkileri, Türkiye'nin Afrika kıtasına açılım politikasının bir parçası olarak hızla gelişmiş ve çok yönlü bir iş birliğine dönüşmüştür. Bu dönemde özellikle ticaret hacmi, doğrudan yatırımlar ve resmi kalkınma yardımları gibi makro ekonomik göstergelerde belirgin bir artış gözlenmiştir. Türkiye ve Somali arasındaki ticaret hacmi, 2000'li yılların başından bu yana istikrarlı bir artış göstermiştir. 2003 yılında yaklaşık 5 milyon dolar seviyelerinde olan ikili ticaret hacmi, 2023 yılı itibarıyla 300 milyon doları aşmıştır. Bu ticaretin büyük bir kısmını Türkiye'nin Somali'ye yaptığı ihracat oluşturmaktadır. Türkiye, Somali'ye gıda, inşaat malzemeleri, tekstil ürünleri ve sağlık ekipmanları gibi ürünlerde önemli ölçüde ihracat yapmaktadır.

Türkiye'nin Somali'deki doğrudan yatırımları, altyapı projeleri ve sağlık, eğitim gibi sektörlerde yoğunlaşmıştır. Türkiye'nin başkent Mogadişu'da gerçekleştirdiği büyük projelerden biri Mogadişu Havalimanı ve Mogadişu Limanı'dır. 2015 yılında Türk şirketi Albayrak Grubu tarafından işletmeye alınan Mogadişu Limanı, Somali'nin ticaret kapasitelerini artırmış ve Türkiye'nin Somali'deki varlığını güçlendirmiştir. Türkiye'nin Somali'ye yaptığı doğrudan yatırımların toplam değeri 2023 itibarıyla 100 milyon doların üzerine çıkmıştır. Türkiye, Somali'ye hem insani hem de kalkınma yardımları sağlamaktadır. 2011 yılındaki büyük kıtlık döneminden sonra Türkiye'nin Somali'ye yönelik yardımları artmış, o tarihten bu yana Türkiye, Somali'ye yıllık ortalama 30 milyon dolar civarında resmi kalkınma yardımı yapmıştır. Bu yardımlar, sağlık merkezleri, okullar, su ve sanitasyon projeleri gibi kalkınma ihtiyaçlarının karşılanmasına katkıda bulunmuştur. Türkiye'nin Somali'deki yatırımları, yerel işgücü piyasasında istihdam yaratma açısından etkili olmuştur. Özellikle Türk şirketleri tarafından işletilen projeler Somali'de yüzlerce kişiye doğrudan iş imkânı sunmuştur. Mogadişu Limanı'nın işletmesi ile yaklaşık 1,000 kişilik yeni istihdam yaratılmıştır. Ayrıca Türkiye'nin sağlık ve eğitim sektörüne yönelik yatırımları, uzun vadeli olarak nitelikli işgücünün gelişmesine de katkı sağlamaktadır. Türkiye'nin Somali'ye yönelik ticari ve ekonomik faaliyetleri, Somali'nin dış ticaret açığının azalmasına ve ekonomik büyüme oranının yükselmesine katkıda bulunmuştur. Türkiye'nin Somali'ye ihracatı, Somali'nin ithalat

gereksinimlerini karşılamada önemli bir rol oynarken, altyapı projeleri ve yatırımlar da Somali'nin gayri safi yurtiçi hasılasına (GSYH) pozitif bir katkı sağlamıştır. Bu makroekonomik veriler, Türkiye-Somali ilişkilerinin Somali ekonomisi üzerinde önemli bir etkisi olduğunu ortaya koymakta ve iki ülke arasındaki ekonomik iş birliğinin derinleşerek geliştiğini göstermektedir.

3. LİTERATÜR

Türkiye Cumhuriyeti ile Somali arasındaki dış ticaret ilişkilerinin, her iki ülkenin makroekonomik performansı – özellikle enflasyon, ekonomik büyüme, döviz kurları ve ödemeler dengesi – üzerindeki etkisi, akademik literatürde giderek artan bir ilgi görmektedir. Bu alandaki çalışmalar genel olarak iki eksende ilerlemektedir: bir grup araştırmacı, iki ekonomi arasındaki uzun vadeli denge ve eşbütünleşme ilişkilerini analiz ederken, diğer bir grup ise kısa vadeli dinamik etkileşimler, nedensellik bağları ve şok tepkileri üzerine odaklanmaktadır. Ancak konunun tam olarak anlaşılabilmesi için yalnızca ekonomik verilerin ekonometrik analizi yeterli değildir. İkili ticaretin yapısı ve hacmi, doğrudan iki ülke arasındaki siyasi ilişkilerin seyri ve alınan stratejik kararlarla şekillenmektedir. Bu nedenle, Türkiye'nin Somali'ye yönelik 2000'li yılların sonlarından itibaren derinleşen insani, askeri ve diplomatik ilerleme ticari ilişkilerin hızla kurumsallaşması ve genişlemesi için gerekli güven ve altyapıyı sağlamıştır. Dolayısıyla, bu konuya ilişkin kapsamlı bir literatür taraması, yalnızca iktisadi modelleri ve ampirik bulguları değil, aynı zamanda ilişkilerin arka planını oluşturan siyasi dinamikleri ve kurumsal düzenlemeleri de içermelidir. Bütünsel bakış açısı çerçevesinde, konuyu ele alan başlıca çalışmalar ve yaklaşımlar aşağıda özetlenmektedir.

Sumaya Abdullahi Hersi, & Aşkım Nurdan Tümbek Tekeoğlu (2022), tarafından yapılan çalışmada 2006 yılı ilk çeyreğinden 2020 yılının dördüncü çeyreğine kadar üçer aylık dönemlerde ikili ticaret, faiz oranları, hükümet harcamaları, döviz kurları, GSYİH ve ticaret hadleri verileri çeşitli ekonometrik analizler aracılığıyla araştırılmıştır. Uygulanan Granger nedensellik testinde, doğrudan yabancı yatırım olarak gerçekleşmese de ikili ticaret işlemlerinin GSYİH'ye pozitif etki sağladığı sonucu elde edilmiştir. Bir diğer bulgu ise doğrudan yabancı yatırım (DYY) ile GSYİH arasında bir korelasyon tespit edilemediğidir.

Abdulkarim Yusuf Abdulle (2022), Economic Relations Between Türkiye and Somalia-Prospects and Challenges isimli çalışmasında Türkiye'nin 2011 yılından beri benimsediği politikalarla Somali'nin ekonomik ve siyasi arenasında aktif yer aldığını vurgulamaktadır. Bu durum iki ülke arasındaki ticaret hacmini muazzam bir şekilde arttırmaktadır. Türkiye'den Somali'ye ihracat, 2011-2021 yılları arasında on yılda rekor bir artışla 3,5 milyon ABD dolarından 273 milyon ABD dolarına yükselmiştir. Bu durum, ikili ilişkilerde ekonominin önemini ortaya koymaktadır. Ekonomik olarak, Türkiye'nin ürünleri Somali tüketicileri arasında geniş kabul görmektedir düşüncesini ortaya koymuştur.

Hassan , S. M. (2022), araştırmasında 2011-2020 yılları arasında Afrika ile Türkiye arasında gelişen ticari ilişkileri, özellikle de Somali ile Türkiye arasındaki ekonomik ve ticari dinamikleri ortaya çıkarmayı hedeflemiştir. Çalışmanın bulguları, ikili ticaret dengesinin Türkiye lehine fazla verdiğini ortaya koymaktadır. İki ülke arasındaki ticaret hacmi, incelenen dönemde kayda değer bir büyüme trendi sergilemiştir. 2011 yılında 42 milyon ABD Doları seviyesinde başlayan toplam dış ticaret, 2012'de yaklaşık 45 milyon Dolara ulaşmıştır. Hacim, 2015'te 72 milyon Dolar, 2016'da ise önemli bir sıçramayla 118 milyon Dolar olarak gerçekleşmiştir. Büyüme eğilimi 2017 yılında da devam etmiş ve bir önceki yıla kıyasla %21'lik bir artışla toplam ticaret 143,7 milyon Dolar seviyesine yükseldiğini belirtmektedir.

Abdı, I., Nas, Ç., & Taşçı, F. (2021)'ya göre Türkiye, kalkınma, iş birliği ve insani yardımı dış politikasını temel dayanağı alarak, sürece derinlemesine dahil olmuştur. Yürütülen siyasi irade, on yıldan kısa bir süre içinde somut karşılık bulmuş; Türkiye'nin çabaları, özellikle operasyonel hızı ve uygulamadaki etkinliği ile dikkat çekmiştir. Bu süreçte Somali'de barış ve güvenliğin

sağlanmasına anlamlı katkıda bulunabilirse, kıtanın ekonomik ve siyasi istikrarını destekleme hedefindeki ABD, Fransa ve İngiltere gibi aktörlerle birlikte Türkiye'de etkili bir siyasi uluslar grubuna dahil olma potansiyeli taşımaktadır görüşünü öne sürmektedir.

3. EKONOMETRİK ANALİZ

Çalışmanın hipotezini test etmek amacıyla Ocak 2011 ile Ağustos 2025 dönemini kapsayan aylık frekanslı verilerle ekonometrik analiz yapılmıştır. Analizde Stata paket programı kullanılmıştır. Analizde yer alan değişkenlere ilişkin bilgiler Tablo 1'deki gibidir.

Tablo 1. Değişkenler ve Açıklamaları

Değişken Adı	Açıklama
ENF	Tüketici Fiyat Endeksi, Aylık % Değişim (aylık enflasyon)
KUR	Döviz Kuru, Aylık % Değişim
NXS	Somali ile Net İhracat (Somaliye yapılan ihracat-Somaliden yapılan ithalat), Aylık % Değişim

Kaynak: ITC (2025), Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (2025)

Analiz edilmek istenen ekonometrik model Denklem 1'de gösterilmektedir.

$$ENF_t = \beta_0 + \beta_1 ENF_{(t-1)} + \beta_2 KUR_{(t-1)} + \beta_3 NXS_{(t-1)} + \mu_t \quad (1)$$

Modelde bağımlı değişken olarak yer alan aylık enflasyon oranı (ENF) modele bir dönem gecikmeli haliyle açıklayıcı değişken olarak da eklenmiştir. Fiyatların geçmişe olan bağlılığı nedeniyle oluşabilecek otokorasyon sorunu ve eksik değişken sorunlarını aşmak için model bu şekilde kurulmuştur. Bununla birlikte optimal AIC değerine istinaden modelde kullanılan açıklayıcı değişkenlerin gecikme uzunluğu bir dönem olarak seçilmiştir. Dolayısıyla model dağılmış gecikmeli dinamik model formunda kurularak analiz edilmiştir.

Zaman serilerinin en temel varsayımı olan durağanlık varsayımı ADF birim kök testiyle sınanmıştır. Ulaşılan sonuçlara göre değişkenlerin düzey değerlerinde durağan olduğu anlaşılmıştır. Sonuçlar Tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 2. Birim Kök Testi Sonuçları (Düzey Değerlerde)

		Kritik Değer			
Değişken	**İstatistik Değeri**	**1%**	**5%**	**10%**	**P Değeri**
ENF	-6.251	-3.484	-2.885	-2.575	0.0000
	-7.507	-4.014	-3.440	-3.140	0.0000
	-4.547	-2.590	-1.950	-1.615	-
KUR	-9.096	-3.484	-2.885	-2.575	0.0000
	-9.309	-4.014	-3.440	-3.140	0.0000
	-7.968	-2.590	-1.950	-1.615	-
NXS	-14.014	-3.484	-2.885	-2.575	0.0000
	-14.507	-4.014	-3.440	-3.140	0.0000
	-13.804	-2.590	-1.950	-1.615	-

Veri yapısı ve modelin varsayımlara yönelik istatistiki tutarlılığına istinaden uygun analiz yönteminin seçimi için gerekli testlerin sonuçları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Varsayımlara İlişkin Test Sonuçları

Normal Dağılım	
Jarque-Bera	
Ki-kare Değeri	2379
P Değeri	0.0000
D'agostino vd. (1990) Basıklık-Çarpıklık Testi	
Ki-kare Değeri	71.52
P Değeri	0.0000
Değişen varyans	
Breusch–Pagan/Cook–Weisberg Testi (i.i.d. Hata Terimleri)	
Ki-kare Değeri	10.19
P Değeri	0.0014
White Test	
Ki-kare Değeri	26.44
P Değeri	0.0017
Otokorelasyon	
Durbin's Alternative Testi	
Gecikme 1	Ki-Kare Değeri: 0.790, P Değeri: 0.3740
Gecikme 2	Ki-Kare Değeri: 2.130, P Değeri: 0.3447
Breusch–Godfrey LM Testi	
Gecikme 1	Ki-Kare Değeri: 0.809, P Değeri: 0.3683
Gecikme 2	Ki-Kare Değeri: 2.177, P Değeri: 0.3366
Çoklu Doğrusal Bağlantı	
VIF (Variance Inflation Factor)	1.18

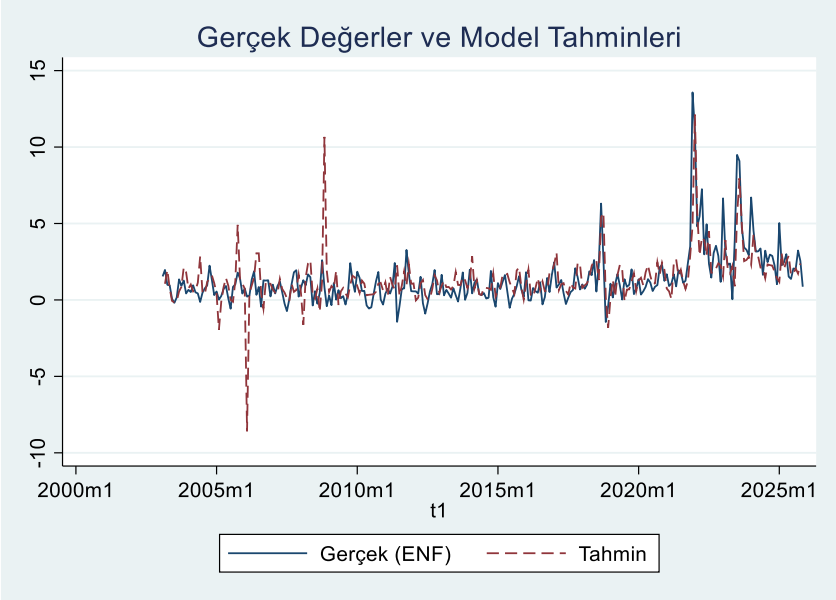
Yapılan testler sonucu ulaşılan değerler göstermektedir ki analiz edilmek istenen modelde kalıntılar normal dağılmamaktadır. Ayrıca %5 hata payında modelde değişen varyans durumu olduğu istatistiki olarak söylenebilir. Otokorelasyon testi sonucunda, %5 hata payında otokorelasyon istatistiki olarak tespit edilmemiştir. Modelde kullanılan değişkenlerde çoklu doğrusal bağlantı tespit edilmemiştir. Ulaşılan sonuçlara göre White (1980) yöntemine istinaden geliştirilen dirençli standart hatalar ile en küçük kareler yöntemi tercih edilmiştir.

Tablo 4: Analiz Çıktıları

DEĞIŞKEN	GECIKME	KATSAYI	DIRENÇLI ST. HATA	T DEĞERI	P DEĞERI

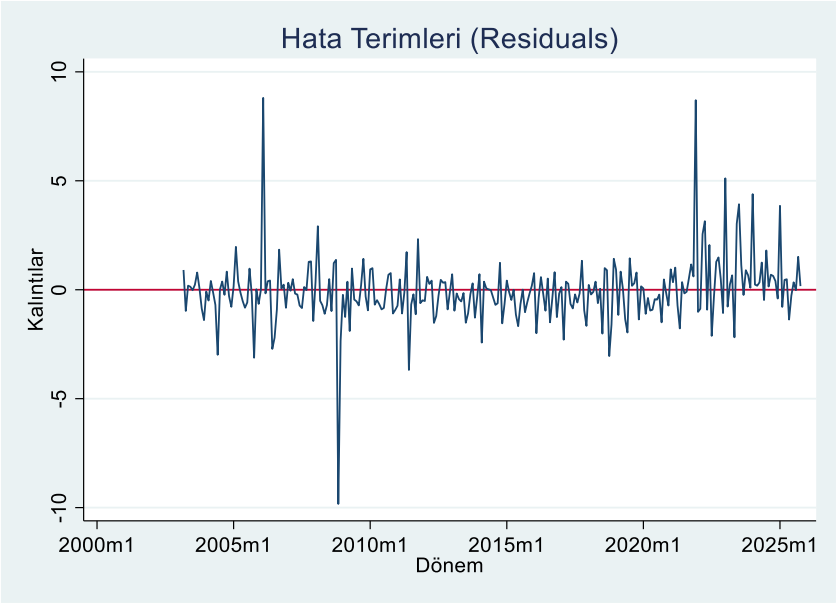
ENF	1	0.45970	0.0475	9.69	0.0000
NXS	1	-0.00036	0.0002	-2.05	0.0420
KUR	1	0.19090	0.0486	3.93	0.0000
SABIT	-	0.56151	0.1034	5.43	0.0000
GÖZLEM SAYISI		178			
F DEĞERI		57.2600			
PROB > F		0.0000			
R-KARE		0.5321			

Tablo 4'de istinaden ulaşılan sonuçlara göre R-kare değeri 0.53 olarak gerçekleşmiştir ve %1 hata payında dahi istatistiki olarak anlamlıdır. Değişkenlerin katsayıları incele ENF'deki 1 birimlik artış 1 ay sonra ENF'yi yaklaşık 0.46 artırmaktadır. NXS'deki 1 birimlik artış 1 ay sonra ENF'yi yaklaşık 0.00036 birim azaltmaktadır. KUR değişkenindeki 1 birimlik artış ise 1 ay sonra ENF'yi yaklaşık 0.19 artırmaktadır. Modelin tahmini ve gerçek değer karşılaştırmaları Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Gerçek değer karşılaştırması

Modelden elde edilen kalıntıların dağılımları Şekil 2'deki gibidir.



Şekil 2. Kalıntıların dağılımı

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında Türkiye ile Somali arasındaki ticaretin Türkiye ekonomisindeki enflasyona ve diğer makroiktisadi değişkenlere etkisi incelenmiştir. Somali ekonomisi sahip olduğu geniş deniz sahası sayesinde Türkiye'nin Sahraaltı ülkelerle ticaretinde önemli bir lojistik merkezi olabilecek kapasiteye sahiptir. Ocak 2011 ile Ağustos 2025 dönemini kapsayan aylık frekanslı ekonometrik analiz sonucu Türkiye'nin Somali'ye yaptığı net ihracattaki aylık değişim bir dönem gecikmeli olarak Türkiye'deki enflasyon oranını düşürmektedir. Ancak Türkiye ile Somali arasındaki ticaret hacminin oldukça düşük düzeyde bulunması bu etkinin boyutunun sınırlı kalmasına neden olmaktadır. Çalışma kapsamında Türkiye ve Somali arasındaki ticaretin Türkiye ekonomisindeki diğer makroiktisadi değişkenlere etkisi analiz edilmiş ancak istatistiki sonuç alınamamıştır.

Ulaşılan sonuçlara istinaden Türkiye'nin Somali ile yaptığı ticaret önemli bir makroiktisadi sorun olan enflasyon sorununu az da olsa azaltıcı bir etki gösterebilmektedir. Bu konu Türkiye ekonomisinin ticaret çeşitliliğinin artışı bağlamında yorumlanırsa dış ticaretin partner ülkeler kapsamında çeşitlendirilmesi Türkiye ekonomisinin makroiktisadi göstergelerine olumlu yansıyabilecektir. Politika yapıcıların yalnızca Somali ya da Sahraaltı Afrika bölgesi değil, gelişmekte olan çevre ülkelerle ekonomik ilişkileri güçlendirmesi gerekmektedir. TİKA ve YTB gibi kurumların kültürel faaliyetlerin yanı sıra ekonomik faaliyetleri de güçlendirmesi gerekmektedir. Özellikle Türki Cumhuriyetlerle ekonomik işbirliklerinin güçlendirilmesi Somali ya da diğer Sahraaltı ülkelerinden daha yüksek bir ekonomik potansiyele sahip olabilir.

REFERENCES

Abdı, I., Nas, Ç., & Taşçı, F. (2021). Somali Örneğinde Türkiye Kalkınma Yardımı Modeli. Toplumsal Politika Dergisi.

Abdulle, A. (2022). Economic Relations Between Türkiye and Somalia: Prospects and Challenges. 64-86. Somali Studies: A Peer-Reviewed Academic Journal for Somali Studies.

Breusch, T. S. (1978). Testing for autocorrelation in dynamic linear models. Australian Economic Papers, 17(31), 334-355. https://doi.org/10.1111/j.1467-8454.1978.tb00635.x

Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1979). A Simple Test for Heteroscedasticity and Random Coefficient Variation. Econometrica, 47(5), 1287-1294. JSTOR. https://doi.org/10.2307/1911963

Cook, R. D., & Weisberg, S. (1983). Diagnostics for heteroscedasticity in regression. Biometrika, 70(1), 1-10. https://doi.org/10.1093/biomet/70.1.1
D'agostino, R. B., Belanger, A., & D'agostino, R. B. (1990). A Suggestion for Using Powerful and Informative Tests of Normality. The American Statistician, 44(4), 316-321. https://doi.org/10.1080/00031305.1990.10475751
Hassan, S. (2022). The Developing Trade Relations Between Turkey and Africa in the Last Decade: The Case of Somalia. Daha International University Academic Journal.
Hersi, S., & Tümbek Tekeoğlu, A. (2022). How was the Effect of Bilateral Trade and Foreign Direct Investment on Somalia's Economic Growth., (s. 57-59).
ITC. (2025). Trade Map. Trade Map - Trade Statistics. https://www.trademap.org/
Jarque, C. M., & Bera, A. K. (1987). A Test for Normality of Observations and Regression Residuals. International Statistical Review / Revue Internationale de Statistique, 55(2), 163-172. JSTOR. https://doi.org/10.2307/1403192
Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası. (2025). EVDS. https://evds2.tcmb.gov.tr/
White, H. (1980). A Heteroskedasticity-Consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct Test for Heteroskedasticity. Econometrica, 48(4), 817-838. JSTOR. https://doi.org/10.2307/1912934

TÜRKİYE'DE TATLISU SÜNGERLERİ: SİSTEMATİK, EKOLOJİK ÖZELLİKLER VE COĞRAFİ DAĞILIM

Önder AKSU
Munzur University Fisheries Faculty, Aquaculture ABD
ORCID:0000-0003-3735-6732

Murat AKPINAR
Directorate General of Coastal Safety, İstanbul
ORCID:0000-0002-6350-5060

ÖZET

Tatlı su süngerleri (Porifera: Spongillida), bentik filtrasyon kapasiteleri, besin döngüsüne katkıları ve habitat oluşturma roller nedeniyle içsu ekosistemlerinin önemli bileşenleridir. Türkiye, farklı iklim tiplerini ve hidrolojik yapıları barındırması nedeniyle tatlısu sünger çeşitliliğinin araştırılması açısından önemli bi rcoğrafyadır. Bu çalışma, literatürde Türkiye'den şimdiye kadar doğrulanmış tatlısu süngerlerini özetlemektedir. Yayınlara gore ülkede üç tür açıkça rapor edilmiştir: *Ephydatia fluviatilis, Spongilla alba* ve *Spongilla lacustris*. Bunun yanında bazı göl ve barajlarda *Spongilla* sp. ve *Ephydatia* sp. Düzeyinde tanımlanamamış örneklere de rastlanmıştır. En yaygın tür olan *S. lacustris*, Saklıgöl (Kandıra), Uzungöl (Trabzon), Poyrazlar Gölü (Sakarya) ve Sır Baraj Gölü (Kahramanmaraş) gibi nispeten soğuk ve oksijen açısından zengin göllerde görülmektedir. *E. fluviatilis* Türkiye'den bilinen ilk tatlısu süngeridir ve Çubuk Baraj Gölü ile Köyceğiz Gölü'nden rapor edilmiştir. *S. alba* ise yalnızca Köyceğiz Gölü'nde kaydedilmiştir. Bu türlerin dağılımı, çevresel değişkenlere yüksek duyarlılıkları nedeniyle biyomonitoring açısından önem taşımaktadır. Türkiye tatlısu süngerleri üzerin eyapılan çalışmaların sınırlı olması, ülkedeki gerçek tür çeşitliliğinin muhtemelen daha yüksek olduğunu düşündürmektedir. Daha kapsamlı morfolojik incelemeler, moleküler filogenetik çalışmalar ve farklı havzalarda sistematik örnekleme çabaları, Türkiye tatlısu sünger faunasının daha ayrıntılı biçimde ortaya konmasına katkısağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Tatlısu süngerleri, *Spongilla lacustris*, *Ephydatia fluviatilis*, içsu biyolojisi, Biyomonitoring

FRESHWATER SPONGES IN TÜRKIYE: SYSTEMATIC, ECOLOGICAL CHARACTERISTICS AND GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION

ABSTRACT

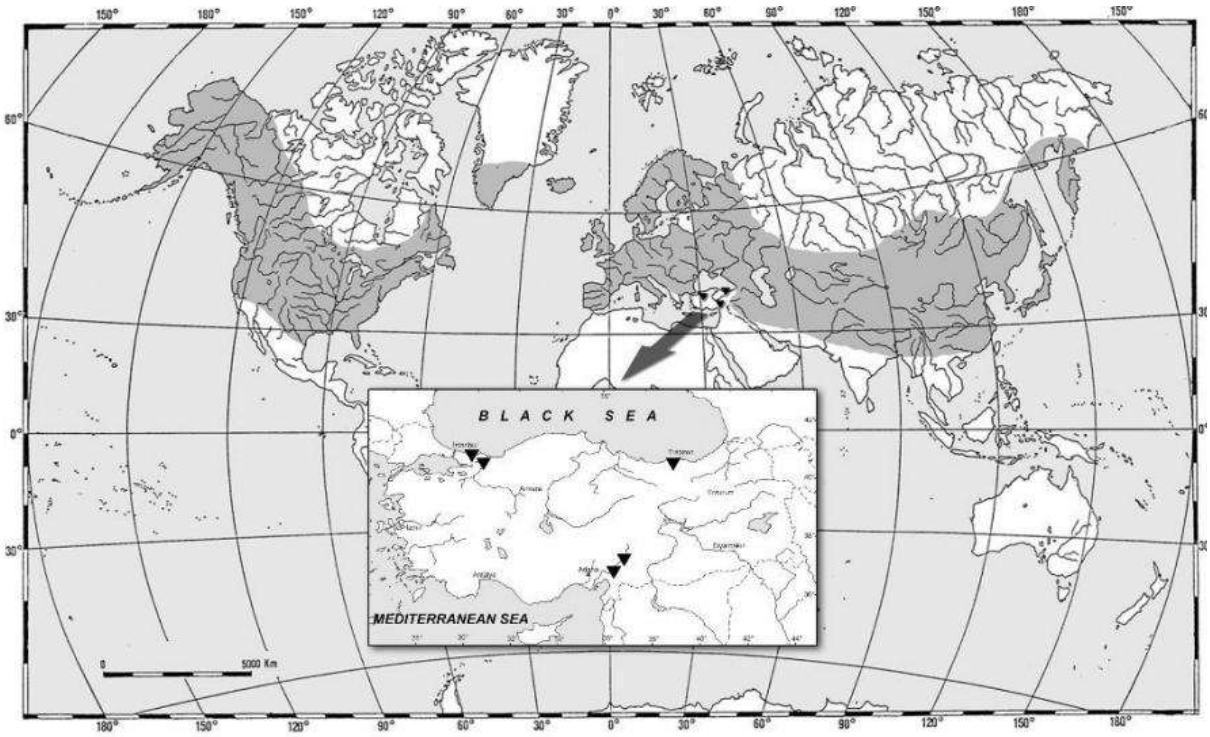
Freshwater sponges (Porifera: Spongillida) are important components of inland ecosystems due to their benthic filtration capacity, contributions to nutrient cycling, and habitat-forming roles. Turkey is a significant geographical area for researching freshwater sponge diversity due to its diverse climate types and hydrological structures. This study summarizes the freshwater sponges from Turkey that have been confirmed in the literature to date. According to publications, three species have been explicitly reported in the country: *Ephydatia fluviatilis, Spongilla alba,* and *Spongilla lacustris*. In addition, unidentified specimens of *Spongilla* sp. and *Ephydatia* sp. have been found in some lakes and dams. The most common species, S. lacustris, is found in relatively cold and oxygen-rich lakes such as Saklıgöl (Kandıra), Uzungöl (Trabzon), Poyrazlar Lake (Sakarya), and Sır Dam Lake (Kahramanmaraş). *E. fluviatilis* is the first known freshwater sponge from Turkey and has been reported from Çubuk Dam Lake and Köyceğiz Lake. *S. alba*, on the other hand, has only been recorded in Köyceğiz Lake. The distribution of these species is important for biomonitoring due to their high sensitivity to environmental variables. The limited number of studies on freshwater sponges in Turkey

suggests that the true species diversity in the country is likely higher. More comprehensive morphological studies, molecular phylogenetic studies, and systematic sampling efforts in different basins will contribute to a more detailed understanding of the freshwater sponge fauna of Turkey.

Keywords: Freshwater sponges, *Spongilla lacustris, Ephydatia fluviatilis,* freshwater biology, biomonitoring

1. GİRİŞ

Tatlısu süngerleri (Porifera: Demospongiae, Spongillida), iç su ekosistemlerinde filtrasyon, besin döngüsü ve habitat oluşturma açısından önemli bentik omurgasızlardır (Manconi & Pronzato, 2002; Pronzato & Manconi, 2011). Buna karşın Türkiye'de tatlısu süngerleri hem taksonomik hem de ekolojik açıdan az çalışılmış gruplardan biridir. Tatlısu süngerleri ekosistem işleyişi için önemlidir; ancak, biyocoğrafyaları ve türler arası varyasyonları hakkındaki bilgiler parçalıdır ve bu da rollerini değerlendirme yeteneğimizi sınırlamaktadır (Evans ve Montagnes, 2019). *Spongilla lacustris*'in Dünya ve Türkiye'deki dağılımı Şekil 1'de verilmiştir (Özbek ve Ulutürk, 2017).



Şekil 1. *Spongilla lacustris'in* dağılımı (Manconi & Pronzato, 2007'den düzenlenmiştir) (Özbek ve Ulutürk, 2017).

Son yıllarda özellikle Saklıgöl (Kocaeli) ve Uzungöl (Trabzon) gibi göllerde yapılan çalışmalar, Türkiye tatlısu sünger faunası hakkında yeni veriler kazandırmıştır (Altınsaçlı ve ark., 2014; Özbek ve Uluturk, 2017). Aşağıdaki derleme, yalnızca hakemli yayınlarda açıkça bildirilen kayıtları temel alarak Türkiye tatlısu süngerlerinin güncel bir özetini sunmaktadır.

2. TÜRKİYE'DE TESPİT EDİLEN TATLISU SÜNGER TÜRLERİ

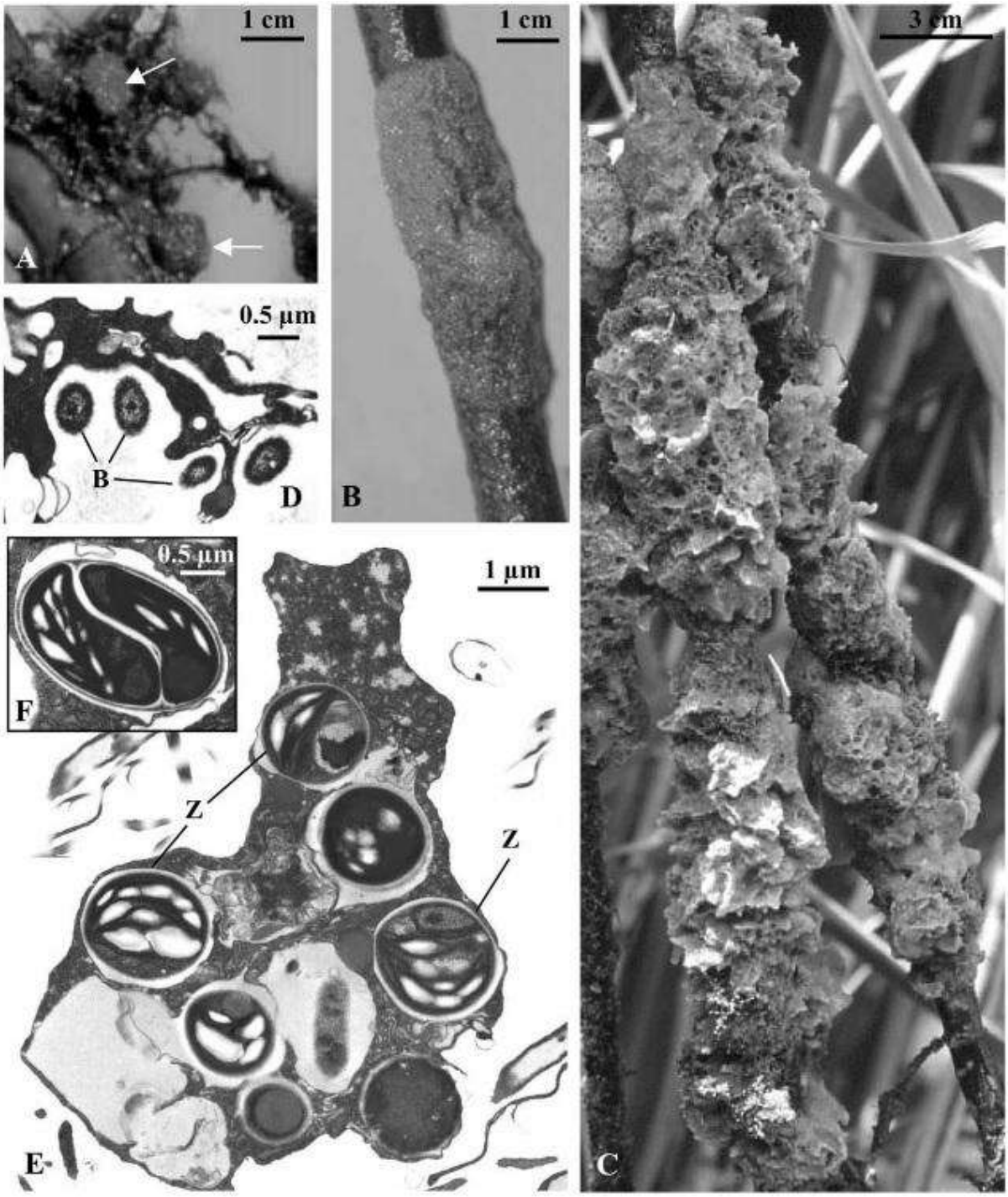
Özbek &Uluturk (2017), Türkiye iç sularından günümüze kadar üç tatlısu sünger türünün kesin olarak rapor edildiğini belirtir:
Ephydatia fluviatilis (Linnaeus, 1759)
Spongilla alba (Carter, 1849)
Spongilla lacustris (Linnaeus, 1759)
Bunlara ek olarak, bazı göl ve barajlardan *Spongilla* sp. Ve *Ephydatia* sp. Şeklinde tür düzeyine indirgenememiş kayıtlar bulunmaktadır (Fındık & Göksu, 2007; Gaygusuz ve ark.., 2016; Altınsaçlı ve ark., 2014). Tablo 1'de Türkiye tatlısu süngerlerinin tür listesi verilmiştir

Tablo 1. Türkiye tatlısu süngerlerinin literatürde doğrulanmış tür listesi

Tür	**Cins**	**Türkiye'deraporlandığıbaşlıcalokaliteler**
Ephydatia fluviatilis	Ephydatia	Çubuk Baraj Gölü (Ankara), Köyceğiz Gölü (Muğla) (Özbek veUlutürk, 2017)
Spongilla alba	Spongilla	Köyceğiz Gölü (Muğla) (Gugel, 1996)
Spongilla lacustris	Spongilla	Saklıgöl (Kandıra, Kocaeli), Uzungöl (Trabzon), Poyrazlar Gölü (Sakarya), Sır Baraj Gölü (Kahramanmaraş) (Özbek ve Ulutürk, 2017)
Spongilla sp.	Spongilla	Aslantaş Baraj Gölü (Osmaniye) (Özbek ve Ulutürk, 2017)
Ephydatia sp.	Ephydatia	Bazı göllerde belirtilmiş, tür adı verilmemiş kayıtlar (Altınsaçlıve ark., 2014)

3. TÜRLERİN EKOLOJİK ÖZELLİKLERİ

- *Ephydatia fluviatilis*: Kozmopolit bir tatlısu süngeridir; akarsular ve baraj göllerinde, özellikle berrak ve oksijenli ortamlarda yaşar. Çubuk ve Köyceğiz kayıtları Türkiye'de bu türün farklı iklim bölgelerinde de uyum sağlayabildiğini göstermektedir (Türedi 2006). Şekil 2. Ephydatia fluviatilis'in morfolojisinin mevsimsel döneme göre değişimi (A, B, C) ve ilişkili tek hücreli organizmaların transmisyon elektron mikroskobu görüntüleri (D, E, F).



Şekil 2. *Ephydatia fluviatilis*'in morfolojisinin mevsimsel döneme göre değişimi (A, B, C) ve ilişkili tek hücreli organizmaların transmisyon elektron mikroskobu görüntüleri (D, E, F): A, kökçükleri saran küçük yuvarlak örnekler (oklar) (çoğunlukla sonbahardan ilkbaharın başlarına kadar); B, kabuk oluşturan örnekler (çoğunlukla ilkbaharın sonlarında); C, laminer uzantılara sahip kılıf şeklindeki örnekler (ilkbaharın sonlarından yaza kadar); D, hücre sitoplazmik çıkıntılarıyla sınırlanmış bakteriler (B); E, vakuollerle çevrili endoselüler zoochlorellalar (Z); F, bölünme halindeki zoochlorella (Gaino ve ark., 2004).

- *Spongilla alba*: Genellikle kamış sapları ve makrofitler üzerinde gemmül oluşturan bir türdür. Köyceğiz Gölü'ndeki kayıt, gölün kıyı makrofit kuşağının bu tür için uygun *mikrohabitat sağladığını ortaya koymuştur (Gugel, 1996).*

- *Spongilla lacustris*: Saklıgöl ve Uzungöl gibi nispeten serin, iyi oksijenlenmiş ve berrak göllerde yoğun koloniler oluşturur. Saklıgöl çalışması, türün alkali, sert ve iletkenliği düşük karstik göllerde de başarılı şekilde kolonize olabildiğini göstermiştir (Şekil 3) (Altınsaçlı et al., 2014).



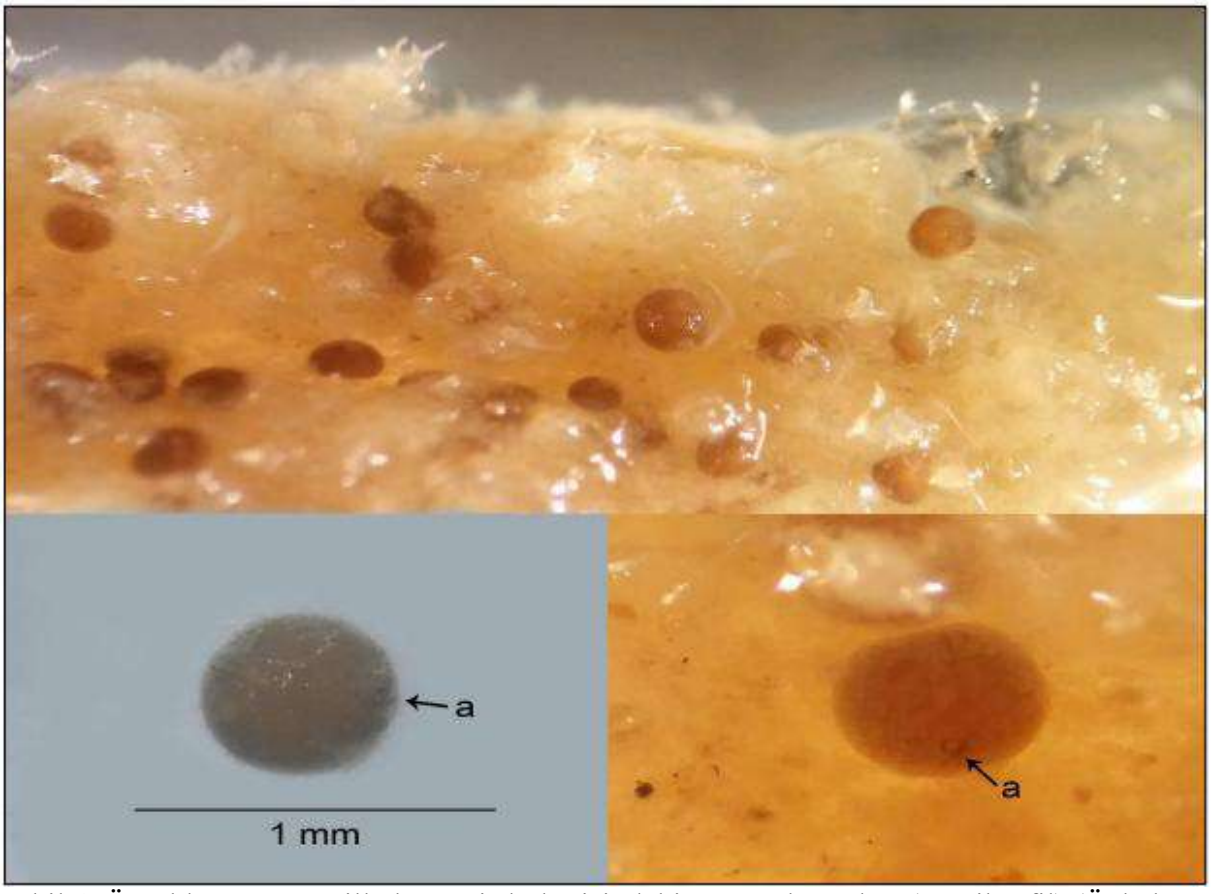
Şekil 3. Spongilla lacustris kolonisinin örneklendikten hemen sonraki hali (Özbek ve Ulutürk, 2017).

4. TATLISU SÜNGERLERİNİN BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ

4.1. Gemmül Oluşumu ve Dormansi (Uyku Hali)

Tatlı su süngerlerinin en temel hayatta kalma stratejisi, gemmül adı verilen dayanıklı dinlenme yapıları üretmeleridir (Cartwright ve ark., 2024).

• Aşırı Koşullara Direnç: Gemmüller (Şekil 4) dondurucu soğuklara (-80°C'ye kadar), kurumaya (dehidrasyon), oksijensizliğe (anoksi) ve uzun süreli karanlığa karşı olağanüstü dirençlidir (Farkhutdinov ve ark., 2020; Hall ve ark., 2021).



Şekil 4. Örneklenen Spongilla lacustris kolonisindeki gemmül yapıları (a: mikrofil) (Özbek ve Ulutürk, 2017).

• Besin Depolama: İçlerinde "tezosit" denilen ve çimlenme sonrası büyüme için enerji sağlayan besin yüklü hücreler barındırırlar (Farkhutdinov ve ark., 2020; Hall ve ark., 2021).
• Yayılım: Bu yapılar, süngerlerin zorlu mevsimleri atlatmasını ve kuşlar veya su akıntıları aracılığıyla yeni habitatlara yayılmasını sağlar (Leys ve ark., 2019).

4.2. Aktif Hareket

Sessil (hareketsiz) canlılar olarak bilinmelerine rağmen, bazı tatlı su süngerleri (örneğin Ephydatiamuelleri) çevresel değişimlere aktif fiziksel tepkiler verebilir:
• Vücut Kasılması: Süngerler, kirli suyu veya atıkları vücutlarından uzaklaştırmak için iç kaslarını kullanarak kasılıp genişleyebilirler; bu duruma sneezing denir (Farkhutdinov ve ark., 2020)
• Koordinasyon: Gerçek bir sinir sistemleri olmasa da, "nöroid hücreler" ve kimyasal sinyaller aracılığıyla su pompalamayı ve atık temizlemeyi koordine edebilirler (Hall ve ark., 2021).

4.3. Algal Simbiyoz (Ortak Yaşam)

Birçok tatlı su süngeri, dokularında zoochlorellae gibi yeşil alglerle simbiyotik bir ilişki kurar.
• Mikzotrof Beslenme: Algler fotosentez yoluyla süngere karbon (besin) ve oksijen sağlarken, sünger de algler için azot, fosfor ve karbondioksit sunar (Cartwright ve ark., 2023).
• Hayatta Kalma Avantajı: Bu strateji, besin açısından fakir sularda süngerin büyümesini destekler ve bazı türlerin toplam büyümesinin %50-80'ini oluşturabilir (Reiswig ve ark., 2010).

4.4. Ozmoregülasyon ve Fiziksel Dayanıklılık

Deniz kökenli atalarından evrimleşen bu canlılar, tatlı suyun düşük tuzluluk oranına uyum sağlamak için güçlü bir ozmoregülasyon (sıvı dengesi kontrolü) kapasitesine sahiptir (Anđus ve ark, 2016; Wikipedia, 2025).

• Silis İskelet: Süngerler, yapısal destek ve avcılardan korunma sağlamak için spikül adı verilen mikroskobik iğneler üretirler (Wikipedia, 2025).Çevredeki silis miktarı azaldığında, süngerler daha fazla ama daha ince spiküller üreterek mevcut kaynakları en verimli şekilde kullanacak şekilde iskeletlerini optimize ederler (Wikipedia, 2025).

• Kimyasal Savunma: Predatörlere karşı caydırıcı olan çeşitli toksik veya farmakolojik olarak aktif bileşikler üretirler (Wikipedia, 2025).

4.5. Seçici Beslenme ve Fenotipik Plastisite

• Seçici Filtrasyon: Süngerler, sudaki parçacıkları sadece toplamakla kalmaz, arkeosit hücreleri aracılığıyla hangi parçacıkların sindirileceğine veya hızlıca vücuttan atılacağına karar verebilirler.

• Şekil Değiştirme: Su akıntısı, ışık miktarı ve habitat kalitesine bağlı olarak vücut formları kabuksu, parmak benzeri veya dallanmış yapılar arasında değişebilir (Wikipedia, 2025).

5. SONUÇ VE ARAŞTIRMA BOŞLUKLARI

- Türkiye'de tatlısu süngerleri üzerine yapılan çalışmalar sayısal ve mekânsal olarak çok sınırlıdır; kayıtların çoğu sadece birkaç göl ve baraja odaklanmıştır (Özbek ve Ulutürk, 2017).
- Şu anda bildiğimiz kadarıyla kesin olarak üç tür rapor edilmiştir; oysa benzer iklim ve hidrolojik koşullara sahip Avrupa ülkelerinde 8–10 civarında tür rapor edilmektedir (Pronzato & Manconi, 2011).
- Çoğu çalışma spikül ve gemmül morfolojisine dayalı klasik taksonomi kullanmış, moleküler veriler henüz Türkiye kayıtlarına entegre edilmemiştir.
- Baraj göllerinde verilen Spongilla sp. ve Spongillacf. lacustris kayıtları, ayrıntılı taksonomik revizyon yapıldığında yeni tür/tür kayıtlarına dönüşebilir (Özbek ve Ulutürk, 2017).

Bu nedenle, Türkiye tatlısu sünger faunasının gerçek çeşitliliğini ortaya koymak için:

1. Farklı havzalarda sistematik örnekleme,
2. Işık mikroskopisi + SEM ile ayrıntılı spikül analizi,
3. COI ve ribozomal gen bölgelerine dayalı moleküler filogenetik çalışmalar gibi çok yönlü yaklaşımlara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

Altınsaçlı, S., Rueda Sevilla, J., &Altınsaçlı, N. (2014). On occurrence of Spongilla lacustris (Linnaeus, 1759) from Lake Saklıgöl, Kandıra District, Turkey. Journal of Entomology and Zoology Studies, 2(3), 132–136.

Cartwright, A., Dooley, J.S.G., McGonigle, C.D., Arnscheidt, J. (2024). How suitable is freshwater sponge *Ephydatia fluviatilis* (Linnaeus, 1759) for time-integrated biomonitoring of microbial water quality? Access Microbiol., 19,6(4): 000691.v4. doi: 10.1099/acmi.0.000691.v4.

Evans, K., Montagnes, D.J.S. (2019). Freshwater sponge (Porifera: Spongillidae) distribution across a landscape: Environmental tolerances, habitats, and morphological variation. Invertebrate Biology, 138(3), e12258

Farkhutdinov, T., Gay-Balmaz, F., & Putkaradze, V. (2020). Actively deforming porous media in an incompressible fluid: a variational approach. Acta Mechanica, 231, 3897–3924. https://doi.org/10.1007/s00707-020-02735-y
Gaino, E., Lancioni, T., La Porta, G. et al. (2004). The consortium of the sponge Ephydatia fluviatilis (L.) living on the common reed Phragmites australis in Lake Piediluco (central Italy). Hydrobiologia 520, 165–178. https://doi.org/10.1023/B:HYDR.0000027735.11246.41
Geldiay, R. (1949). Çubuk Barajı ve Eymir Gölü'nün makro ve mikro faunasının mukayeseli incelenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası, 2, 146–252.
Gugel, J. (1996). The occurrence of Spongilla alba Carter, 1849 (Porifera, Spongillidae) in Lake Koycegiz (SW Turkey). Zoology in the Middle East, 12(1), 105–108. https://doi.org/10.1080/09397140.1996.10637696
Hall, C., Camilli, S., Dwaah, H., Kornegay, B., Lacy, C., Hill, M. S., & Hill, A. L. (2021). Freshwater sponge hosts and their green algae symbionts: a tractable model to understand intracellular symbiosis. PeerJ, 9, e10654. https://doi.org/10.7717/peerj.10654
Kazancı, N., İzbırak, A., Çağlar, S., Gökçe, D. (1992). KöyceğizDalyan Özel Çevre Koruma Bölgesi Sucul Ekosisteminin Hidrobiyolojik Yönden İncelenmesi. Özyurt Matbaası, Ankara.
Leys, S., Grombacher, L., & Hill, A. (2019). Hatching and freezing gemmules from the freshwater sponge *Ephydatia muelleri.* protocols. io. https://doi.org/10.17504/protocols.io.267bwzn
Manconi, R., &Pronzato, R. (2002). Suborder Spongillina: Freshwater sponges. In J. N. A. Hooper & R. W. M. Van Soest (Eds.), Systema Porifera (pp. 921–1020). Springer.
Pronzato, R., &Manconi, R. (2011). Global diversity of freshwater sponges (Porifera: Spongillina). Hydrobiologia, 687, 1–10.
Reiswig, H. M., Frost, T. M., & Ricciardi, A. (2010). Porifera. J. H. Thorp & A. P. Covich (Ed.), Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates içinde (III. press, ss. 91–123). Academic Press
Türedi, M. (2006). Köyceğiz Gölü (Limnolojik Etüt). Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 122s.
Özbek, M., & Uluturk, E. (2017). First record of *Spongilla lacustris* (Porifera: Demospongiae) from the Eastern Black Sea (Uzungol Lake, Trabzon). Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 34(3), 341–346
Wikipedia katılımcıları. (t.y.). (2025). Spongilla lacustris. Wikipedia, Özgür Ansiklopedi içinde. Erişim adresi: https://en.wikipedia.org/wiki/Spongilla_lacustris

WILD EDIBLE PLANT DIVERSITY OF THE ULUS DISTRICT (BARTIN)

Bilge TUNÇKOL
Bartın University, Ulus Vocational School, Department of Forestry and Forest Products Program, 74600 Ulus, Bartın, Türkiye
ORCID: 0000-0001-8135-1475

ÖZET
Bu çalışma, Ulus (Bartın) ilçesinde doğal olarak yetişen ve yöre halkı tarafından tüketilen yabani yenilebilir bitkilerin tür çeşitliliğini, kullanılan kısımlarını ve geleneksel kullanım biçimlerini ortaya koymak amacıyla 2022-2023 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın temel veri kaynağını, Ulus ilçesinde her Cuma günü kurulan yöresel ürünler pazarında satış yapan yerel halk oluşturmaktadır. Bu kapsamda, pazara getirilen yabani bitkilerin tür bazında tanımlanması sağlanmış; ayrıca bitkilerin geleneksel kullanım şekillerine ilişkin bilgi, 45 farklı satıcıyla gerçekleştirilen yüz yüze görüşmeler aracılığıyla ayrıntılı şekilde kayıt altına alınmıştır. Elde edilen veriler bölgede, 17 familyaya ait 24 yabani yenilebilir bitki türünün aktif olarak satıldığını ve tüketildiğini ortaya koymuştur. Tür kompozisyonu değerlendirildiğinde Rosaceae familyasının özellikle meyve veren türleriyle dikkat çekici bir hâkimiyete sahip olduğunu göstermektedir. Bunun yanında, yörede hem yaprak, sürgün ve genç dallar gibi vejetatif organlarının hem de çeşitli meyve türlerinin de yoğun biçimde kullanıldığı saptanmıştır. Bu durum, bölgenin hem bitkisel çeşitlilik hem de ekolojik kaynakların günlük yaşama entegrasyonu açısından zengin bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Görüşmelerde, bitkilerin geleneksel kullanım biçimleri ayrıntılı olarak belgelenmiş ve yöre halkının bu bitkileri çok yönlü değerlendirdiği görülmüştür. Bölgede tespit edilen yabani bitkilerin kavurma ve haşlama gibi temel pişirme yöntemleriyle kullanımının yanı sıra reçel ve pekmez yapımında, çay hazırlamada, çeşitli baharat karışımlarında da kullanıldığını göstermektedir. Bu kullanım biçimleri, yöresel gastronominin ekolojik koşullara uyum sağlayan, sürdürülebilir ve kültürel açıdan köklü bir geçmişe sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Genel olarak, çalışma Ulus ilçesinin etnobotanik açıdan dikkat çekici ve zengin bir biyokültürel çeşitlilik barındırdığını göstermekte; sözlü kültür yoluyla aktarılan geleneksel bitki bilgisi ve kullanım pratiklerinin korunmasının, bölgesel kimlik ve biyokültürel miras açısından büyük önem taşıdığını vurgulamaktadır. Elde edilen bulgular, hem bölge halkının doğayla kurduğu ilişkiyi hem de yabani bitki kullanımının sürdürülebilir kırsal yaşamda oynadığı rolü bilimsel açıdan belgeleyerek literatüre katkı sunmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Bitki çeşitliliği, Geleneksel bilgi, Ulus İlçesi, Yabani yenilebilir bitkiler

WILD EDIBLE PLANT DIVERSITY OF THE ULUS DISTRICT (BARTIN)

ABSTRACT
This study, conducted between 2022 and 2023, aims to elucidate the species diversity, utilized plant parts, and traditional consumption practices associated with wild edible plants that naturally occur in the Ulus district of Bartın and are commonly used by the local population. The principal data source comprised local vendors who participate in the traditional products market held every Friday in Ulus. Within this framework, wild plant specimens offered for sale were taxonomically identified, and information on their traditional uses was systematically documented through structured face-to-face interviews with 45 vendors.
The findings indicate that 24 wild edible plant species belonging to 17 families are actively harvested, marketed, and consumed within the region. Analysis of species composition revealed a pronounced dominance of the Rosaceae family, particularly due to its fruit-bearing taxa.

Furthermore, it was determined that both vegetative organs such as leaves, shoots, and young stems and various fruit types are extensively utilized. These observations underscore the region's substantial botanical diversity and highlight the deep integration of natural resources into daily subsistence practices.
The interviews further demonstrated that the traditional applications of these plants are diverse and well established. The documented species are employed not only in fundamental culinary processes, including sautéing and boiling, but also in the preparation of jams, molasses, herbal infusions, and assorted spice mixtures. Such practices reflect a gastronomic tradition that is both ecologically adaptive and culturally enduring.
Overall, the study underscores the considerable ethnobotanical and biocultural richness of the Ulus district. It emphasizes the critical importance of preserving orally transmitted traditional plant knowledge and usage practices for the maintenance of regional identity and biocultural heritage. The results contribute to the academic literature by formally documenting the relationship between the local community and its natural environment, as well as the pivotal role of wild edible plants in sustaining rural livelihoods.
Keywords: Plant diversity, Traditional knowledge, Ulus District, Wild edible plants

1. INTRODUCTION

Wild edible plants constitute an important component of traditional dietary culture in many regions of Anatolia, particularly in rural areas (Altundağ and Özhatay 2009; Ertuğ 2014; Yeşilyurt et al. 2017). The Western Black Sea Region, owing to its ecological diversity and humid forest ecosystems, serves as a natural habitat for numerous wild plant species. The region's moist forest structure supports a high diversity of wild plants, especially leafy greens, fruits, and aromatic species (Tunçkol and Aksoy 2018). Communities living in rural areas make extensive use of wild plants in their daily lives due to both their nutritional value and cultural significance (Yıldırım et al. 2001; Şekeroğlu et al. 2006; Ertuğ 2014).
The Ulus district of Bartın Province represents a microcosm of this natural diversity. As one of the characteristic districts of the Western Black Sea Region, Ulus has a long-standing tradition of plant gathering, providing valuable insights into local gastronomy and folk medicine practices. However, no comprehensive and systematic study has yet been conducted to document the wild edible plants of this region. Therefore, this study aims to identify the diversity of wild edible plant species consumed in the Ulus district, the plant parts used, and local utilization practices. By scientifically evaluating the ethnobotanical potential of the region, this research seeks to contribute to the preservation and sustainability of traditional knowledge. The study area is located within the administrative boundaries of the Ulus district of Bartın Province and lies at a transitional zone influenced primarily by the Euro-Siberian floristic region, particularly its mesic and xeric subregions, while also exhibiting partial influences from the Mediterranean and Irano-Turanian floristic regions. Due to this transitional position, the area possesses rich biological diversity. Consequently, the variety of wild plants collected from nature and consumed as food in the region is also considerable (Figure 1).

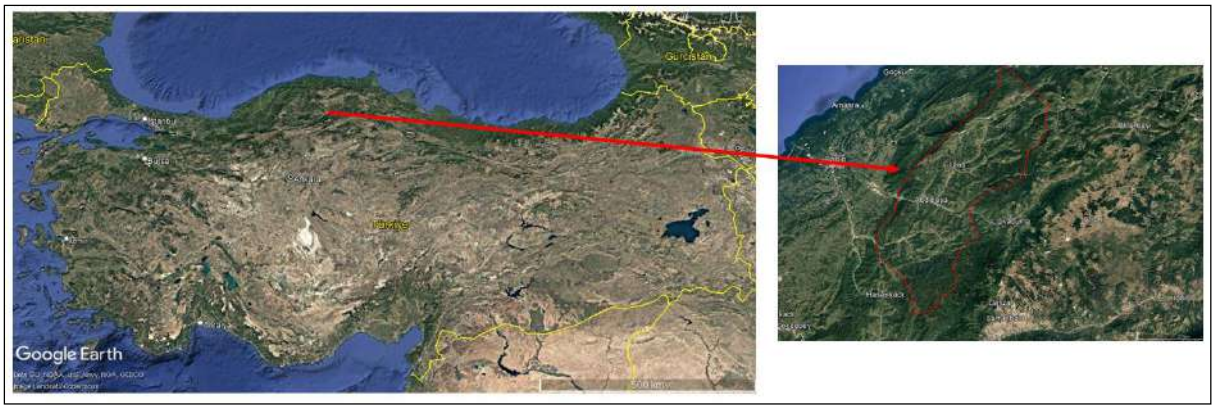


Fig.1. Geographical Location of the Research Area (Google Earth)

2. MATERIAL AND METHODS

This study was conducted through the identification of wild plant species brought from 21 different villages to the local farmers' market established in the town center of the Ulus district, as well as through the compilation of information on their traditional uses. Plant specimens were obtained from vendors who supplied products to the market during the years 2022–2023. During specimen collection, information provided by the vendors regarding the collection sites, local names, and modes of use of the plants was recorded.

The Local Products Market, which is held every Friday, was regularly visited at biweekly intervals throughout the study period, and face-to-face interviews were conducted with individuals selling plant products at the market. During these interviews, local names of the plants, the plant parts used, and traditional consumption practices were systematically documented.

Taxonomic identification of the plant specimens collected from the market was carried out using Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Davis 1965–1985; Davis et al. 1988; Güner et al. 2000) as the primary reference source. All collected specimens were pressed and dried using standard herbarium techniques in the Plant Material Laboratory of Ulus Vocational School and stored under appropriate conditions to serve as reference material for future studies.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Species Diversity and Family Distribution

In this study, a total of 24 wild edible plant species belonging to 17 different families were identified (Figure 2). Among these families, Rosaceae was the most prominent in terms of species richness, primarily due to the high number of fruit-bearing species. Species such as *Laurocerasus officinalis* M. Roem., *Fragaria vesca* L., *Mespilus germanica* L., *Cerasus avium* (L.) Moench, *Cormus domestica* (L.) Spach, *Rosa canina* L., and *Rubus sanctus* Schreb. were recorded within this family. Detailed information on the identified species in the study area is presented in Table 1.

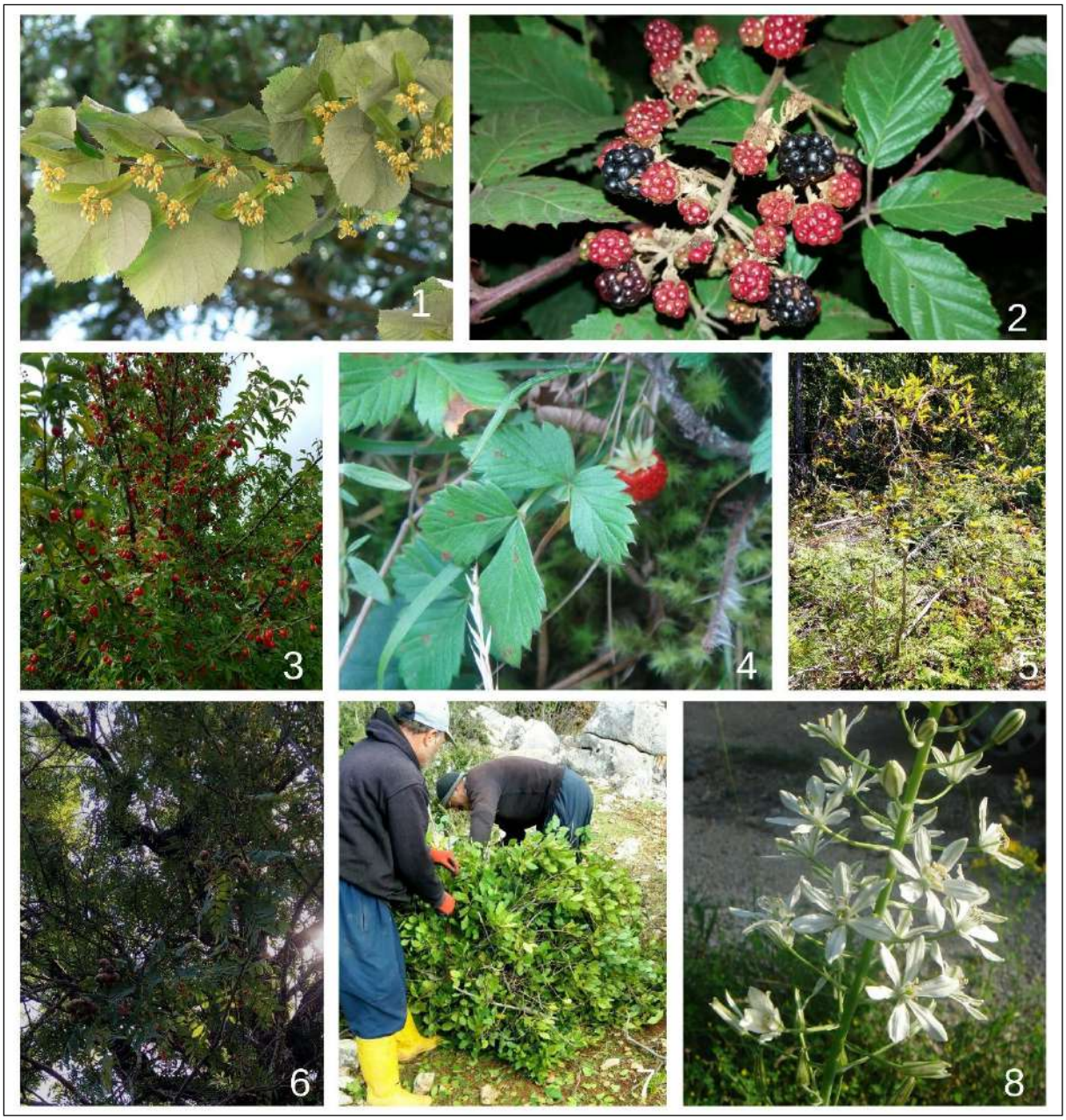


Fig. 2. Some Wild Edible Plants of Ulus (Bartın): 1. *Tilia platyphyllos* subsp. *platyphyllos* Scop. 2. *Rubus sanctus* Schreb. 3. *Cornus mas* L. 4. *Fragaria vesca* L. 5. *Smilax excelsa* L. 6. *Cormus domestica* (L.) Spach 7. *Laurus nobilis* L. 8. *Ornithogalum pyrenaicum* L.

Table 1. Wild Edible Plant Diversity of the Ulus District (Bartın)

Familya	Taxa	Local name	Used Part(s)	Mode of use
Amaranthaceae	*Chenopodium album* L. subsp. *album* var. *album*	Sirken	Leaves	Consumed sautéed
Araceae	*Arum maculatum* L.	Yılan Yastığı	Young leaves	Consumed boiled or sautéed
Asparagaceae	*Ornithogalum pyrenaicum* L.	Boylu yıldız	Young shoots	Consumed boiled or sautéed.

Berberidaceae	*Berberis vulgaris* L.	Garamuk	Fruit	Used for marmalade, compote, molasses, and jam.
Boraginaceae	*Trachystemon orientalis* (L.) G.Don	Ispıt	Flower, stem, leaf, root	Prepared as sautéed with egg, pickled, sautéed with milk; leaves used for stuffed dishes.
Cornaceae	*Cornus mas* L.	Kiren	Fruit	Used for jam, molasses, compote, and tarhana.
Ericaceae	*Arbutus unedo* L.	Beydin	Fruit	Consumed fresh; used for jam and molasses.
Fagaceae	*Castanea sativa* Mill.	Kestane	Fruit	Consumed fresh.
Iridaceae	*Crocus olivieri* subsp. *olivieri* J.Gay	Çiğdem	Corm	Corms consumed sautéed.
Malvaceae	*Malva sylvestris* L.	Ebegümeci	Leaves	Young leaves used in dishes, soups, and sautéed preparations.
Malvaceae	*Tilia platyphyllos* subsp. *platyphyllos* Scop.	Ihlamur	Bracts and flowers	Used as herbal tea.
Lamiaceae	*Thymus longicaulis* subsp. *longicaulis* C.presl	Çayır kekiği	Flowers and leaves	Used as a spice.
Lauraceae	*Laurus nobilis* L.	Defne	Leaves	Used as a spice.
Orchidaceae	*Anacamptis pyramidalis* (L.) Rich.	Çam Salebi	Tuber	Dried and ground to prepare salep beverage.
Papaveraceae	*Papaver rhoeas* L.	Gelincik	Rosette leaves	Consumed sautéed.
Rosaceae	*Laurocerasus officinalis* M.Roem.	Karayemiş	Fruit	Used for tea, molasses, and compote.
Rosaceae	*Fragaria vesca* L.	Dağ çileği	Fruit	Consumed fresh; used for jam.

Rosaceae	*Mespilus germanica* L.	Töngel, Beşbıyık	Fruit	Consumed fresh; used for pickles, vinegar, and fruit leather.
Rosaceae	*Cerasus avium* (L.) Moench	Dağ Kirazı	Fruit and stalk	Consumed fresh; used for jam and compote.
Rosaceae	*Cormus domestica* (L.) Spach	Üvez	Fruit	Ripe fruits consumed fresh; used for molasses and marmalade.
Rosaceae	*Rosa canina* L.	Kuşburnu	Fruit	Used for tea, marmalade, and molasses.
Rosaceae	*Rubus sanctus* Schreb.	Böğürtlen	Fruit	Consumed fresh; used for jam.
Smilacaceae	*Smilax excelsa* L.	Diken ucu, gıcırdikeni	Shoot tips	Consumed raw; prepared sautéed or preserved.
Urticaceae	*Urtica dioica* L. subsp. *dioica*	Isırgan	Young leaves	Consumed sautéed.

2.2. Plant Parts Used

The consumed parts of the plants show considerable variation. Fruits: Fruits represent the most commonly consumed plant parts. The fruits of species such as *Berberis vulgaris* L., *Cornus mas* L., *Arbutus unedo* L., *Castanea sativa* Mill., *Laurocerasus officinalis* M. Roem., *Fragaria vesca* L., *Mespilus germanica* L., *Cerasus avium* (L.) Moench, *Cormus domestica* (L.) Spach, *Rosa canina* L., and *Rubus sanctus* Schreb. are consumed fresh or processed for preservation. Leaves / Shoots: The young leaves or shoots of *Chenopodium album* L. subsp. *album* var. *album*, *Arum maculatum* L., *Ornithogalum pyrenaicum* L., *Trachystemon orientalis* (L.) G. Don, *Malva sylvestris* L., *Laurus nobilis* L., Papaver rhoeas L., Smilax excelsa L., and *Urtica dioica* L. subsp. *dioica* are commonly consumed. Flowers: The flowers of linden *Tilia platyphyllos* subsp. *platyphyllos* Scop. and *Trachystemon orientalis* are used. Bulbs/Tubers: The corms of *Crocus olivieri* subsp. *olivieri* J. Gay and the tubers of *Anacamptis pyramidalis* (L.) Rich. are utilized as food.

2.3. Traditional Consumption Practices

In the Ulus district, wild edible plants are used in a variety of traditional ways. Sautéed consumption: Herbaceous species such as *Chenopodium album* L. subsp. *album* var. *album*, *Arum maculatum* L., *Trachystemon orientalis* (L.) G. Don, *Crocus olivieri* subsp. *olivieri* J. Gay, *Papaver rhoeas* L., *Smilax excelsa* L., and *Urtica dioica* L. subsp. *dioica* are generally consumed sautéed. Jam and marmalade production: Fruits of *Berberis vulgaris* L., *Cornus mas* L., *Arbutus unedo* L., *Fragaria vesca* L., *Cerasus avium* (L.) Moench, *Rosa canina* L., and *Rubus sanctus* Schreb. are commonly used in the preparation of jams, marmalades, or molasses. Herbal teas: *Tilia platyphyllos* subsp. *platyphyllos* Scop., *Anacamptis pyramidalis* (L.) Rich., *Laurocerasus officinalis* M. Roem., and *Rosa canina* L. are consumed as herbal teas. Use as spices: The leaves of *Thymus longicaulis* subsp. *longicaulis* C. Presl and *Laurus nobilis* L. are

widely used as culinary spices in the region. This diversity of consumption practices reflects the multifaceted cultural relationship between local communities and wild plants. The Ulus district possesses notable biological and cultural diversity in terms of wild edible plants. The 24 species identified in this study reflect both the rich natural resources of the region and the accumulated traditional knowledge of local communities. The multifunctional uses of these plants are of great importance for the preservation of local gastronomy and biocultural heritage. Systematic documentation of these data provides a valuable foundation for future ecological, ethnobotanical, and cultural heritage studies. Moreover, promoting the sustainable use of these plants may contribute to environmental conservation as well as local economic development.

CONCLUSIONS

The findings reveal that the Ulus district possesses a remarkably rich ethnobotanical diversity in terms of wild edible plants. The pronounced dominance of the family Rosaceae indicates that the forested and mountainous geomorphological structure of the region provides favorable microclimatic and ecological conditions for the development of fruit-bearing species. The widespread consumption of green plant parts such as leaves and shoots further demonstrates the richness of the region's herbaceous plant culture. This pattern shows strong coherence with the traditional culinary practices characteristic of the Western Black Sea Region. Comparative evaluation with similar studies conducted in neighboring geographical areas indicates that species such as *Trachystemon orientalis* (L.) G. Don, *Cornus mas* L., *Arbutus unedo* L., *Castanea sativa* Mill., *Malva sylvestris* L., *Tilia platyphyllos* subsp. *platyphyllos* Scop., *Fragaria vesca* L., *Mespilus germanica* L., *Rosa canina* L., *Rubus sanctus* Schreb., *Smilax excelsa* L., and *Urtica dioica* L. subsp. *dioica* are widely consumed and culturally prominent edible taxa across the region (Aksoy et al. 2017; Ceylan and Yücel 2015; Özvatan et al. 2020; Tuttu et al. 2019; Şimşek et al. 2020). These findings support the conclusion that the ethnobotanical diversity observed in the Ulus district is consistent with broader regional ethnobotanical patterns.

The transformation of collected plant products into processed foods such as jams, molasses, compotes, or pickles indicates the persistence of strong food preservation traditions in the area. This practice reflects historically self-sufficient and nature-adaptive livelihood strategies, emphasizing the close and sustainable relationship between local communities and their surrounding environment.

REFERENCES

Aksoy, N., Özkan, N.G., Aslan, S., Koçer, N. (2017). Düzce İli Halk Kültüründe Tıbbi ve Yemeklik Olarak Kullanılan Bitkiler. Düzce'de Tarih Kültür ve Sanat, 206-221.

Altundağ, E., & Özhatay, N. (2009). Local names of some useful plants from Iğdir province (East Anatolia). Journal of Faculty of Pharmacy of Istanbul University, (40), 101-116.

Ceylan, F., & Yücel, E. (2015). Düzce ve Çevresinde Gıda Olarak Tüketilen Yabani Bitkilerin Tüketim Biçimleri ve Besin Öğesi Değerleri. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 15(3), 1-17. https://doi.org/10.5578/fmbd.10227

Davis, P. H. (1965-1985). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Edinburgh University Press, Volumes 1-9, Edinburgh Univ. Press.

Davis, P. H., Mill, R. R., Tan, K. (1988). Flora of Turkey and the East Aegean Islands (supplement 1), Edinburgh University Press, volume 10, Edinburgh.

Ertuğ, F. (2014). Etnobotanik. Şu eserde: Güner, A. ve Ekim, T. (edlr.) Resimli Türkiye Florası, cilt 1. ANG Vakfı, Flora Araştırmaları Derneği ve Türkiye İş Bankası Kültür Yay., 319-420, İstanbul.

Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., Başer, K.H.C. (2000). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol: 11. Edinburg: Edinburg Univ. Press, Edinburgh.

Özvatan, B., Altundağ Çakır, E., & Kutlu, L. (2020). Düzce İl Merkezi Semt Pazarlarındaki Bitkilerin Etnobotanik Açıdan İncelenmesi (Karadeniz Bölgesi, Türkiye). Duzce University Journal of Science and Technology, 8(1), 962-973. https://doi.org/10.29130/dubited.656309
Şekeroğlu, N., F. Ozkutlu, M. Deveci, O. Dede, Yilmaz, N. (2006). Evaluation of some wild plants in terms of their nutritional values used as vegetable in Eastern Black Sea Region of Turkey. Asian J. Plant Sci. 5: 185–189
Şimşek, A., Durmuş, E. N. İ., & Dilekci Çakmak, S. (2020). Yenilebilir Otlar ve Yemeklerde Kullanım Şekilleri: Kastamonu Örneği. Tourism and Recreation, 2(1), 8-12.
Tunçkol, B., & Aksoy, N. (2018). Flora of Küre Mountains National Park (Bartın Section). Journal of Forestry, 14(2), 84–117.
Tuttu, G., Abay, G., Yıldırımlı, S. (2019). Some wild edible plants of Tosya district (Kastamonu, Turkey). International Journal of Scientific and Technological Research. 5(3): p. 129-135.
Yeşilyurt, E.B., Şimşek, I., Akaydin, G., Yeşilada, E. (2017). An ethnobotanical survey in selected districts of the Black Sea region (Turkey). Turk J Bot 41(1):47–62. https:// doi. org/10. 3906/ bot- 1606- 12
Yıldırım, E., A. Dursun, and Turan, M. (2001). Determination of the nutrition contents of tıe wild plants used as vegetables in upper Çoruh Valley. Turkish Journal of Botany 25: 367-371.

YALVAÇ YÖRESİ KADIN GİYİM KÜLTÜRÜNÜN KENT KİMLİĞİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ayşe Gül AKÇALI
Bartın University, Faculty of Literature, Department of History, 74100 Merkez, Bartın
ORCID:0009-0009-8248-5462
Mustafa HİZMETLİ
Bartın University, Faculty of Literature, Department of History, 74100 Merkez, Bartın
ORCID: 0000-0002-3924-7081

ÖZET
Bu çalışma, Yalvaç yöresine ait geleneksel kadın giyim kültürünü kent kimliği bağlamında değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Pisidia Antiokheia'dan günümüze uzanan çok katmanlı tarihsel süreç, Yalvaç'ın kültürel kimliğinin şekillenmesinde temel bir belirleyici olduğu gibi, kadın giyiminde görülen biçimsel özelliklere, motif çeşitliliğine, renk kullanımına ve dokuma tekniklerine de doğrudan yansımıştır. Bu çerçevede araştırma, hem literatür taraması hem de saha gözlemleri yoluyla elde edilen nitel verilerin bütüncül bir analizine dayanmaktadır. Saha çalışması kapsamında toplanan görsel materyaller; başlık, yazma ve oya uygulamaları, boncuklu ve kabuklu kemer türleri, üçetek, entari, fermene ve farklı köylere özgü kadın kıyafetleri gibi pek çok unsurun günümüzde de özgün biçimde yaşatıldığını göstermektedir.
Elde edilen bulgular, geleneksel kadın giyiminin yalnızca bir örtünme biçimi değil, aynı zamanda kimlik inşasında, toplumsal aidiyetin ifade edilmesinde ve kültürel sürekliliğin sağlanmasında önemli bir rol üstlendiğini ortaya koymaktadır. Tören giysilerinin, renk kombinasyonlarının ve baş bağlama tekniklerinin görsel analizleri; giyim pratiklerinin ritüel, yaş, statü ve sosyal konum gibi değişkenlerle nasıl ilişkilendiğini somut biçimde göstermektedir. Bu yönüyle Yalvaç kadın giyim kültürü, UNESCO'nun somut olmayan kültürel miras tanımıyla uyumlu bir biçimde kuşaktan kuşağa aktarılan bilgi, beceri ve sembolik anlamlar içermektedir.
Sonuç olarak, çalışma Yalvaç kadın giyim kültürünün kent kimliğinin görünür kılınmasında, toplumsal hafızanın korunmasında ve yerel kültürel mirasın sürdürülebilirliğinde merkezi bir rol oynadığını göstermektedir.
Anahtar Kelimeler: Yalvaç, yerel kadın giyimi, kent kimliği, kültürel miras, dokuma

AN EVALUATION OF YALVAÇ'S TRADITIONAL WOMEN'S CLOTHING CULTURE IN THE CONTEXT OF URBAN IDENTITY

ABSTRACT
This study aims to evaluate the traditional women's clothing culture of Yalvaç within the context of urban identity. The multilayered historical background of the region, extending from Pisidia Antiocheia to the present day, has significantly shaped both the cultural identity of Yalvaç and the stylistic features, motifs, color schemes, and weaving techniques observed in women's traditional attire. The research is grounded in a qualitative approach that integrates literature review with field-based visual documentation. The visual data collected during fieldwork—including headpieces, scarf-tying practices, ornamented belts, bead and shell accessories, üçetek, entari, fermene, and village-specific clothing variations demonstrate the continued vitality and cultural coherence of these traditional elements in contemporary Yalvaç. The findings reveal that traditional women's clothing functions not merely as a form of covering but as a significant cultural medium through which identity, social belonging, and intergenerational continuity are expressed. The visual analyses of ceremonial garments, color combinations, and headscarf techniques illustrate how clothing practices are intertwined with

ritual contexts, social roles, age, and symbolic meanings. In this respect, Yalvaç women's clothing culture aligns with UNESCO's definition of intangible cultural heritage, encompassing knowledge, skills, and symbolic practices transmitted across generations.
Overall, the study demonstrates that traditional women's clothing in Yalvaç plays a central role in shaping urban identity, preserving collective memory, and sustaining local cultural heritage. These findings highlight the analytical value of clothing culture in urban identity studies and underscore the importance of safeguarding such traditions.
Keywords: Yalvaç, traditional women's clothing, urban identity, cultural heritage, weaving

1. GİRİŞ

Giyim kültürü, kentlerin tarihsel ve kültürel dokusunun anlaşılmasında hem somut hem de somut olmayan kültürel miras unsurlarının ortaya konulmasında merkezi bir rol oynamaktadır. Yerel giyim, yalnızca bireylerin günlük yaşamlarında kullandıkları giyim ürünleri ve aksesuarlarını değil; aynı zamanda bir toplumun tarihsel süreçte biriktirdiği değerlerin, kimliklerin, inançların ve sanat ile estetik anlayışlarının dışavurumudur. Bu nedenle, yerel giyim kültürü, kentlerin geçmişten günümüze taşıdığı çok katmanlı kültürel birikimin hem maddi hem de manevi boyutlarını anlamak için önemli bir anahtar işlevi görmektedir.
Özellikle UNESCO'nun 2003 yılında kabul ettiği Somut Olmayan Kültürel Mirasın Korunması Sözleşmesi ile birlikte, kültürel mirasın yalnızca anıtlar, yapılar ve nesneler gibi somut unsurlardan ibaret olmadığı, aynı zamanda toplulukların, grupların ve bireylerin kuşaktan kuşağa aktardığı uygulamalar, temsiller, anlatımlar, bilgiler ve beceriler gibi somut olmayan unsurları da içerdiği kabul edilmiştir (Yayla vd., 2025). Bu yaklaşım, yerel giyim kültürünün hem somut (giysi, aksesuar, kumaş üretim teknikleri) hem de somut olmayan (gelenekler, ritüeller, anlamlar, semboller) yönlerinin birlikte ele alınmasını gerektirmektedir.
Yerel giyim kültürünün kentlerin tarihsel ve kültürel dokusunun anlaşılmasındaki rolünü değerlendirmek için öncelikle somut ve somut olmayan kültürel miras kavramlarının tanımlanması gerekmektedir. Vecco'nun çalışmasında belirttiği üzere, kültürel miras kavramı 20. yüzyılın son çeyreğinden itibaren genişlemiş ve yalnızca maddi varlıklarla sınırlı olmaktan çıkarak, toplumsal değerlerin ve anlamların da miras olarak kabul edilmesine yol açmıştır (Vecco, 2010). Bu gelişme, kültürel mirasın yalnızca fiziksel nesnelerle değil, aynı zamanda bu nesnelerin taşıdığı anlamlar, toplumsal pratikler ve kolektif hafıza ile de ilişkili olduğunu göstermektedir. Özellikle giyim kültürü, bu iki boyutun kesişim noktasında yer alır; çünkü bir yandan dokuma, örme, dikiş ve süsleme gibi somut teknik bilgi ile becerileri içerirken, diğer yandan bu giyim bileşenlerinin hangi durumlarda, nasıl ve neden giyileceğine dair toplumsal kuralları, ritüelleri ve sembolik anlamları barındırır. Giyim unsurları; kullanılan malzemeler, üretim teknikleri, renk ve motif tercihleri, cinsiyet rolleri, toplumsal statü ve yerel zanaatkârlık geleneği gibi pek çok bileşeni bünyesinde barındırması nedeniyle kentsel kültürün anlaşılmasında güçlü bir veri kaynağıdır. Bu bağlamda, yerel giyim kültürünün kent tarihçiliği açısından anlamını irdelemek, hem kentlerin kültürel dokusunun hem de toplumsal hafızanın anlaşılmasında temel bir yaklaşım sunar.
Isparta'nın geçmişinin, yazılı tarih öncesine uzanan ve Üst Paleolitik döneme kadar geriye gittiği değerlendirilen yaklaşık beş bin yıllık bir tarihsel süreci kapsadığı kabul edilmektedir. Bölgenin tarih boyunca birçok uygarlığa ev sahipliği yaptığı; Hititler, Frigler, Lidyalılar, Persler, Helen uygarlığı, Roma İmparatorluğu, Haçlı grupları, Selçuklular, Hamitoğulları Beyliği ve Osmanlı Devleti gibi çeşitli siyasi güçlerin bu coğrafyada hüküm sürdüğü bilinmektedir (Aydemir ve Durmaz, 2024). Isparta İli sınırları içerisinde yer alan ve tarihte Antiocheia in Pisidia (Çelmeli vd., 2020) olarak da adlandırılan Yalvaç İlçesi tarihsel dokusu, zanaatkârlık geleneği ve güçlü dokuma kültürüyle Anadolu'da yerel kimliğini koruyabilmiş önemli merkezlerden biri olarak öne çıkmaktadır. İlçeye özgü geleneksel giyim unsurları; kullanılan kumaş türleri, renk ve motif tercihleri, üretim teknikleri ve aksesuar çeşitliliği gibi

yönleriyle bölgenin kültürel kimliğini şekillendiren temel göstergeler arasındadır. Yalvaç yerel giyim kültürünün tarihsel süreçte geçirdiği dönüşüm, kentin ekonomik yapısındaki değişimler, sosyal ilişkiler ağı, çarşı ve zanaatkârlık kültürü ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle, yerel giyim kültürünün kent tarihçiliği perspektifiyle ele alınması, Yalvaç'ın toplumsal hafızasında giyimin nasıl bir anlam taşıdığını ortaya koymak açısından önemlidir.

Çalışma, Yalvaç'a özgü geleneksel kadın giyim unsurlarını inceleyerek, bu giysileri tarihsel, kültürel ve sosyolojik boyutlarıyla ele alarak, geleneksel giyim unsurlarının kentsel kimlik ve toplumsal hafıza içerisindeki yerini değerlendirmektir. Arşiv kaynakları, müze katalogları, eski fotoğraflar ve literatür taraması üzerinden yapılan değerlendirmeler doğrultusunda, Yalvaç'a özgü kadın giyiminin yalnızca folklorik bir öğe olmadığı; aynı zamanda bölgenin tarihsel kimliğini taşıyan, toplumsal aidiyeti güçlendiren ve kentsel kültürün görünür bir bileşeni olarak anlam kazandığı ortaya konulmaktadır. Bu yönüyle çalışma, yerel giyim kültürünün kent tarihçiliği ile kesişen noktalarını analiz ederek, Yalvaç'ın özgün kültürel mirasının daha bütüncül bir biçimde anlaşılmasına katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

2. ÇALIŞMA ALANI İLE TARİHSEL – KÜLTÜREL ARKA PLAN

Çalışma kapsamında Isparta'nın kuzeydoğusunda bölgesinde yer alan ve tarihsel kimliğini önemli ölçüde koruyabilmiş Yalvaç ilçesi üzerinde yoğunlaşmaktadır. Pisidia bölgesinin merkezi yerleşimlerinden biri olan Yalvaç, tarihsel süreç boyunca çok sayıda medeniyetin izlerini taşımış; dinsel, ticari ve kültürel geçişlerin iç içe geçtiği bir yerleşim olarak gelişmiştir. İlçenin tarihi, bölgenin genel karakteristiğiyle uyumlu biçimde yazılı tarih öncesi dönemlere kadar uzanmaktadır. Arkeolojik buluntular ve bölgeye ilişkin tarihsel veriler, Yalvaç ve çevresinin Paleolitik dönemden itibaren yerleşim alanı olarak kullanıldığını göstermektedir. Pisidia Antiokheia Antik Kenti'nin varlığı, bölgenin Roma döneminde siyasi, askerî ve dini açıdan önemli bir merkez olduğuna işaret etmektedir (Verim, 2023).

Yalvaç'ın kültürel yapısının şekillenmesinde tarih boyunca farklı toplulukların bölgede bulunmuş olması, ilçenin kültürel dokusuna iz bırakan dönemler oluşturmuştur. Bu çok katmanlı tarihsel birikim, yalnızca mimari ve arkeolojik kalıntılarla sınırlı kalmayıp aynı zamanda geleneksel el sanatları, dokuma pratikleri ve giyim kültürü gibi birçok kültürel unsurda da kendisini göstermektedir.

Yalvaç'ın tarihsel kimliğini besleyen en önemli unsurlardan biri, güçlü zanaatkârlık geleneğidir. Özellikle dokumacılık, işlemecilik ve deri işçiliği gibi el sanatları, yüzyıllar boyunca hem ekonomik üretimin hem de toplumsal kimliğin temel bileşenleri arasında yer almıştır. İlçede geçmişten günümüze uzanan dokuma kültürü, renk ve motif anlayışı özellikle Yalvaç kadın giyiminde geleneksel giyim kültürünü biçimlendirmiştir. Bu bağlamda, giyimde kullanılan kumaş türleri, aksesuarlar ve işlemeli ürünler yalnızca estetik beğeniyi yansıtmamakta; aynı zamanda kent kültürünün, toplumsal ilişkilerin ve tarihsel sürekliliğin somut bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Kılıçarslan ve Etikan, 2015).

2012 yılında Cittaslow listesine girmeye hak kazanan Yalvaç'ın sosyal ve kültürel hayatında çarşı kültürü de belirleyici bir unsur olarak ön planda yer almaktadır. Tarihsel olarak ticaret yolları üzerinde bulunması, ilçenin dericilik, keçecilik, saraciyecilik, semercilik, dokumacılık gibi zanaat ve alışveriş pratiklerinin gelişmesine katkıda bulunmuş; bu durum yerel giyim kültürünün çeşitlenmesine ve zenginleşmesine büyük oranda katkı sunmuştur (Halaç ve Şahin, 2022). Ayrıca kırsal-kentsel etkileşimin güçlü olduğu Yalvaç'ta, çevre köylerle kurulan ekonomik ve kültürel ilişkiler de giyim pratiklerinin biçimlenmesinde etkili olmuştur.

Bu bağlamda, Yalvaç İlçesine özgü geleneksel giyim kültürünün yalnızca bir folklor öğesi olarak değil, bölgenin kimlik inşasında rolü olan ve toplumsal hafızayı besleyen önemli bir kültürel unsuru olarak ele alınması gerektiğini göstermektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma, Isparta Yalvaç İlçesinin geleneksel kadın giyim kültürünü kent tarihçiliği bağlamı içerisinde değerlendirmek amacıyla nitel bir çerçevede gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın yöntemsel yaklaşımı, kent tarihçiliğinde sıklıkla kullanılan belge analizi, tarihsel bağlamlandırma, karşılaştırmalı kültürel okuma ve yorumlayıcı analiz tekniklerini esas almaktadır (Howell ve Prevenier, 2001; Burke 2001; Knowless ve Sweetman, 2004). Amaç, yerel giyimin yalnızca folklorik bir unsur olarak değil, kentin tarihsel sürekliliğini ve kültürel kimliğini görünür kılan bir tarihsel veri olarak incelenmesidir.

Araştırmanın materyalini çok katmanlı tarihsel ve kültürel kaynaklar oluşturmuştur. Fotoğraf arşivleri, görsel belgeler, bu çalışmanın temel veri setini oluşturmaktadır. Bu görsel materyaller, giysi bileşenlerinin biçimsel özellikleri (kesim, katman, renk ve süsleme), kullanım bağlamları (günlük yaşam, tören, ritüel) ve taşıdıkları sembolik anlamlar dikkate alınarak betimleyici ve yorumlayıcı analiz yöntemiyle incelenmiştir. Özellikle müze katalogları ve eski fotoğraf arşivleri, giyim unsurlarının materyal özelliklerini (kumaş türü, kesim, renk, motif, işleme tekniği) belirlemede birincil görsel veri olarak kullanılmıştır. Folklor ve etnografya literatürü ise söz konusu verilerin kültürel anlamlandırılmasına kaynaklık etmiştir. Bu çerçevede giyim unsurları, üretim ilişkileri, zanaatkârlık geleneği, ticaret yolları, kırsal-kentsel etkileşim ve toplumsal yapı gibi bileşenlerle ilişkilendirilerek yorumlanmıştır. Ayrıca Yalvaç'ın tarihsel gelişimi, Pisidia Antiokheia'dan Osmanlı dönemine kadar uzanan geniş bir zaman dilimi içerisinde kültürel süreklilik–dönüşüm ekseninde ele alınmıştır.



Şekil 1. Yalvaç İlçesi bazı köylerine ait geleneksel kıyafetler

Araştırmanın sınırlılığı, saha çalışmasına dayalı sözlü tarih uygulamalarının kapsam dışı bırakılmasıdır. Buna karşın örnekler üzerinden tarihsel veri setinin kullanımı, giyim kültürünün hem maddi hem de kültürel boyutlarıyla çözümlenmesine olanak tanımış; yerel giyimin Yalvaç'ın kent tarihçiliğindeki konumuna ilişkin bir tarihsel çerçeve oluşturulmuştur.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Yalvaç yöresel giysileri, dokuma örnekleri ve kültürel pratikleri; bölgenin tarihsel gelişimi, kent kimliği ve somut/somut olmayan kültürel miras kavramlarıyla ilişkili olarak bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler, Yalvaç'ın kültürel kimliğinin çok katmanlı bir yapıda şekillendiğini ve giysi kültürünün bu kimliğin hem taşıyıcısı hem de görünür kılınmasında etkin bir unsur olduğunu göstermektedir.

Yalvaç, Pisidia Antiokheia'dan başlayarak Bizans, Selçuklu ve Osmanlı dönemlerine kadar uzanan uzun bir yerleşim geçmişine sahiptir. Bu çok katmanlı yapı, bölgenin kültürel zenginliğini belirleyen temel unsurların başında gelmektedir (Verim, 2023). Arkeolojik bulgular ışığında bu sürekliliğin, yöredeki giyim alışkanlıklarına ve sembolik motif kullanımına

yansıdığı görülmektedir. Pisidia Antiokheia ve çevresinde ele geçen arkeolojik buluntularda görülen geometrik düzenlemeler, simetrik motif anlayışı ve tekrar eden bezeme şemaları, yörede dokuma ve süsleme geleneğinde uzun süreli bir görsel hafızanın varlığına işaret etmektedir. Özellikle geometrik motiflerin, çizgisel kompozisyonların ve simetrik yüzey düzenlemelerinin, Yalvaç kadın giyiminde kullanılan dokuma desenleri ve süsleme anlayışıyla biçimsel bir süreklilik sergilediği görülmektedir. Bu durum, giyim kültürünün doğrudan bir kopyalama ilişkisi değil, tarihsel bir görsel repertuarın kuşaklar boyunca yeniden üretilmesi şeklinde aktarıldığını düşündürmektedir.



Şekil 2. Yalvaç'a özgü kabuklu kemer örnekleri

Bu tarihsel süreklilik, Yalvaç'ın giysi kültüründe görülen motif çeşitliliğini, malzeme kullanımını ve biçimsel özellikleri besleyen yapısal bir temeldir.

Yalvaç'ta yer alan kadın giyimi örnekleri, giysinin yalnızca fiziksel bir örtünme aracı olmadığını, aynı zamanda toplumsal statü, yaş, medeni durum ve yerel aidiyetin bir göstergesi olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle çift yazma baş bağlama tekniği, bölgenin özgün kimlik göstergelerinden biridir (Kartal ve Ölmez, 2014).



Şekil 3. Yalvaç yöresinde geleneksel başlık ve yazma katmanlarının birlikte kullanımı



Şekil 4. Çift Yazma bağlama tekniği aşamaları (Kartal ve Ölmez, 2014)

Kadın giyimi içindeki bir diğer önemli unsur ise yörede sıkça görülen oyalar (iğne oyası, boncuk oyası, pul oyası vb.) olup, bu süslemeler estetik bir görünümün ötesinde, kadınların sosyal ilişkilerini ve sembolik mesajlarını aktaran bir iletişim biçimidir (Kartal ve Ölmez,

2014).



Şekil 5. Yalvaç ilçesi Traşzade Konağında sergilenen oyalı yazma örnekleri (Kartal ve Ölmez, 2014)

Bu özellikler, UNESCO'nun 2003 Somut Olmayan Kültürel Miras Sözleşmesi'nin "aktarılan bilgi ve beceri" tanımıyla da uyumludur (Yayla vd., 2025). Bu açıdan bakıldığında, geleneksel giysilerin yalnızca bir nesne değil, kuşaktan kuşağa aktarılan kültürel bir bilgi alanı olduğu daha net anlaşılmaktadır.



Şekil 6. Yalvaç geleneksel giysi örnekleri

Yalvaç kadın giyiminde öne çıkan üçetek, entari ve fermene gibi parçalar, Anadolu'nun Osmanlı dönemi giyim anlayışının bölgesel uyarlanmış örnekleridir.



Şekil 7. Üçetek ve entari kıyafet örnekleri (Kartal ve Ölmez, 2014)



Şekil 8. Fermene örneği (Isparta Yalvaç Müzesi)



Şekil 9. Bindallı işlemeli entari örnekleri (Kartal ve Ölmez, 2014)

Bu giysiler, özellikle tören ve geçiş dönemi ritüellerinde kullanılarak kadın kimliğini simgesel olarak görünür kılmaktadır. Böylece giyim unsurları, sadece bireysel tercih değil, aynı zamanda toplumsal hafızanın somut taşıyıcıları hâline gelmektedir.

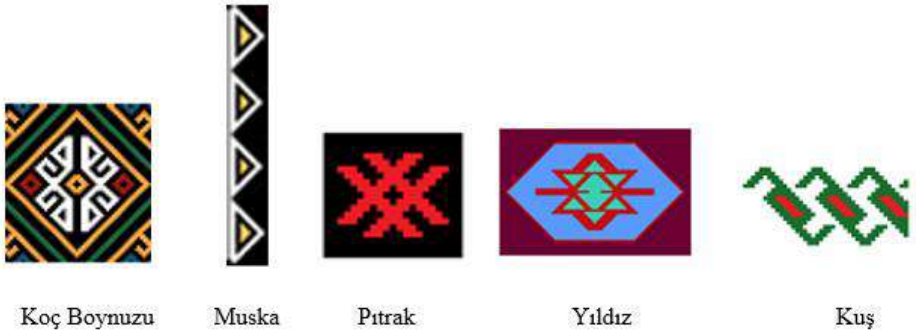


Şekil 10. Yalvaç'a ait özel günlerinde giyilen yerel kıyafet örnekleri



Şekil 11. Yalvaç düğünleri yerel kıyafet örneği

Bununla bağlantılı olarak Yalvaç'ın dokuma geleneği hem teknik hem de sembolik anlamda zengin bir yapıya sahiptir. "Ölümlük–Dirimlik Dokumalar" üzerine yapılan araştırmada, yöredeki dokumaların malzeme, motif ve kullanım bağlamlarının kimliksel işlev taşıdığı tespit edilmiştir (Kılıçarslan ve Etikan, 2015). Yün pastoral kültürün temel hammaddesidir; pamuk ise yazlık giysilerde tercih edilmiştir. Bitkisel boyalar da geleneksel dokuma tekniklerinin ayrılmaz bir parçasıdır. Motiflerin toplumsal hafızadaki anlamları şu şekildedir:
Koçboynuzu → bereket ve güç sembolü olmakla birlikte, kadın giysilerinde aileyi güçlendirme, üretkenlik ve doğurganlık temasına bağlanır.
Muska → kadınların kötülükten korunma inancıyla yazma kenarlarında ve entarilerde sık kullanılır.
Pıtrak → zorluklara dayanma gücü; evlilik ve ev içi sorumluluklarla ilişkilendirilir.
Yıldız → iyi talih, kısmet ve gelecek beklentisi anlamlarıyla kadın giyiminde sıkça yer alır.
Kuş → özellikle genç kızlık ve gelinlik sürecinde özgürlüğü, saf niyeti simgeler.



Şekil 12. Yalvaç dokuma motif örnekleri (Kılıçarslan ve Etikan, 2015)

Bu motifler Yalvaç kimliğinin sembolik tarihini içinde barındıran kültürel kodlardır.

Motif ve dokuma kültürünün yanı sıra kepenek üretimi üzerine yapılan incelemelerde, bu giysinin Yalvaç'ın kırsal yaşam biçimini sembolize eden bir kültürel öge olduğu görülmektedir (Kodaloğlu ve Akarslan Kodaloğlu, 2023). Keçeleştirilmiş yünden üretilen kepenekler, iklimsel koşullara uyum sağlayan fonksiyonel bir giysi olmanın ötesinde, bölge halkının pastoral kimliğini temsil etmektedir.



Şekil 13. Kepenek örnekleri (Kodaloğlu ve Akarslan Kodaloğlu, 2023)

Bu kültürel yapı içinde Osmanlı tereke kayıtları da giysinin ekonomik ve toplumsal değer taşıyan bir kültür varlığı olduğunu göstermektedir. Yalvaç ve çevresine ait tereke defterlerinde yer alan entari, kuşak, fermene gibi giyim unsurları, yalnızca kişisel eşyalar olarak değil, aynı zamanda bireyin toplumsal konumunu, gelir düzeyini ve statü göstergelerini yansıtan maddi kültür öğeleri olarak dikkat çekmektedir. Tereke kayıtlarında giysilere ilişkin ayrıntılı tasvirler yapılması, giyim unsurlarının Osmanlı toplumunda ne derece güçlü bir sosyal gösterge olarak algılandığını ortaya koymaktadır (Darling, 2015). Bu bağlamda entariler, kullanılan kumaş türü (ipek, kadife, pamuk), işleme yoğunluğu ve renk tercihleri üzerinden değerlendirilmekte; özellikle ipekli veya işlemeli entarilerin, tereke değerleri açısından üst gelir gruplarına işaret ettiği anlaşılmaktadır. Benzer şekilde kuşaklar, atlas, kemha veya seraser gibi değerli kumaşlardan dokunmuş olduğunda statü göstergesi olarak kabul edilmekte; daha sade pamuklu kuşaklar ise çoğunlukla gündelik kullanım ve orta gelir grubu ile ilişkilendirilmektedir.
Kadın giyiminde önemli bir dış giysi olan fermene ise, üzerindeki süsleme yoğunluğu, astarlama biçimi ve malzeme kalitesi üzerinden değerlendirilmekte; işlemeli veya astarlı fermenelerin yüksek ekonomik kapasiteyi yansıttığı, sade dokumaların ise daha alt gelir gruplarına ait olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum, kadın giyim unsurlarının sosyal yapı içerisindeki dağılımının ekonomik farklılaşmayı görünür kıldığını göstermektedir.
Dolayısıyla tereke verileri, kadın giyimine ait unsurların yalnızca kültürel değil, aynı zamanda toplumsal ve ekonomik bir anlam taşıdığını; giysilerin bireyin sosyal konumunu, hane içi statüsünü ve ekonomik gücünü belirlemede önemli göstergeler olduğunu ortaya koymaktadır.
Isparta ve çevresinde modernleşme sürecinde yaşanan değişimlere rağmen Yalvaç giyim kültürünün önemli ölçüde korunmuş olması, yörede güçlü bir kültürel direnç mekanizması bulunduğunu göstermektedir (Beyhan, 2016). Bu korunma süreci, kurumsal bir muhafazadan ziyade, aile içi aktarım, kadınlar arası gündelik pratikler ve ritüel bağlamlar üzerinden gerçekleşmiştir. Geleneksel kadın giysileri, özellikle düğünler, bayramlar ve yerel törenler aracılığıyla kullanımda tutulmuş; sandıklarda muhafaza edilen giysi parçaları, kuşaklar

arasında sembolik ve kültürel değer atfedilerek aktarılmıştır. Bu bağlamda Yalvaç'ta giyim kültürünün sürekliliği, modernleşmeye karşı edilgen bir dirençten çok, seçici bir kültürel devamlılık stratejisi olarak değerlendirilebilir. Bu durum kıyafetlerin yalnızca geleneksel bir unsur değil, kent kimliğinin devamlılığını sağlayan kültürel bir çapa olduğunu göstermektedir.

5. SONUÇ

Yalvaç yöresi kadın giyim kültürü, tarihsel süreklilik, zanaatkârlık geleneği ve sembolik motif dünyasıyla şekillenen güçlü bir kültürel yapıya sahiptir. Geleneksel giysi unsurları, yalnızca estetik birer öğe değil, aynı zamanda toplumsal kimliği, sosyal statüyü ve yerel hafızayı taşıyan kültürel göstergelerdir. Dokuma teknikleri, malzeme tercihleri ve motif sembolizmi; bölgenin tarihsel, sosyoekonomik ve kültürel dinamiklerine ışık tutmakta ve Yalvaç'ın kent kimliğini anlamlandırmada önemli bir zemin oluşturmaktadır.

- Yalvaç'ın çok katmanlı tarihsel yapısı, yöresel giysi kültürünün biçimsel çeşitliliğini ve motif zenginliğini doğrudan etkilemektedir.
- Kadın giyimi; yaş, statü, kimlik ve ritüel pratiklere ilişkin göstergeler barındırmakta ve kültürel aidiyeti görünür kılmaktadır.
- Oyalar, yazmalar ve baş bağlama teknikleri gibi unsurlar, estetik olmanın ötesinde sembolik iletişim ve kültürel aktarım işlevi taşımaktadır.
- Dokuma geleneği; malzeme kullanımı, bitkisel boyama teknikleri ve motif sembolizmi ile güçlü bir kültürel süreklilik göstermektedir.
- Motiflerin anlam dünyası (koçboynuzu, muska, pıtrak, yıldız, kuş vb.), kadın giyiminde kimliksel ve sembolik bir dil oluşturmaktadır.
- Kepenek gibi kırsal giyim unsurları, bölgenin pastoral yaşam biçimini ve yerel kimliğini temsil eden kültürel öğelerdir.
- Osmanlı tereke kayıtları, giyim unsurlarının toplumsal statü ve ekonomik güçle yakından ilişkili olduğunu göstermekte; entari, kuşak ve fermene gibi unsurların sınıfsal ayrımı yansıttığı anlaşılmaktadır.
- Modernleşme sürecine rağmen Yalvaç giyim kültürünün büyük ölçüde korunmuş olması, yörede güçlü bir kültürel direnç ve kimlik devamlılığı olduğunu ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA

Aydemir, Ç., & Durmaz, B. C. (2024). Isparta kentinin doğal ve kültürel kimlik değerlerinin korunmasına yönelik irdeleme. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 14(2), 402-423.

Beyhan, Ş. G. (2016). Isparta kentinde yaşanan modernizmin kent kültürü ve tipolojisi üzerine yansımaları. İdealkent, 7(18), 116-143.

Burke, P. (2001). Eyewitnessing: The uses of images as historical evidence. Cornell University Press.

Çelmeli, E., Uzun, Ö. F., & Gül, A. (2020). Isparta Yalvaç Yöresinin Somut Kültürel Değerleri ve Geleceği. Uluslararası Türk Dünyası Turizm Sempozyumu Bildiri Kitabı, 1, 475-493.

Darling, L. T. (2015). Ottoman customs registers (Gümrük Defterleri) as sources for global exchange and interaction. Review of Middle East Studies, 49(1), 3-22.

Halaç, H. H., & Şahin, E. Kültürel Peyzaj Bağlamında Yalvaç İlçesinin Değerlendirilmesi. Kültür Araştırmaları Dergisi, (13), 333-356.

Howell, M. C., & Prevenier, W. (2001). From reliable sources: An introduction to historical methods. Cornell University Press.

Kartal, Z., & Ölmez, F. N. (2014). Yalvaç yöresel giysileri. Yalvaç Belediyesi Kültür Yayınları.

Kartal, Z., Ölmez, F. N. (2014). Isparta yöresel kadın giysileri. TC Isparta Valiliği İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü.

Kılıçarslan, H., & Etikan, S. (2015). Yalvaç İlçesi Ölümlük-Dirimlik Dokumaları. Art-e Sanat Dergisi, 8(15), 79-94.
Knowles, C., & Sweetman, P. (2004). Picturing the social landscape. London: Routledge.
Kodaloğlu, M., & Kodaloğlu, F. A. (2023). Yalvaç Tepme Keçeciliği Özelinde Kepenek Tasarımı ve İmalatı. Güzel Sanatlar Üzerine Araştırmalar, 1 – 15.
Vecco, M. (2010). A definition of cultural heritage: From the tangible to the intangible. Journal of cultural heritage, 11(3), 321-324.
Verim, E. (2023). Bizans Döneminde Pisidia Antiokheia (Yalvaç)/Byzantine Pisidia Antiocheia. Cumhuriyet'in 100. Yılında Yalvaç: Tarih.
Yayla, I., Pamukcu, H., Türkoğlu, T., & Baydeniz, E. (2025). Bibliometric Analysis of Literature on Intangible Cultural Heritage. Milli Folklor, 19(145), 61-73.

YAPAY ZEKÂ OKURYAZARLIĞI: OKULLARDA BİR İNCELEME

Fatma Zehra İLTER
Malatya Turgut Ozal University, Institute of Graduate Educatıon, Department of Business, 44210 Battalgazi, Malatya
ORCID: 0009-0001-4988-7277
Meral ÇALIŞ DUMAN
Malatya Turgut Ozal University, Faculty of Social and Human Sciences, International Business Management, Battalgazi, Malatya
ORCID: 0000-0002-8283-5188

ÖZET
Bu çalışma, öğretmenlerin yapay zekâ okuryazarlığını ve üretken yapay zekâ araçlarının sınıf içi süreçlere yansımalarını incelemektedir. Yapay zekâ okuryazarlığı, yapay zekâyı kullanabilme, anlama ve okuyabilme, ortaya çıkardığı sonuçları eleştirisel olarak analiz edebilme ve elde edilen verileri yeni uygulamalara entegre edebilme olarak tanımlanabilir. Dijital dönüşümün hızla ilerlemesine bağlı olarak yapay zekâ araçlarının okullarda ve sınıf içi çalışmalarda sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Bu kullanıma bağlı olarak ortaya çıkan yenilikler ve sonuçlar bu çalışmanın çıkış noktasıdır. Bu bağlamda Malatya ili Yeşilyurt ve Battalgazi ilçelerinde faaliyet gösteren okullardan farklı branşlara ait on öğretmen ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğretmenlere yapay zekâ kavramı, bildikleri yapay zekâ araçları, bunları kullanım amaçları, bu teknolojinin avantaj–dezavantaj değerlendirmeleri sorulmuştur. Ayrıca öğretmenlere Türkiye'nin dijital dönüşüm süreci hakkındaki görüşleri de sorulmuştur. Elde edilen bulgular, öğretmenlerin yapay zekâyı genellikle "insan işlerini kolaylaştıran akıllı sistemler" olarak tanımladıklarını; en çok ChatGPT ve Copilot'u kullandıklarını göstermektedir. Öğretmenler tarafından üretken yapay zekâ araçlarının ders planlama, materyal üretimi ve zaman tasarrufu sağlama açısından avantaj sunduğu; ancak doğruluk kontrolü, etik sorunlar ve öğrenci bağımlılığı gibi dezavantajlar barındırdığı vurgulanmıştır. Türkiye'nin dijital dönüşüm sürecine dair görüşlerde ise FATİH Projesi ve EBA (Eğitim Bilişim Ağı)'nın önemine dikkat çekilmiş, altyapı ve öğretmen yeterliklerindeki farklılıklar öne çıkarılmıştır. Sonuç olarak bu çalışma, öğretmenlerin üretken yapay zekâya ilişkin farkındalıklarının sınırlı ancak artmakta olduğunu; kullanım deneyimlerinin ise daha çok pratik ve materyal üretimine odaklandığını göstermektedir. Sonuçlar öğretmenlerin yapay zekâ okuryazarlığının geliştirilmesi gerektiğini göstermekte olup, uygulayıcılar için bir çözüm önerisi sunmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Yapay Zekâ, Üretken Yapay Zekâ, Yapay Zekâ Okuryazarlığı, 21. Yüzyıl Becerileri

ARTIFICIAL INTELLIGENCE LITERAC Y: A STUDY IN SCHOOLS

ABSTRACT
This study examines teachers' artificial intelligence literacy and the impact of generative artificial intelligence tools on classroom processes. Artificial intelligence literacy can be defined as the ability to use, understand, and read artificial intelligence, critically analyze the results it produces, and integrate the resulting data into new applications. Due to the rapid advancement of digital transformation, artificial intelligence tools are frequently used in schools and classroom activities. The innovations and outcomes resulting from this use are the starting point of this study. In this context, semi-structured interviews were conducted with ten teachers from different branches in schools operating in the Yeşilyurt and Battalgazi districts of Malatya province. The teachers were asked about the concept of artificial intelligence, the artificial intelligence tools they are familiar with, their purposes for using them, and their assessment of

the advantages and disadvantages of this technology. They were also asked about their opinions on Türkiye's digital transformation process. The findings show that teachers generally define artificial intelligence as "intelligent systems that simplify human tasks," with ChatGPT and Copilot being the most frequently used. Teachers emphasized that generative artificial intelligence tools offer advantages in terms of lesson planning, material production, and time saving, but they also have disadvantages such as accuracy checking, ethical issues, and student dependency. Opinions on Türkiye's digital transformation process highlighted the importance of the FATİH Project and the EBA (Educational Information Network), while highlighting differences in infrastructure and teacher competencies. In conclusion, this study demonstrates that teachers' awareness of generative artificial intelligence is limited but growing, while their usage experiences focus more on practical application and material production. The results show that teachers' artificial intelligence literacy needs to be improved and offer a solution for practitioners.
Keywords: Artificial Intelligence, Generative Artificial Intelligence, Artificial Intelligence Literacy, 21st Century Skills

1. GİRİŞ

Teknolojinin baş döndürücü bir hızla ilerlediği 21. yüzyılda, eğitim sistemleri de bu değişimden derinden etkilenmektedir. Geleneksel öğretim yöntemleri yerini dijital araçlarla desteklenen, öğrenci merkezli ve veriye dayalı yeni pedagojik yaklaşımlara bırakmaktadır (Selwyn, 2019). Bu dönüşümün merkezinde ise son yıllarda büyük bir ivme kazanan "Yapay Zekâ" (YZ) teknolojileri yer almaktadır. Yapay zekâ, sadece mühendislik veya bilgisayar bilimlerinin bir konusu olmaktan çıkmış; sağlık, sanat, hukuk ve özellikle eğitim gibi sosyal alanlarda belirleyici bir güç haline gelmiştir (UNESCO, 2021). Özellikle 2022 yılı itibarıyla "Üretken Yapay Zekâ" araçlarının (ChatGPT, Gemini, Copilot vb.) son kullanıcıya açılması, bilgiye erişim, içerik üretimi ve öğrenme süreçlerinde köklü değişiklikleri beraberinde getirmiştir.

Eğitimde yapay zekâ kullanımı, kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimleri sunma, öğretmenlerin idari yükünü azaltma, öğrenci başarısını anlık verilerle analiz etme ve özel gereksinimli bireyler için erişilebilirliği artırma gibi devasa potansiyeller taşımaktadır. Ancak bu potansiyelin hayata geçirilmesi, sistemin en önemli uygulayıcısı olan öğretmenlerin yetkinliklerine doğrudan bağlıdır. Öğretmenlerin bu teknolojiyi sadece "tüketen" değil, aynı zamanda "yöneten", "değerlendiren" ve "pedagojik süreçlere entegre eden" bireyler olması gerekmektedir. İşte bu noktada "Yapay Zekâ Okuryazarlığı" kavramı ortaya çıkmaktadır. Literatürde yapay zekâ okuryazarlığı; bireylerin yapay zekâ teknolojilerini anlama, kullanma, değerlendirme ve etik kararlar alabilme becerilerinin bütünü olarak tanımlanmaktadır (Long & Magerko, 2020; Keleş, 2022).

1.1. Eğitimde Üretken Yapay Zekâ ve Öğretmen Rolleri

Üretken yapay zeka araçları, kullanıcıdan aldığı komutlar (prompt) doğrultusunda metin, görsel, kod, ses ve video gibi yeni içerikler üretebilen sistemlerdir. Bu sistemler, öğretmenin ders planı hazırlama, sınav sorusu üretme, materyal tasarlama gibi zaman alıcı görevlerini saniyeler içinde gerçekleştirebilme kapasitesine sahiptir. Bozkurt (2023), üretken yapay zekanın eğitimde bir "paradigma değişimi" yarattığını ve öğretmenin rolünü "bilgi aktarıcı"dan "öğrenme rehberi" ve "tasarımcı"ya dönüştürdüğünü belirtmektedir. Ancak bu dönüşüm, beraberinde "doğruluk", "etik", "veri gizliliği" ve "intihal" gibi yeni riskleri de getirmektedir. Öğretmenlerin bu riskleri yönetebilmesi için güçlü bir dijital ve yapay zeka okuryazarlığına sahip olması şarttır.

1.2. Türkiye'de Dijital Dönüşüm ve Malatya Bağlamı

Türkiye'de Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) tarafından yürütülen Fırsatları Artırma ve Teknolojiyi İyileştirme Hareketi (FATİH) Projesi ve Eğitim Bilişim Ağı (EBA) gibi girişimler, okulların dijital altyapısını güçlendirmeyi ve eğitimde fırsat eşitliğini sağlamayı hedeflemiştir

(Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2023). Akıllı tahtaların yaygınlaşması ve tablet dağıtımları bu sürecin somut adımlarıdır. Ancak, donanım sağlamak dijital dönüşümün sadece bir ayağıdır. Asıl dönüşüm, öğretmenlerin bu araçları ders içi süreçlerde nasıl anlamlandırdığı ve kullandığı ile ilgilidir.

Bu çalışma özelinde "Malatya" ili, dijital dönüşümün incelenmesi açısından özgün bir bağlam sunmaktadır. 6 Şubat 2023 tarihinde yaşanan Kahramanmaraş merkezli depremlerden en çok etkilenen illerden biri olan Malatya'da, eğitim-öğretim süreçleri fiziki altyapı sorunları, konteyner okullar ve teknolojik erişim kısıtlılıkları gölgesinde devam etmektedir. Kriz sonrası yeniden yapılanma sürecinde olan bir bölgede, öğretmenlerin en ileri teknoloji olan yapay zekâyı nasıl algıladıkları, hangi imkanlarla kullandıkları ve ne tür engellerle karşılaştıkları, literatür için önemli bir veri kaynağıdır.

1.3. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu çalışmanın temel amacı; Malatya ili Yeşilyurt ve Battalgazi ilçelerinde görev yapan öğretmenlerin yapay zekâ okuryazarlığına ilişkin görüşlerini, farkındalık düzeylerini ve sınıf içi uygulama deneyimlerini derinlemesine incelemektir. Araştırma, öğretmenlerin ÜYZ araçlarını hangi amaçlarla kullandıklarını, karşılaştıkları avantaj ve dezavantajları ve Türkiye'nin dijital dönüşüm sürecine bakış açılarını, deprem bölgesi gerçekliği içinde ortaya koyarak literatürdeki boşluğu saha verileriyle doldurmayı hedeflemektedir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Araştırma Modeli

Bu araştırmada, öğretmenlerin yapay zekâ okuryazarlığına ilişkin görüşlerini, deneyimlerini ve algılarını kendi doğal ortamlarında derinlemesine incelemek amacıyla nitel araştırma yöntemlerinden "durum çalışması" deseni kullanılmıştır. Durum çalışması, güncel bir olguyu (yapay zekâ kullanımı) kendi gerçek yaşam çerçevesi içinde (Malatya'daki okullar ve deprem sonrası koşullar bağlamında) inceleyen, birden fazla kanıt veya veri kaynağının kullanıldığı bir araştırma stratejisidir (Yin, 2017; Creswell, 2017).

Nitel yaklaşım, istatistiksel verilerden ziyade katılımcıların "nasıl" ve "neden" sorularına verdikleri cevaplara odaklanarak, olgunun altındaki anlam dünyasını keşfetmeyi sağlar (Yıldırım & Şimşek, 2016; Creswell, 2017).

2.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu, Malatya ili merkez ilçeleri olan Yeşilyurt ve Battalgazi'de, Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı devlet okullarında görev yapan 10 öğretmenden oluşmaktadır. Katılımcıların belirlenmesinde "amaçlı örnekleme" yöntemlerinden "ölçüt örnekleme" stratejisi kullanılmıştır (Yıldırım & Şimşek, 2016).

Örneklem seçiminde şu ölçütler temel alınmıştır:

1. Farklı branşlarda (Sözel, Sayısal, Beceri dersleri) görev yapıyor olmak.
2. Farklı kıdem yıllarına (Mesleğe yeni başlayanlar ve deneyimli öğretmenler) sahip olmak.
3. Dijital araçları ve yapay zekayı en azından "duymuş" veya "deneyimlemiş" olmak.
4. Malatya merkez ilçelerinde aktif görevde bulunmak.

Katılımcılara ilişkin detaylı demografik bilgiler Tablo 1'de sunulmuştur. Tablo incelendiğinde, katılımcıların 3 yıl ile 25 yıl arasında değişen geniş bir mesleki deneyim aralığına sahip olduğu görülmektedir. Bu çeşitlilik, yapay zeka algısının hem "dijital yerliler" (genç öğretmenler) hem de "dijital göçmenler" (deneyimli öğretmenler) perspektifinden karşılaştırılmasına olanak tanımıştır.

Tablo 1. Çalışma Grubundaki Öğretmenlerin Demografik Özellikleri

Kod	Cinsiyet	Branş	Mesleki Deneyim (Yıl)	Görev Yeri (İlçe)
Ö1	Kadın	Türkçe	3	Battalgazi
Ö2	Erkek	Matematik	15	Yeşilyurt
Ö3	Kadın	Fen Bilimleri	8	Battalgazi
Ö4	Kadın	İngilizce	20	Yeşilyurt
Ö5	Erkek	Sosyal Bilgiler	12	Battalgazi
Ö6	Erkek	Beden Eğitimi	5	Yeşilyurt
Ö7	Kadın	Görsel Sanatlar	18	Battalgazi
Ö8	Erkek	Din Kültürü	10	Yeşilyurt
Ö9	Kadın	Rehberlik (PDR)	7	Battalgazi
Ö10	Kadın	Sınıf Öğretmeni	25	Yeşilyurt

2.3. Veri Toplama Aracı

Veriler, araştırmacılar tarafından literatür taraması sonucunda geliştirilen "Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu" aracılığıyla toplanmıştır. Yarı yapılandırılmış form, araştırmacıya belirli bir çerçeve sunarken, katılımcının cevaplarına göre sondalar (yan sorular) sormasına ve konuyu derinleştirmesine olanak tanır (Creswell, 2017). Formda öğretmenlere şu 5 temel soru yöneltilmiştir:

1. Yapay zekâ / üretken yapay zekâ kavramını nasıl tanımlıyorsunuz ve mesleki pratiğinizde kullanıyor musunuz?
2. Hangi üretken yapay zekâ araçlarını (uygulama, web sitesi vb.) duydunuz veya aktif olarak kullanıyorsunuz?
3. Üretken yapay zekânın eğitimde en önemli kullanım örnekleri ve işlevleri sizce nelerdir?
4. Üretken yapay zekânın öğretmenler açısından sağladığı avantajlar ve oluşturduğu dezavantajlar nelerdir?
5. Türkiye'nin dijital dönüşüm süreci ve okullarınızdaki teknolojik altyapı hakkında görüşleriniz nelerdir?

2.4. Veri Toplama Süreci ve Analizi

Görüşmeler, 2025 yılı Ekim ve Kasım aylarında, öğretmenlerin görev yaptıkları okullarda, öğretmenler odası veya boş sınıflarda yüz yüze gerçekleştirilmiştir. Her bir görüşme ortalama 15-20 dakika sürmüş, katılımcıların izniyle detaylı notlar alınmış ve veri kaybını önlemek amacıyla ses kaydı tutulmuştur (izin veren katılımcılar için).

Elde edilen ham veriler, "içerik analizi" tekniği ile analiz edilmiştir. Analiz sürecinde izlenen adımlar şöyledir:

1. **Veri Dökümü:** Görüşme notları ve kayıtları bilgisayar ortamına aktarılarak yazılı metin haline getirilmiştir.
2. **Kodlama:** Metinler okunarak anlamlı birimler (cümleler, paragraflar) kodlanmıştır (Örn: "zaman tasarrufu", "etik kaygı", "altyapı sorunu").
3. **Kategorileştirme:** Benzer kodlar bir araya getirilerek temalar (Örn: "Kullanım Amaçları", "Risk Algısı") oluşturulmuştur.

4. **Yorumlama:** Temalar, literatür desteği ve araştırmacı yorumuyla sentezlenmiştir. Analiz sürecinde öğretmenlerin görüşleri "Ö1, Ö2..." şeklinde kodlanarak anonimlik ve etik standartlar sağlanmıştır.

3. BULGULAR

Bu bölümde, araştırmaya katılan öğretmenlerden elde edilen veriler; "Yapay Zekâ Algısı ve Tanımlar", "Kullanılan Araçlar ve Farkındalık", "Eğitimde Kullanım Amaçları", "Avantaj ve Dezavantaj Değerlendirmeleri" ve "Türkiye'nin Dijital Dönüşümüne Bakış" olmak üzere beş ana başlık altında detaylı olarak sunulmuştur.

3.1. Öğretmenlerin Yapay Zekâ Tanımları ve Algıları

Öğretmenlerin yapay zekâyı tanımlama biçimleri incelendiğinde, çoğunluğun bu teknolojiyi teknik bir tanımdan ziyade, işlevsel ve pragmatik bir yaklaşımla, "insan zekasını taklit eden" ve "işleri kolaylaştıran bir asistan" olarak gördüğü tespit edilmiştir. Öğretmenler teknolojiyi, mesleklerini tehdit eden bir unsurdan çok, tamamlayıcı bir güç olarak algılamaktadır.

Mesleğinin henüz başında olan **Türkçe öğretmeni (Ö1)**, yapay zekâyı bir "asistan" metaforuyla tanımlamıştır:

"Açıkçası yapay zekâyı, insan gibi düşünebilen, bizim verdiğimiz komutlarla yeni şeyler üreten bir asistan gibi görüyorum. Henüz meslekte yeniyim ve teknolojiyi seviyorum. Özellikle ChatGPT ve Gemini gibi araçları sık sık deniyorum. Derste bazen 'Hadi yapay zekâya bir hikaye tamamlatalım' dediğimde çocukların çok hoşuna gidiyor. Onların dilinden konuşmak için bu araçları tanımak zorundayız."

Deneyimli bir eğitimci olan **Matematik öğretmeni (Ö2)**, konuya daha analitik yaklaşarak algoritmik yapıya dikkat çekmiştir:

"Ben yapay zekâyı öğrenciye özel çözüm üretebilen akıllı algoritmalar olarak tanımlarım. 15 yıllık öğretmenim, eskiden her şeyi elle yazardık. Şimdi aktif olarak kullanmıyorum ama takip ediyorum. Matematik somut bir ders, o yüzden her araca güvenemiyorum. Ancak doğru kurgulanırsa güçlü bir problem çözme aracı olabilir."

25 yıllık mesleki tecrübeye sahip **Sınıf Öğretmeni (Ö10)** ise teknolojiyi bir "yardımcı" olarak nitelendirerek, deneyim ile yeniliğin birleşebileceğini göstermiştir:

"Kızım, ben tebeşir tozundan geliyorum ama yeniliğe de kapalı değilim. Yapay zekâyı öğretmen için bir 'yardımcı', bir 'koltuk değneği' gibi görüyorum. İşimi kolaylaştıracaksa neden kullanmayayım? Önemli olan öğretmenin sınıf içindeki hakimiyetini kaybetmemesidir."

3.2. Bilinen ve Kullanılan Üretken Yapay Zekâ Araçları

Araştırmada öğretmenlerin yapay zekâ araçlarına yönelik farkındalık düzeylerinin yüksek olduğu, özellikle popüler üretken yapay zekâ araçlarını tanıdıkları görülmüştür. Öğretmenlerin branşlarına göre özelleşmiş araçlara yöneldiği de görülmüştür.

Tablo 2. Öğretmenlerin Bildiği veya Kullandığı Yapay Zekâ Araçları

Araç Adı	**Kullanım Alanı**	**Sıklıkla Belirten Branşlar**
ChatGPT	Metin Üretimi, Sohbet, Planlama	Türkçe, İngilizce, Din Kültürü, Sınıf, Matematik
Copilot	Araştırma, Sunum, İçerik	Fen Bilimleri, Sosyal Bilgiler, Türkçe
Canva (AI)	Görsel Tasarım, Afiş, Sunum	Sosyal Bilgiler, Görsel Sanatlar, Rehberlik
MidJourney / DALL-E	Görsel Üretimi	Görsel Sanatlar, Türkçe
PhET (AI Destekli)	Simülasyon	Fen Bilimleri

Wolfram Alpha	Matematiksel Çözüm	Matematik
Duolingo	Dil Öğrenimi	İngilizce

Fen Bilimleri öğretmeni (Ö3), branşına özgü simülasyon araçlarının önemini şu şekilde vurgulamıştır:
"PhET simülasyonlarını çok kullanıyorum, yapay zekâ desteğiyle daha iyi oldu. Copilot'u da ders notu hazırlarken deniyorum. Deney yapmayı çok seviyorum ama malzememiz her zaman olmuyor. Bu araçlar laboratuvar eksikliğini sanal ortamda kapatmamızı sağlıyor."
Görsel Sanatlar öğretmeni (Ö7) ise görsel üretim araçlarının (MidJourney, DALL-E) yaratıcılık sürecindeki rolüne değinmiştir:
"MidJourney ve DALL-E'yi denedim. Çocuklar bunlara bayılıyor. Fikir tıkanıklığı yaşadıklarında 'Hayalindekini önce bir yaz, yapay zekâ çizsin, sonra sen onu kağıda dök' diyorum. Görsel fikir üretimi için kullanıyoruz."

3.3. Eğitimde Kullanım Amaçları ve Pratikler

Öğretmenlerin yapay zekâyı kullanım amaçları; "Ders Materyali Hazırlama", "Kişiselleştirilmiş Öğrenme", "Dil Pratiği" ve "Görselleştirme" olmak üzere dört ana temada yoğunlaşmaktadır. Öğretmenler en yoğun kullanımı, zaman tasarrufu sağlaması nedeniyle ders öncesi hazırlık ve içerik üretimi aşamasında gerçekleştirmektedir.
İngilizce Öğretmeni (Ö4), dil pratiği konusundaki kullanımını şöyle aktarmıştır:
"Ben yapay zekâyı 'dil pratiği arkadaşı' olarak görüyorum. Bizim zamanımızda mektup arkadaşı vardı, şimdi Chatbotlar var. Son dönemde ChatGPT'ye 'Benimle İngilizce A2 seviyesinde sohbet et' diyerek pratik yaptırıyorum sınıfta. Ayrıca diyalog örnekleri ve kelime listeleri hazırlamak saniyeler sürüyor. Eskiden saatlerce uğraşırdım."
Sosyal Bilgiler Öğretmeni (Ö5), sözel derslerin görselleştirilmesindeki katkısına dikkat çekmiştir:
"Sosyal bilgiler sözel bir ders gibi görünse de görselleştirmeye çok ihtiyaç duyarız. Ben tarihi olayları anlatırken görsel destek için kullanıyorum. Mesela 'İstanbul'un fethini anlatan bir infografik hazırla' diyoruz, taslak çıkarıyor. Harita çizimlerinde de işe yarıyor."
Din Kültürü Öğretmeni (Ö8) ise kavram öğretiminde başvurduğunu belirtmiştir:
"Ben öğrencilerin merak ettikleri sorulara hızlı yanıt bulmak için başvurdukları bir kaynak olarak görüyorum. Dini kavramlar soyut olabiliyor, bunları açıklarken destek alınabilir. Mesela 'Tevazu nedir?' diye sorup, çocuklara o tanımı okutuyorum, üzerine konuşuyoruz."

3.4. Avantajlar ve Dezavantajlara İlişkin Değerlendirmeler

Öğretmenler, yapay zekânın sağladığı fırsatların (avantajların) yanında, eğitim ortamında oluşturduğu risklerin (dezavantajların) de güçlü bir şekilde farkındadır. Bu konudaki görüşler Tablo 3'te kategorize edilmiştir.
Tablo 3. Yapay Zekâ Kullanımına İlişkin Avantaj ve Dezavantaj Değerlendirmeleri

Avantajlar (Fırsatlar)	**Dezavantajlar (Riskler)**
Zaman Tasarrufu: Ders planı ve materyal hazırlamada hız.	**Hazır Bilgiye Bağımlılık:** Öğrencilerin üretkenliğini kaybetmesi.
İçerik Çeşitliliği: Zengin görsel ve metin seçenekleri.	**Doğruluk ve Halüsinasyon:** Yanlış veya uydurma bilgi riski.
Bireyselleştirme: Her öğrenciye özel soru/etkinlik üretimi.	**Etik ve Telif Sorunları:** Özgünlük tartışmaları ve intihal.
Motivasyon: Öğrenci ilgisini ve katılımını artırma.	**Veri Gizliliği:** KVKK ihlalleri ve mahremiyet riski.

Güvenli Ortam: Sanal deneyler ve simülasyonlar.	**Duygu Eksikliği:** İnsan etkileşiminin yerini tutamaması.

Öğretmenlerin en büyük kaygısı, öğrencilerin bilişsel tembelliğe itilmesi ve etik ihlallerdir.
Görsel Sanatlar Öğretmeni (Ö7) bu ikilemi şu şekilde ifade etmiştir:
"Avantajı yaratıcılığı tetiklemesi. Ama dezavantajı çok büyük: Özgünlük ve telif sorunu. Öğrenci 'Ben yaptım' diyor ama makine yaptı. Bu durum emek hırsızlığına dönüşmemeli. Sanat eğitiminde sürecin kendisi sonuçtan daha önemlidir."
Matematik Öğretmeni (Ö2), doğruluk riskine ve öğretmen kontrolüne dikkat çekmiştir:
"Matematikte bir işlem hatası her şeyi bitirir. Yapay zekâ bazen saçmalayabiliyor, 'halüsinasyon' görebiliyor. Yanlış yönlendirme riski var. Bu yüzden öğretmenin kontrolü şart. Öğrenciye kontrolsüzce sunulmamalı."
Rehberlik Öğretmeni (Ö9) ise veri gizliliği konusundaki hassasiyeti vurgulamıştır:
"En büyük endişem gizlilik. Öğrencinin ismini, özel durumunu asla yapay zekâya girmem. KVKK açısından büyük risk. Avantajı analiz gücü ama dezavantajı mahremiyet riski. Rehberlik hizmetlerinde güven esastır, yapay zekâ bu güveni sarsmamalı."

3.5. Türkiye'nin Dijital Dönüşüm Süreci ve Malatya Bağlamı

Öğretmenlerin Türkiye'deki dijital dönüşüme (FATİH Projesi, EBA) yönelik farkındalıkları yüksektir. Yapılan yatırımları olumlu bulmakla birlikte, Malatya'nın deprem sonrası koşulları ve altyapı eksiklikleri, bu dönüşümün sahaya yansımasında ciddi aksaklıklar yaratmaktadır.
Beden Eğitimi Öğretmeni (Ö6), altyapı yetersizliğini şu şekilde dile getirmiştir:
"Gelişim takibi için süper olur. Ama okullarda ne böyle bir kamera sistemimiz var ne de altyapımız. Dezavantajı tamamen maliyet ve altyapı eksikliği. Spor teknolojileri Türkiye'de gelişiyor ama devlet okullarına inmesi zaman alacak gibi."
Sınıf Öğretmeni (Ö10) ise kırsal ve merkez arasındaki erişim eşitsizliğine dikkat çekmiştir:
"Çok büyük ilerleme var, inkar edemem. Ama köy okullarında veya kenar mahallelerde hala tableti olmayan çocuğum çok. Erişim sorunu çözülmeden tam dönüşüm olmaz. Malatya'da depremden sonra bazı ailelerin düzeni bozuldu, teknolojiye erişim lüks kaldı."
Fen Bilimleri Öğretmeni (Ö3) de internet altyapısındaki sorunlara parmak basmıştır:
"Akıllı tahtalarımız var, kullanıyoruz. Ama Malatya'da bazı okullarda internet çok yavaş. Simülasyon açmaya çalışırken ders bitiyor bazen. Altyapı güçlenmeden yapay zekâyı verimli kullanmak zor."
Bu bulgular, dijital dönüşümün teoride kabul gördüğünü ancak pratikte, özellikle afet sonrası bölgelerde, fiziksel ve teknik altyapı yetersizlikleri nedeniyle tam potansiyeline ulaşamadığını göstermektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma, Malatya ili örneğinde öğretmenlerin yapay zekâ okuryazarlığına ilişkin görüşlerini incelemiş ve literatürle diyalog halinde olan, aynı zamanda bölgeye özgü dinamikleri yansıtan önemli sonuçlara ulaşmıştır.
İlk olarak, çalışmaya katılan öğretmenlerin yapay zekâ farkındalıklarının orta düzeyde olduğu ancak giderek arttığı görülmüştür. Öğretmenler yapay zekâyı "insan işlerini kolaylaştıran bir araç" olarak tanımlamakta ve bu teknolojiyi mesleklerini tehdit eden bir unsur değil, iş yükünü hafifleten bir "asistan" olarak görmektedir. Bu bulgu, literatürde öğretmenlerin teknolojiye yönelik tutumlarını inceleyen Keleş (2022) ve Bozkurt (2023)'ün çalışmalarıyla paralellik göstermektedir. Öğretmenlerin teknolojiyi reddetmek yerine benimseme eğiliminde olmaları, dijital dönüşümün başarısı için umut vericidir.
İkinci olarak, öğretmenlerin Üretken Yapay Zekâ (ÜYZ) araçlarını (ChatGPT, Copilot, Canva vb.) aktif olarak ders planlama, materyal üretimi ve ölçme-değerlendirme süreçlerinde kullandıkları tespit edilmiştir. Bu durum, Yılmaz ve Yılmaz (2023) tarafından yapılan çalışmada belirtilen "yapay zekânın öğretmen iş yükünü azalttığı ve materyal çeşitliliği

sağladığı" bulgusunu desteklemektedir. Öğretmenler, özellikle zaman yönetimi konusunda bu araçların büyük fayda sağladığını belirtmiştir.

Üçüncü ve en kritik sonuçlardan biri, öğretmenlerin etik, doğruluk ve güvenlik konularındaki yüksek farkındalıklarıdır. Akbulut ve Koç (2023)'ün de vurguladığı gibi, "halüsinasyon" (yanlış bilgi üretimi) ve veri gizliliği, eğitimde yapay zekâ kullanımının önündeki en büyük engellerden biridir. Çalışmamızda özellikle Rehberlik, Matematik ve Din Kültürü öğretmenlerinin bu konudaki hassasiyetleri, öğretmenlerin sadece "kullanıcı" değil, aynı zamanda birer "etik denetleyici" rolünü üstlendiklerini göstermektedir (Selwyn, 2019). Bu durum, öğretmenlerin yapay zekâ okuryazarlığının sadece teknik değil, etik boyutunun da geliştiğine işaret etmektedir.

Son olarak, Türkiye'nin dijital dönüşüm sürecinde FATİH Projesi ve EBA gibi yatırımların önemi kabul edilmekle birlikte, Malatya özelinde bölgesel altyapı sorunlarının (internet hızı, donanım eksikliği, deprem sonrası fiziksel koşullar) devam ettiği görülmüştür. T.C. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi (2023) raporlarında hedeflenen dijital yetkinliklere ulaşılabilmesi için, sahadaki donanım eksikliklerinin giderilmesi gerekmektedir. Öğretmenlerin ifadeleri, dijital okuryazarlığın sadece bireysel bir beceri değil, aynı zamanda teknolojik erişimle de ilgili olduğunu, "dijital eşitsizliğin" afet bölgelerinde daha derin hissedildiğini ortaya koymaktadır. Araştırma bulgularından hareketle, uygulayıcılara ve politika yapıcılara yönelik şu öneriler geliştirilmiştir:

- **Uygulamalı Eğitimler:** Öğretmenlere yönelik hizmet içi eğitimler, teorik bilgi aktarımından ziyade, branşa özgü yapay zekâ araçlarının (Örn: Fen için simülasyon, Dil için chatbot) kullanımını içeren "atölye çalışmaları" şeklinde düzenlenmelidir.
- **Etik Rehberler:** MEB tarafından okullara, öğrenci verilerinin korunması, telif hakları ve yapay zekâ çıktılarının doğrulanması konularında net ve güncel "etik kullanım rehberleri" gönderilmelidir (UNESCO, 2021).
- **Bölgesel Altyapı Yatırımı:** Deprem bölgeleri başta olmak üzere, okulların internet ve donanım altyapıları güçlendirilerek dijital eşitsizlik giderilmeli; öğretmenlerin kendi cihazları yerine okul donanımlarını kullanabilmeleri sağlanmalıdır.
- **Müfredat Entegrasyonu:** Yapay zekâ okuryazarlığı, sadece bir "Bilişim" dersi konusu olmaktan çıkarılıp, disiplinler arası bir yaklaşımla tüm derslerin müfredatına entegre edilmelidir. (Long & Magerko, 2020).

KAYNAKÇA

Akbulut, C. & Koç, A. (2023). Eğitimde üretken yapay zekâ kullanımı: Fırsatlar ve sınırlılıklar. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama,* 13(1), 45-62.

Bozkurt, A. (2023). Üretken yapay zekâ (Generative AI) ve eğitimin geleceği: Pedagojik bir bakış açısı. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 9(2), 6-28.

Creswell, J. W. (2017*). Nitel Araştırma Yöntemleri: Beş Yaklaşıma Göre*. (Çev. Ed. M. Bütün & S. B. Demir). Ankara: Siyasal Kitabevi.

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). Artificial intelligence in education: *Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.

Keleş, E. (2022). Yapay zeka okuryazarlığı: Kavramsal bir çerçeve önerisi. *Milli Eğitim Dergisi*, 51(235), 1541-1560.

Long, D., & Magerko, B. (2020). What is AI literacy? Competencies and design considerations. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-16.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2021). *Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi* 2021-2025. T.C. Dijital Dönüşüm Ofisi ve Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Ortak Yayını.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2023). *Eğitimde Teknoloji Kullanımı ve Dijital Dönüşüm Raporu*. Ankara: YEĞİTEK.

OECD. (2021). *Digital Education Outlook 2021: Pushing the Frontiers with Artificial Intelligence, Blockchain and Robots.* OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/589b283f-en

Selwyn, N. (2019*). Should robots replace teachers? AI and the future of schooling.* Polity Press.
T.C. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi. (2023). *ChatGPT ve Üretken Yapay Zekâ Kullanım Rehberi.* Ankara.
UNESCO. (2021). AI and education: *Guidance for policy-makers.* Paris: UNESCO Publishing.
Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2016). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
Yılmaz, R., & Yılmaz, F. G. K. (2023). Üretken yapay zeka araçlarının (ChatGPT vb.) eğitimde kullanımı: Öğretmen görüşleri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 42(1), 213-245.
Yin, R. K. (2017). *Durum Çalışması Uygulamaları*. (Çev. Ed. G. Özcan). Ankara: Nobel
Akbulut, C. & Koç, A. (2023). Eğitimde üretken yapay zekâ kullanımı: Fırsatlar ve sınırlılıklar. Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama, 13(1), 45-62.

YEMEĞİN RİTÜELLEŞMESİ VE FOLKLORİK BİR UYGULAMA MEKÂNI OLARAK MUTFAK

Ergin ALTUNSABAK
Aksaray University, Faculty of Science and Literatüre, Department of Turkish Language and Literature, 68100 Bahçesaray, Aksaray
ORCID: 0000-0002-7906-1257

ÖZET
İnsanın temel fizyolojik ihtiyaçlarından olan yemek, önceleri sadece beslenme aracıyken zamanla ortaya çıkan etkenlerle kültürel bir araç hâlini almıştır. Sosyal ve kültürel hayata derin tesirleri olan avcı-toplayıcı sistem, ateşin kullanımı, tarımsal üretime geçiş, kentleşme ve aristokrasinin ortaya çıkması, yeni kıtaların keşfi, sanayileşme ve küreselleşme gibi tarihî evreler beslenme ve yemek pratiklerinde de köklü değişikliklere yol açmıştır. Bu değişimlerin hepsi yemek ve mutfak alışkanlıklarına yansımış ve kültürel çeşitlenmelerin de sağlayıcısı olmuştur. İnsanın gerek fizyolojik gerek düşünsel gelişiminin takip edildiği eylemlerden birisi olan yemek ve mutfak, bu sayede folklorik işlevlerini kazanmıştır. Sosyal ve ekonomik gelişimlerle birlikte beslenme amacının ötesine geçen yemek, kimlik ve aidiyet değeri yüklenmiştir. Bu kimlik ve aidiyet değeri ise yemeğin ve yeme pratiklerinin yeni anlamlar kazanmasında ve üretim-tüketim çeşitliliği göstermesinde etkili olmuştur. İnsanoğlunun elde ettiği her yeni buluş, keşfettiği yer, karşılaştığı yeni bir topluluk; tesirini en başta o topluluğun beslenme içeriğinde ve dolayısıyla mutfağında göstermiştir. Bu yönüyle mutfak da sadece yemeğin üretildiği bir yer değil, kültürel çeşitlenmenin ve benzerliğin somut bir şekilde izlenebileceği folklorik bir mekân niteliğini kazanmıştır. Bu nedenle mutfağın yemek pişirilen yerden öte kültürel ve folklorik bir uygulama mekânı olduğunu söylemek mümkündür. Nitekim mutfağın bu folklorik fonksiyonunu açığa çıkarabilmek için yemeğin kültürel gelişimine ve çeşitlenmesine etkisi olan tarihî olaylar, coğrafya, ekonomi, iklim ve kimlik gibi etkenleri dikkate almak gerekmektedir. Çünkü bu faktörlerin yemek ve mutfak üzerindeki etkileri aynı şekilde gerçekleşmemiştir. Coğrafya, ekonomi ve iklim gibi faktörler yemeği bir yere özgü kılarak yemeğin üretim çeşitliliğini sağlarken, ulus ve inanç kimliği ise yemeğe ve üretimine belirli kısıtlamalar getirmesiyle mutfak pratiklerinin ortaklığının ve benzerliğinin belirleyicisi olmuştur. Yemeğin ulus ve inanç kimliğinin bir değeri hâline gelmesiyle sadece nelerin tüketileceği değil onların nasıl ve ne zaman tüketileceğine yönelik pratikler de benimsenmiştir. Böylece yemeğin en önemli folklorik işlevlerinden birisi olan ritüelistik fonksiyonu ön plana çıkmıştır.
Anahtar Kelimeler: Yemek, Mutfak, Folklor, Ritüel

THE RITUALISATION OF FOOD AND THE KITCHEN AS A VENUE FOR FOLKLORIC PRACTICES

ABSTRACT
Food, one of humanity's fundamental physiological needs, was initially merely a means of sustenance but has gradually evolved into a cultural tool through various factors that emerged over time. Historical phases such as the hunter-gatherer system, the use of fire, the transition to agricultural production, urbanisation and the emergence of aristocracy, the discovery of new continents, industrialisation and globalisation, which have profound effects on social and cultural life, have also led to fundamental changes in nutrition and eating practices. All these changes have been reflected in food and kitchen habits and have also contributed to cultural diversity. Food and the kitchen, one of the actions that follow human physiological and intellectual development, have thus acquired their folkloric functions.

Alongside social and economic developments, food has taken on a value beyond mere nutrition, becoming imbued with identity and belonging. This identity and belonging value has been instrumental in food and eating practices acquiring new meanings and exhibiting diversity in production and consumption. Every new discovery made by humankind, every new place explored, and every new community encountered has had its greatest impact on that community's diet and, consequently, its cuisine. In this sense, the kitchen is not merely a place where food is prepared but has also acquired the character of a folkloric space where cultural diversity and similarities can be tangibly observed. Therefore, it is possible to say that the kitchen is more than just a place where food is cooked; it is a cultural and folkloric field of application. Indeed, in order to reveal this folkloric function of the kitchen, it is necessary to consider factors such as historical events, geography, economy, climate, and identity that have influenced the cultural development and diversification of food. This is because the effects of these factors on food and cuisine have not been uniform. Factors such as geography, economy, and climate make food specific to a place, ensuring diversity in food production, while national and religious identity has determined the commonality and similarity of culinary practices by imposing certain restrictions on food and its production. As food has become a value of national and religious identity, practices regarding not only what is consumed but also how and when it is consumed have been adopted. Thus, one of the most important folkloric functions of food, its ritualistic function, has come to the fore.
Keywords: Food, Kitchen, Folklore, Ritual

1. GİRİŞ

Yemek, mutfak ve folklor ilgisi geniş ve çok yönlü muhtevaya sahip çalışmaları gerektiriyor olsa da bu çalışma yemeğin kültürlenme serüvenindeki etkenlere değinerek mutfağın folklorik ve ritüelisitk fonksiyonu üzerine odaklanmaktadır. Çalışmanın kapsam ve sınırlılığı bu fonksiyonları ayrı ayrı tartışmaya el vermemesi nedeniyle çalışmada mutfağın folklorik işlevleri yemeğin yüklendiği çeşitli kimlik ve ritüel değerleri üzerinden örneklendirilmektedir. Don Yoder, "Herhangi bir kültürde kıyafet ve yemekler en az halk şarkıları ve halk hikâyeleri kadar temeldir." (2010: 31) demektedir. Bu ifadeden hareketle sözlü kültürün üretilme, yayılma ve çeşitlenme etkenleri ile mutfak ve yemek kültürünü geliştiren ve çeşitlendiren etkenlerin aynı şekilde işlediği söylenebilir. Bu çalışmada da folklorun dinamik yapısının mutfak ve yemek olgularındaki işleyişinin tarihî ve kültürel etkenler üzerinden kısaca tartışılması amaçlanmaktadır. Dolayısıyla yemeğin fizyolojik bir ihtiyaç değerini aşarak kültürel ve folklorik bir değere dönüşümünü izleyebilmek için bu süreçteki tarihsel, coğrafi ve sosyo-ekonomik etkenleri dikkate almak gerekmektedir. Bu sayede yemeğin beslenme ihtiyacının ötesinde üretildiği ve tüketildiği yerle birlikte kazandığı folklorik fonksiyonları açığa çıkarılabilir.

Mutfak ve yemek konularında gastronomi, turizm, sosyoloji, halk bilimi, kültürel antropoloji gibi birçok disiplin tarafından çalışma gerçekleştirilmiş nitekim birçoğunda yemeğin ve mutfağın kültürel bir dinamiğe sahip olduğu belirlenmiştir. Mutfak ve yemeğin sosyo-kültürel değerinin ve muhtevasının çeşitliliği bu konuya birden fazla alanın ilgisini sağlamıştır. Ancak bu çalışma, yemek ve mutfağın folklorik ve ritüelistik işlevine yönelik bir çıktıyı amaçlaması nedeniyle çalışmanın türü, amacı ve hacmi gereği çalışmada yemeğin ritüelistik ve folklorik değer kazanma sürecindeki etkenler dikkate alınmaktadır.

2. KÜLTÜRÜN BİR ARACI OLARAK YEMEK VE YEME PRATİĞİNİN KÜLTÜRLEŞMESİ

İnsanın gerek fizyolojik gerek düşünsel gelişiminin takip edildiği eylemlerden birisi de yemek olmuş ve yemek aracılığıyla insanlığın kültürel gelişim serüveni takip edilebilmiştir. Beslenmenin tarihsel olarak ele alındığı çalışmalarda toplayıcı-avcı sistemi, ateşin kullanımı,

tarımsal üretime geçiş, kentleşme ve aristokrasinin ortaya çıkması, yeni kıtaların keşfi, sanayileşme, küreselleşme süreci gibi gelişimsel ve etkileşimsel dönüm noktalarına işaret edildiğini belirten Makbule Uysal; insanın ihtiyaçlar hiyerarşisindeki birincil ihtiyacı olarak yer alan beslenmenin aynı zamanda insanın kültürel gelişimindeki temel dürtü olarak görüldüğünü ifade eder (2023: 33). İnsanların yiyecek bulma ve o yiyeceği tüketme serüvenin fizyolojik bir ihtiyaçtan kaynaklı olduğunu söyleyen Songül Ermeçli, bu ihtiyacın zamanla bilhassa yerleşik hayata geçip yemeğe daha fazla zaman ayırmaya başlandıkça, fizyolojik ihtiyacın ötesine geçerek kuşaktan kuşağa aktarılan kültürel değerlerin bir parçası hâline dönüştüğünü ifade eder. Ermeçli, kültür ve yemek arasındaki bağlantıya ilişkin bu görüşlerini Haviland'a göndermede bulunarak şu şekilde tamamlar; "Antropologlara göre; insanların yemek ihtiyacını gidermesi biyolojik bir eylemken bu ihtiyacın ne şekilde, ne zaman ve ne çeşit yemeklerin tüketilmesiyle giderileceğini kültür belirler." (2022: 3).

Kenneth Kiple, atalarımızın hayvanları bilinçli ve sistematik olarak avlamaya 700.000 yıl kadar önce Afrika'da başladığını belirterek ondan önce beslenmelerinin büyük ölçüde bitkisel gıdalara ve diğer hayvanların av artıklarından alınan etlere dayalı olduğunu söyler. Ancak Doğu Afrika'da 100.000 yıl kadar önce şimdiki türümüz Homo sapiens hâline geldiğimiz sırada artık leş yiyici değil, avcı olduğumuzu dile getirir. Kiple; yaklaşık 80.000 yıl önce Kuzeydoğu Afrika'dan çıkarak Batı Asya'ya yayılmaya başlayan insanların orada bir kez daha bolca hayvansal proteinle karşılaştığını ve daha geniş olan bu dünyada Homo cinsinin önceki diğer bütün türlerini saf dışı edecek hızı yakaladığını belirtir (2010: 25). Bu modern insan türünün yaklaşık 50.000 yıl öncesinde Avustralya'ya yerleşmeye başladığını, yaklaşık 40.000 yıl önce Asya bozkırlarından Avrupa'ya geçtiğini ve 15.000 ila 30.000 yıl önce ise Amerika'ya ulaştığını ifade eden Kiple; bu yolculuklar sırasında gittikçe beyni büyüyen insanların uzmanca avlanma stratejileri de geliştirdiğini söyleyerek bitkililere dönük bir beslenme sürecinden iri otçul hayvanların avlanmasına yönelme ile değişen gıda alımına da dikkat çekmektedir. Ancak sudan sağlanan geçim kaynağı üzerinde de duran Kiple, deniz kıyılarındaki toplamanın avlanmaya alternatif olduğunu ifade ederek bazen çiğ, bazen pişmiş olarak yenen böceklerin de avı-toplayıcılar ve bu kökenden gelenler için başka önemli gıda kaynağı olduğunu söyler (2010: 26-27). Avcı-toplayıcı beslenme serüveni göz önünde bulundurulduğunda yemenin ve yeme davranışının bir aidiyet ve kimlik ögesine sahip olacak kadar beslenme değerinin ötesine geçmediği söylenebilecek olsa da bu noktada kimi avcı-toplayıcı toplulukların av törenleri öncesi veya sonrası tüketim davranışlarını yemeğin ritüelleşme serüveni içinde ayrıca dikkate almak gerekmektedir.

Yemeğin avcı-toplayıcı topluluktaki edinilme ve tüketilme şekli düşünüldüğünde yemeğin kültürleşmesindeki en önemli eşiğin ateşin bulunması olduğu söylenebilir. "Bu bakımdan ateşi ehlileştirmek, insanoğlunun doğaya boyun eğdirmede başardığı işler içinde sadece ilki değil, aynı zamanda en önemlisiydi." (2010: 29) diyen Kiple; ehlileştirilmiş ateşin ilk başta muhtemelen yemek pişirmeden ziyade aydınlatma, tehlikeli etçil hayvanları ürkütüp kaçırma ve avlanma amaçlarıyla kullanıldığını söyler (2010: 29). Nitekim, İsmail Gezgin *Uygarlaşan İştah* adlı kitabında "Doğada yemek pişiren tek canlı olan insan türü hem bedeninde hem de sosyal yaşamında gerçekleşen bazı değişiklikleri ateşe ve pişirmeye borçludur." demektedir (2021: 46).

Ateşin bulunmasıyla elde edilen pişirme ile yemeğin kültürleşmesinin ilk ve en önemli adımının atıldığını Judith Goode'nin Levi Straus'tan aktardığı görüşlerinden okumak mümkündür;

> Levi- Strauss insanların doğaya karşı kültür benzetmesi gibi "çiğ ve pişmiş"i ayırt ettiklerini ileri sürmüştür. Pişirme insanın doğayı dönüştürme kabiliyetini gösterir. Onun büyük şeması "mutfak üçgeni" olarak nitelenir. Üçgenin bir ucu (çiğ) diğer iki uçla çakışır-pişirme ve çürütme. Pişirme kültür vasıtasıyla dönüşümü gösterir. Çürütme ise (peynir gibi birçok gıdada uygulanır) doğa tarafından dönüşümdür. Kızartma yemekle ateş arasında direkt ilişki gerektirir. Kaynatma ise kap ve ocak edevat aracılığıyla yapılır. Levi-Strauss' a göre,

> kaynatma, kapalı ufak cemaatte dahili kullanım için "iç mutfak" a atfedilir. Kızartma, birisini uzak misafirine ikram ettiği "dış mutfak" a aittir. (2005: 172).

Mutfak Üçgeni teorisinde pişmiş yemek ile yiyeceğin kültürel bir olguya dönüşümünün ilk basamağı okunurken pişirme farklılığını ifade eden "iç mutfak" ile "dış mutfak" arasındaki farklılıkta sunulan yemeğin edindiği folklorik fonksiyonunun en temel hâlleri görünmektedir.
İnsanlığın yemek üzerindeki çeşitliliği ve kültürel gelişmeyi sağladığı ateşin ehlileştirilmesinden sonraki önemli eşiklerden bir diğeri ise yerleşik hayata geçişin ve tarımın yapılmasıdır. Tarımsal faaliyetler ve onların ortaya koyduğu kültürler açısından üç büyük coğrafya ve üç büyük bitkiyi temele alan Gezgin, bunları şu ifadeleriyle sıralar;

> En eski uygarlık alanı Bereketli Hilal menşeli ki ben buna Akdeniz Uygarlığı diyorum, buğday üzerine yükselir. İkinci büyük tarımsal kültür alanı Uzak Asya, Çin, San Nehir ve etrafını içine alır ki burada da pirincin hakimiyeti vardır. Üçüncü büyük tarımsal kültür ve uygarlık alanı ise Latin Amerika'dır ve burası mısırın öncülük yaptığı bir coğrafyadır. (2021: 80)

Tarımın doğuşuna sahne olan ve hâlen içinde yaşadığımız Holosen bölümün başlangıcının genellikle 11.000 yılına dayandırıldığını ifade eden Kiple, çoğu uzmanın evcil bitkilerin evcil hayvanlardan önce geldiği ve bitki ıslahının hayvan evcilleştirmede hayati rol oynadığı kanısında olduğunu da belirtmektedir (2010: 32-33). Kiple'nin bu geçiş sürecine ilişkin değerlendirmelerinde insanlığın hayvan evcilleştirmeye de bitki evcilleştirmeyle beraber başladığı böylece iki taraflı bir beslenmenin sağlandığını bunun da yemek çeşitliliğini ve kültürünü gittikçe geliştirdiğini söylemek mümkündür.
Yemeğin artık insanların geçirdiği uzun deneyimlerin, tarım ve hayvancılığın gelişiminin neticesinde daha ulaşılabilir olmasıyla birlikte üstlendiği değerler de artmaya başlamıştır. Çünkü artık yemek bir beslenme aracı olmaktan çıkıp bir sınıf ve statü ayrımının aracı hâline de dönüşebilmektedir. Her ne kadar sosyolojik anlamda olumsuz bir değere de aracılık ediyor olsa da yemeğin bu aracılığı aynı zamanda onu çeşitlendiren, geliştiren ve dolayısıyla kültürel bir olgu hâline getiren en önemli etkenlerden birisi olmuştur. Ayrıca yemeğin sadece kime, ne şekilde sunulacağı değil kim tarafından yapıldığı ve temin edildiğinin önemi de yemeğin bir sınıf ve statü aracı olmasının en temel belirleyicilerinden olmuştur. Jack Goody, *Yemek, Mutfak ve Sınıf* adlı kitabının bir bölümünde Kuzey Gana mutfak kültüründen bahsetmesinin ardından yabancılar için yiyecek temin etme görevinin genellikle bölge reisine ya da yöneticiye ait olduğunu söyler (2013: 129). İlerleyen bir bölümde ise Avrupa'da zenginlerin etobur beslenme düzeninin sadece fakirlerin yiyecekleriyle değil kutsal olanla da doğrudan bir karşıtlık içinde olduğunu belirtir (2013: 182). Bu iki yere ait yemek ve mutfak konusundaki tutum, yemeğin sınıf ve statü bağlamında edindiği değerlere ilişkin en açık örneklerdir.
Yiyecek ürün çeşitliliğinin artmasını dolayısıyla yemeğin yeni bir kültürel evreye geçmesini hatta elde edilen bazı ürünlerin azlığı nedeniyle yemeğin statü değerinin yükselmesine etki eden bir diğer faktör, ticaret kaynaklı yolculuk ve keşif hareketleridir. Bu yolculuklar ve ticaretler neticesinde uzak coğrafyalardaki patates ve mısır gibi yiyecek ürünlerle de tanışma imkânı bulan insanoğlu bunu mutfağına katmayı başarmış ancak bu, ürünün tedarikinin yeterince artacağı zamana kadar bir sınıf simgesi olmayı sürdürmüştür. Özellikle Kristof Kolomb'un yolculuğu sosyal, ekonomik ve politik alanda bugüne değin süregelen yaptığı etkiyi yemek kültüründe de gerçekleştirmiştir. Buzul çağın sonlarında Amerika kıtasına ulaşan insanların orada edinmiş olduğu birikim ve deneyimin, onlarla binlerce yıl sonrasında karşılaşan diğer kıtaların insanlarının beslenme kültürüne etki sürecini Gezgin şu şekilde ifade eder;

> Mısır uygarlığının insanları (Amerika'nın yerlileri) Sibirya, Alaska ve Bering Boğazı üzerinden son buzul çağının buzullarının henüz erimediği bir dönemde yaklaşık 25-20 bin yıl kadar önce Asya'dan göç etmişlerdi. Tarım ve evcilleştirme henüz olmadığından belli ki yanlarına ana vatanlarından ürünler de almamışlardı. Gittikleri yerde ne

> bulurlarsa onu yiyecek, kendilerini yaşadıkları yere benzetecek faaliyetlerde bulunacaklardı. Bu nedenle de bir zaman sonra geldikleri yere yabancılaşırken yeni vatanlarına benzemişlerdi. Büyük göçten kısa süre sonra Amerika'nın güneyinde küçük kompleks topluluklar ortaya çıkmaya başlamıştı. Bu küçük topluluklar aradan geçen binlerce yıllık zamandan sonra büyük uygarlıklara dönüşmüşlerdi, İnka, Maya ve Aztek. Bu uygarlıklar 1492 yılında Kristof Kolomb liderliğinde gelen uygar insanları şaşırtmayı başarmıştı. (2021: 309)

Gezgin, İspanyol kolonyalistlerinin çok kalabalık bir orduya sahip olmalarına karşın savaşı bu denli hızlı kaybeden yerlilerin göz alıcı piramitler uygarlığını inşa eden insanlar olamayacağını düşündüklerini belirtir. Onlara göre hayatlarını mısır denilen bitkinin etrafında şekillendiren bu insanlar uygarlık yeteneğinden yoksunlardı diyen Gezgin, bu nedenle de Avrupa' da tanınmayan mısır bitkisinin Latin Amerika inançlarını şekillendiren pagan besini olarak kimlik öğesine dönüşmüş olduğunu belirtir. Dolayısıyla kısa sürede paganizmle bütünleşen mısır, tüketilmesi tasvip edilmeyen bir besin kimliği yüklenmiştir. Bu karşılaşma sürecinin sonucu olarak Gezgin'in ifadelerine göre paganizmle ilişkilendirilen mısır, İspanyol kolonyalistler tarafından reddedilmiş bunun yerine yeni topraklara getirdikleri buğday tohumları yetiştirilerek tüketilmeye çalışılmıştır (2021: 309-310). Öte yandan sömürgecilerin alıştıkları buğday ekmeklerini Amerika'da yemeye başlayabildiklerini, bununla birlikte Avrupa'da olduğu gibi Amerika'da da buğday tüketme ayrıcalığının küçük bir zümre için mümkün olabildiğini ifade eden Gezgin; bu zümre içinde yer almayı başaramayanların mısır tüketmeye çoktan başlamış olduğunu, beslenme sistemlerini, inançlarını tehdit etmesine rağmen buğdayı mısırla değiştirmek zorunda kaldıklarını dile getirir (2021: 310). Bu görüşlerden anlaşılacağı üzere başka coğrafyalardaki topluluklarla karşılaşmanın neticesinde o coğrafyaya ait yiyecekler bir kimlik ögesi olurken, öte yandan bu tür karşılaşmalar toplulukların diyetlerinin çeşitlenmesinin de dinamiklerinden birisi olmuştur.

Yemeğin kültürleşme serüveninde önemli dönüşüm noktalarından birisinin de küreselleşme ve sanayileşme olduğunu söylemek mümkündür. Bu süreç ile birlikte geleneksel ve yerel mutfaklar dünyanın birçok yerinden gelen çeşitli içeriklerle birlikte yeniden şekillenmeye başlamıştır denilebilir. Ancak bu olguların diğer halk bilimi kadrolarında olan etkisi yemek ve mutfakta da aynı şekilde gerçekleşmiş, çeşitlenmeden daha çok benzerliğe yönelik olmuştur. Dolayısıyla küreselleşme ve endüstrileşme sürecinin yemek ve mutfak kültüründeki temel etkisinin artan tüketim, azalan yerel üretim gibi gerekçelerle yemek kültürünün tek tipleşmeye yol açması olduğu söylenebilir. Bu sanayileşme serüveninin yemek ve beslenme kültüründeki ilk basamaklarından birisini Kiple şu şekilde ifade etmektedir;

> Bu işgücünün rahat bulunabildiği ve daha fazla işgücünün çalıştırabildiği kasabalarda ve kentlerde sanayi dalları doğmaya başladı. Böyle kentlerin ve kasabaların hâliyle çok az gıda üretmesinden dolayı, işçilerin kırsal alanlardan kentsel merkezlere gittikçe karmaşık bir demiryolu şebekesiyle ulaşan gıdalarla beslenmesine gerek vardı. Bu süreçte kırsal kesimde kent yaşamını ve fabrika ücretlerini cazip bulan kişilerin artması, kırsal kesimdeki insan gücünü düşürdü. Böylece tarımın da sanayileşmesi gerekti ve bu durum tarlalarda ihtiyaç duyulan ırgat sayısının azalmasına bağlı olarak kentlere daha fazla göçü getirdi (2010: 261-262).

Sanayileşmenin artmasıyla birlikte azalan ev içi üretim zamanla insanları hazır, hızlı ve ucuz tüketim kaynaklarına yönlendirmiş nihayetinde bu da yemek kültürünün insanlık tarihinin en köklü değişimlerinden birisine yol açmıştır. Bu süreç sadece yemeğin tüketimini değil, üretim şekillerini de etkilemiş ve yemek üretimi aracılığıyla sürdürülen bilgi kaynaklarına da yansımıştır. Çağlar Keyder ve Zafer Yenal'ın bahsettiği gibi;

> Burada söz konusu olan, bir bilgi kaybı kadar bilginin niteliğiyle ilgili bir dönüşümdür aynı zamanda. Şöyle ki artan uzmanlaşma, sanayileşme, ticarileşme ve metalaşmayla birlikte özellikle yiyeceklerin alışveriş kanallarında ve tüketim biçimlerinde yaşanan radikal dönüşümler, yiyeceklerle ilgili genel dolaşıma giren ve aranan bilginin niteliğinde ciddi değişimlere neden oldu. Söz konusu dönüşümler, yiyeceklerle ilgili genel dolaşıma giren ve aranan bilginin niteliğinde ciddi değişimlere neden oldu. Söz konusu dönüşümler içerisinde değişen ve hızlanan yaşam tarzları, yiyecek alışverişinde artan süpermarketleşme, hazır gıda tüketiminin çoğalması gibi birtakım maddi süreçlerin yanı sıra yiyeceklere dair yeni hijyen, tazelik ve görünüm kriterleri, yeni kaygılar ve korkular ile birlikte değişen sağlık anlayışları daha sembolik ve kültürel süreçler de bulunuyor. Bütün bunlar yiyeceklerin tüketimiyle ilgili genel yöntemleri, öncelikleri ve tercihleri zamanla değiştirdi. (2013: 26-27)

Dolayısıyla yemeğin sanayileşme ve küreselleşme süreci ile birlikte kültürel ve folklorik çeşitliğinin azalması üretim ve tüketimiyle etrafında somut olmayan bir kültürel mirası geliştiren geleneksel halk bilgisinin de zayıflamasına yol açmıştır denilebilir.

3. FOLKLORİK VE RITÜELİSTİK FONKSİYONUYLA YEMEK

Bu faktörler yemeği bir yere özgü kılan ve temelde çeşitlenmesini sağlayan etkenler olarak görülebilir. Yemeğin nasıl tüketileceği ile birlikte ne ile ve nasıl üretildiğine yönelik olan yemeğin folklorik ve ritüelistik işlevine etki eden faktörler öte yandan tüketim seçeneğinden çok, üretim seçeneğini veya kısıtlılığını da belirtmektedir. Yemek ve beslenme sürecinin yukarıda kısaca tartışıldığı üzere tarihsel serüveni göz önünde bulundurulduğunda yemeğin öncelikle coğrafya, iklim ve ekonomi gibi üç temel kaynak ve etkene göre şekillenip ve yerelleştiğini söylemek mümkündür. Geleneksel mutfağın belirleyici özelliklerinden birinin o bölgenin iklim şartları olduğunu söyleyen Uysal; "Geleneksel mutfak olarak özellikle yerel ya da bir ülkeye ve geniş çaplı bir bölgeye göre daha sınırlı bir alandaki mutfak kastedildiğinde burada besin sağlamada coğrafyaya bağlılığın söz konusu olduğu iddia edilebilir." (2023: 50) demektedir.

Dolayısıyla coğrafya ve yerelleşme yemeğin aidiyet sembolü değeri kazanmasını da sağlayan en etkili özelliğidir. Coğrafya ve iklim insanların aynı ekonomik kaynağa bağlanmasını dolayısıyla bu insanların öncelikle benzer ürünleri üretmesini ve tüketmesini sağlar. Bu benzerlik ortak bir tüketim alışkanlığını sağladığı gibi ürettikleri ürün etrafında onu koruyacak ve sürdürecek ortak bir düşünüşü de sağlar. Esasında yemeğe ve mutfağa aidiyet, o ekonomik sistemi korumayı gerektirir. Bu gereklilik de aidiyeti kendiliğinden doğurur. Tüm bunlar yemeği o topluluk için folklorik ve ritüelistik bir değer hâline getirir.

Nihayetinde yemeğin coğrafi de olsa bir kimlik oluşturmasının temelleri böylece atılmış olur. Bir yerde kimlikleşme serüvenine başlayan yemek, ardından farklı coğrafyalara dağılmış olsalar da temelleri aynı coğrafyaya dayanan insanların ulus kimliğinin temsillerinden birisi olmaya başlar. Örneğin Orta Asya Türk halklarının mutfaklarında yer alan çeşitli et ve süt ürünlerinin ulus kimliği değeri yüklenerek mutfak folklorunun bir ögesi olmasıyla aynı ulus kökene sahip diğer Türk halklarının mutfaklarında bu tür ürünlerin inanç etkisiyle yer almaması yemeğin ulus ve inanç kimliği arasındaki farklılığının teşekkülüne en açık örnektir. Dolayısıyla coğrafya ve iklime dayalı aynı ekonomik kaynağa sahip toplulukların yemeğin zamanla ulus ve inanç kimliği değeri kazanmasıyla farklı tüketim davranışlarına sahip olması mümkündür. Yemeğin ulusal kimlik değeri ile dini kimlik değeri arasında mutfak kültürüne yansıyan önemli bir fark mevcuttur. Çoğu zaman yemek konusunda inanç kimliği ulusal kimliğin önüne geçerek belirli beslenme alışkanlıklarını ve maddelerini kısıtlamıştır. Öte yandan bazı ulusların yaşadıkları tarihi olaylarla belirli yiyecekleri özdeşleştirmesi ve buna göre bazı yiyecekleri tüketmemeleri de ulusal kimliğin yemek ve mutfak üzerindeki kısıtlayıcı etkisine örnektir. Atsauko Ichijo ve Ronald Ranta tarafından *Ulusal Kimlik ve Milliyetçilik* adlı kitapta belirtildiği gibi;

> Yemeklerimiz ürettiğimiz, temin ettiğimiz ve tükettiğimiz mekânlardan yemeklerimizin zamanlama ve geleneklerine bu banal ve gündelik yemek aktiviteleri tanıdık bir zaman, mekân ve oluş anlayışının sürdürülüp inşa edilmesine yardımcı olur. Yemek kültürü bir yandan kendine has yemekle ilgili sınırlar, modeller ve karakteristik sunarak ulusu tahayyül etmemizi olanaklı kılar, öte yandan ise gündelik ve rutin imge ve pratikler aracılığıyla ulusun yeniden üretilip devam ettirilmesine yardımcı olur (2018: 18).

Savaş, göç ve ticaret gibi topluluk temasları özellikle toplulukların inanç sistemlerini etkilemiş ve bu etki en belirgin şekilde yemek kültüründe kendisini göstermiştir. Dolayısıyla yemek, folklorik işlevini özellikle ritüellerle kazanmıştır denilebilir. Bu da yemeğin üretim ve tüketim kültürü üzerindeki coğrafya, iklim ve ekonomik etkilerin dışında başka bir etkenin ortaya çıkmasını beraberinde getirmiştir. Bu etki nedeniyle coğrafi ve iklim olarak üretimi veya tüketimi uygun olan çeşitli beslenme kaynaklarının inanç kimliğine bağlı olarak mutfaklardan çıkarılması veya mutfağa alınmaması bunun en açık örneğidir. Yiyeceklerin her zaman tanrılara sunulan adaklar arasında olduğunu ifade eden Hayati Beşirli, sunumun bazen bir isteğin gerçekleşmesi karşısında şükür ifadesi iken bazen de bir talebin iletilmesi sürecinde gerçekleştiğini belirtir. Her iki şekilde gerçekleşen sunuda da tanrıların gücü karşısında acziyetin gösterilmesinin söz konusu olduğunu ve bu durumda fertlerin veya toplulukların kendileri için en değerli olanı sunması gerektiğini söyleyen Beşirli; ilkel topluluklarda hayvan ve bitkilerin yenilebilir olmasına karşın menülerine alınmamış olmasını da antropologların tabu inancı ile açıkladığını belirtir. Başka toplumlarda da nelerin yenilip yenilmeyeceğini değişik ölçülerde dinlerin belirlemiş olduğunu görüşlerine ekleyen Beşirli, "Bu tek tanrılı dinlerde olduğu kadar çok tanrılı dinlerde de söz konusudur." demektedir (2010: 165).

Yemeğin inanç kimliğinin bir değeri hâline gelmesiyle sadece nelerin tüketileceği değil onların nasıl ve ne zaman tüketileceğine yönelik pratikler de benimsenmiştir. Bu da yemeğin ritüellerin en görünür araçlardan birisi olmasını sağlamıştır. İftar yemeği, mevlüt yemeği ya da belirli resmi gün veya kutlamaya özel pişirilen keşkek, helva, aşure bunların birkaç örneğidir. Ritüellerin oluşturulmasının sadece inanca bağlılık sağlamadığını aynı zamanda sosyal ve toplumsal işlevleri de yerine getirdiğini ifade eden İsmail Kutay Sırıklı'nın aşağıdaki görüşlerinden yemeğin ulusal ve dinsel kimlik üzerindeki etkilerini daha net okumak mümkündür;

> Gerçekten de, dinlerde vurgulanan yemek uygulamaları, kardeşlik ve topluluk fikrini oluşturmak için açıkça kullanıldığı söylenebilir. Dinsel yemek kurallarına uyarken, kişiye bu yönergenin bir üyesi ve taşıyıcısı olduğu sürekli olarak vurgulanmaktadır. Bu o kimliği koruma ihtiyacıyla ilişkilenmektedir. Dini merasimlerin ayrılmaz bir parçası toplu halde yemek yemek, grupların uyumlu olma duygularına da katkıda bulunmaktadır. (2023: 190)

Bu kardeşlik ve birliktelik aidiyet sembolü olduğundan birey, bazen bir yiyecek ve içeceğin tüketicisi olarak bir inanca veya ulusa aidiyetini gösterirken bazen de bir yiyeceğe ve içeceğe karşı durmakla aidiyetini ifade eder. Nitekim Sırıklı'nın bahsettiği üzere;

> Dinsel inançlarda bazı yemeklerin kutsallaştırılması, ritüellerin de oluşturulmasına yol açmaktadır. Gıda bir sembol olarak, dua konusu, paylaşmanın ve paylaşmamanın işareti olarak ve birlik olarak dinin merkezinde yer almaktadır. İnsanları dini temalar etrafında bir araya getiren ziyafetler arasında Hristiyan geleneklerinde bulunan Şükran Günü ve Noel; Yahudilikte Pesah ve Hanuka; Budist tapınağı bayramları; İlkel ve yerli halkların kurban veya avcılıkla ilgili şölenleri ve İslam'da bayram, oruç gibi sofralarda buluşmalar örnek olarak verilebilir. Dinsel inançların yönergeleri kendisini sofra kültüründe de göstermektedir. Özellikle beslenme bir arınma ve ibadet bağlamında değerlendirildiğinde yenilen yemek kadar nasıl yenildiği de şekillenmektedir. (2023: 190)

Bu ifadelerden anlaşılacağı üzere bir yiyeceğin tüketiminin belirli bir yer ve zamanda yapılması, esasında nasıl yenileceği sorusu yemeğin ritüelleşmenin en temel sağlayıcısıdır. İftar saatinden bir dakika önce tüketilen yemek sadece bir beslenme eylemi olurken iftar saatinde gerçekleştirilen tüketim bu yemek eylemini bir ritüel hâline getirir. Bununla birlikte kutsala atfedilen kurban etinin tüketiminin ardından kemiklerinin Anadolu halk inanışlarına göre rastgele atılmaması bunların ufaltılıp tohumlarla birlikte tarlalara serpilmesi gibi eylemler de yemeğin ritüelistik fonksiyonunun sadece yemek sırasında olup bitmediğini göstermektedir.

Folklorun kapsamlı kadrolarından birisi olan geçiş dönemleri de yemeğin ritüelistik fonksiyonunun açıkça görüldüğü alanlardan birisidir. Geçiş dönemi yemekleri olarak da ifade edilebilecek bu ritüelistik yiyecek ve içecekler doğumdan ölüme değin ana ve ara geçiş dönemlerine göre farklılık göstermekte ve bu farklılıklarıyla folklorik fonksiyonlar yüklenmektedirler. Nitekim Türk halk mutfağında doğum, kırklama, diş hediği, sünnet, kına, evlilik ve ölüm gibi geçiş dönemlerine mahsus olan birçok yiyecek ve içecek bulunmaktadır. Örneğin doğum sonrasında hem annenin sağlığını geri kazanması hem de sütünün artması ziyarete gelen misafirlere ikramda bulunmak esasıyla yapılan lohusa şerbeti, kuymak ve umaç tatlısı; bebek ilk dişini çıkardığında hazırlanan diş hediği; sünnet törenlerinde yapılan genellikle etli, nohutlu veya tavuklu olan sünnet pilavı; kına geceleri için hazırlanan kına helvası ve kızılcık şerbeti; Anadolu'nun pek çok yerinde düğünlerin simgesi hâline gelen keşkek yemeği ve ölüm ritüellerinin en yaygın yiyeceği olan, kavrulurken çıkan kokunun ölünün ruhuna gittiğine inanılan helva bu örneklerden sadece birkaçıdır.

Yemeğin ritüelistik olarak kendisini gösterdiği bir diğer folklor alanı bayram ve kutlama yemekleridir. Bayram ve kutlama yemeklerinin ritüelistik olmasının sebebi de yine yemek eylemenin belirli bir zamana, yere, kurala ve amaca yönelik gerçekleştiriliyor olmasıdır. Nevruz bayramında özellikle Orta Asya Türk kültür çevresinde yapılan semeni tatlısı, Kuzeydoğu Anadolu bölgesinde Hıdırellez günlerinde yapılan kavut tatlısı, İç Anadolu bölgesinin Çiğdem Çiçeği şenliğinde yapılan çiğdem pilavı bu törensel yemeklerin örneklerindendir.

4. FOLKLORİK UYGULAMA MEKÂNI OLARAK MUTFAK

Yemeğin folklorik misyon kazanmasının ardından mutfağın bir yiyecek üretim mekânı olmasının ötesine geçerek her üretildiği yemek ile birlikte o toplumun folklorunun uygulandığı bir mekânı hâline dönüştüğünü söylemek mümkündür. Yemeğin insanlık tarihi boyunca geçirdiği değişim ve dönüşümle birlikte kazandığı kültürel çeşitlilik dikkate alındığında her yemeğin zamanla farklı bir sembolik değer edindiğini söylemek mümkündür. Mutfakta yeniden üretilen bu yemekler o değerleriyle birlikte ortaya çıkmakta dolayısıyla yemeğin üretimi aynı zamanda folklorik dinamik işleyişinin önemli bir yanını göstermektedir. Bu açıdan bir ozanın elindeki sazı ile bir anlatı ortamında sözlü bir kültür mahsulünü icra etmesi ile bir aşçının mutfakta tencere ve kepçesi ile ürettiği yemeğin arasında folklorik uygulama ve temsil açısından farklılık olsa da işlev açısından farklılık bulunmamaktadır. Özellikle mutfağın kadınların toplumsal cinsiyet rolleriyle ilişkilendirilmesi ile mutfağın kadının ritüelistik bir mekânı olarak folklorik bir aracılık ettiğini söylemek mümkündür. Makbule Uysal, Bahattin Ögel'in görüşlerine de atıfta bulunarak kadın ve mutfak arasındaki ilgiyi şu ifadeleriyle izah eder;

> Bahaeddin Ögel (1982:15), Türk mutfağının binlerce yıldır devam etmesinin önemli bir etkeni olarak "mutfaktaki kadının tutuculuğu"na işaret eder ve ona göre kadınların yemek pişirme geleneği atalarından gelir. Ögel kadınların şimdiki gibi, görgüyü ve bilgiyi değiştirecek bir çevresinin olmadığını belirterek aslında kadınlara yönelik hâkim söylemin üretiminin önemli bir örneğini ortaya koyar. Bu söyleme göre, kadınlar kendilerinden önceki kuşaktan aldıkları bilgiler ışığında geleneksel mutfak bilgisini muhafaza ederler. Bir kadın alanı olarak görülen mutfak, erkeklerin, çocukların beslenmesinden sorumlu olarak görülen kadınların her gün vakit geçirdikleri, ev halkı açısından ev işleri arasında en görünür olan üretimi yaptıkları ve aidiyet kurdukları

topluluğun beslenme bilgisine sahip oldukları bir alan olarak değerlendirilebilir." (2023: 2-3)

Bu ifadelerde mutfağın folklorik fonksiyonu için öne çıkan en önemli vurgu kadınların kendilerinden önceki kuşaktan aldıkları bilgiler ışığında geleneksel mutfak bilgisini muhafaza ediyor olmalarıdır. Özellikle kültürel tek-tipleşmenin hemen her alanda görüldüğü son yıllarda bu tek tipleşmeyi engelleyebilmenin en ideal yollarından birisi kültürel çeşitliliğin korunarak sağlanması yaklaşımıdır. Bu açıdan bakıldığında özellikle kadınlar aracılığıyla halk mutfağının korunması aynı zamanda kültürel çeşitlenmenin de sağlandığı anlamına gelmektedir. Son yıllarda folklorun ve kültürel korumanın yollarından birisi olarak görülen uygulamalı folklorik yaklaşımların da en görünür örneklerinden birisi olan halk mutfağı bu açıdan folklorik bir uygulama mekânı niteliğini de taşımaktadır. Mutfakta üretilen her bir yemek binlerce yıllık geleneğin ve deneyimin her seferinde yeniden uygulanması ve yaşatılmasını sağlarken doğal bir kültürel koruma sürecini de gerçekleştirmektedir. Özarslan ve Diken, mutfağın folklorik ve kültürel fonksiyonuna aşağıdaki ifadeleriyle dikkat çekmektedirler;

> Bir milletin kültürel ortaklığını oluşturan maddî ve manevî değerler arasında, mutfağın yeri ayrıdır. Zira dünya hayatının temeli, beslenmeye dayalıdır. Nitekim her millet, değişik kültürlerden tedarik ettiği farklı gıda maddeleri ile kendi kültüründen getirdiği çeşitli gıda maddelerini harmanlayıp, geleneksel bünyedeki mutfak faaliyetlerine yenilerini eklemiştir. Bu durumun paralelinde, kendilerine has yeme- içme eylemlerini takiben, milletler; kendi geleneksel mutfak kültürlerini de inşa etmişlerdir. Bahsedilen duruma ilişkin olarak, yemeklerin kimyasında önemli roller üstlenen "devir" ve "coğrafya" etkenlerine yönelik bir çatı altında; bölgesel ve yöresel mutfaklar meydana gelmiştir. Halkbilimi disiplini, mutfak hususunda vuku bulan söz konusu çeşitliliği, yerelden ulusala; ulusaldan da evrensele taşıma görevini ifa eden bir arka plana sahiptir. (2022: 1531)

Nihayetinde mutfağın folklorik fonksiyonu ile bir sözlü kültür mahsulünün kültürel çeşitlenmeyi ve korumayı sağlama konusundaki işlevi ve aracılığı arasında bir ayrım yapılamayacağı söylenebilir. Bir masalın veya hikâyenin icracısı tarafından anlatılması ile bir yemeğin aşçısı tarafından mutfakta pişirilmesi folklorik olarak aynı işleve sahip olmaktadır. Her ne kadar yemek, mutfağın maddî kültür aracısı olarak görülse de edindiği kimlik ve aidiyet gibi değerlerle somut olmayan kültürel mirasın önemli bir taşıyıcısı olmaktadır.

SONUÇ

Yemeğin beslenme amacının ötesine geçerek bir kimlik ve aidiyet değeri yüklenmesinde birçok etken bulunmaktadır. Avcı-toplayıcı dönemden ateşin ehlileştirilmesine, tarıma geçişten sanayileşme ve küreselleşmeye uzanan süreçte yemeğin üretim ve tüketim biçimleri yalnızca değişmekle kalmamış; bu değişimler yemeğin kültürel alanını genişleterek ona bir kimlik ve aidiyet değeri yüklediği gibi yemeği ritüel aracı hâline de getirmiştir. Dolayısıyla yemeğin folklorik işlevinin büyük ölçüde ritüeller aracılığıyla görünür hâle geldiği söylenebilir.

Yemeğin ritüelistik ve folklorik fonksiyonu coğrafya ve iklim gibi etkenlere bağlı olduğu gibi ulus ve inanç kimliğinin yemeğe yüklediği değerlerle birlikte gelişmiştir. Çünkü bu değerler yalnızca neyin tüketileceğini değil, aynı zamanda yemeğin ne zaman, nerede ve nasıl tüketileceğini de belirleyerek yemeği ritüellerin bir aracına dönüştürmüştür. Bu bağlamda mutfak ise yalnızca yemeğin hazırlandığı fiziksel bir alan değil; kültürel bilginin, geleneğin ve ritüelin görünür olduğu, aktarıldığı ve yeniden üretildiği bir folklorik mekân olarak değerlendirilmelidir. Özellikle mutfağın kuşaktan kuşağa aktarılan bilgiyle süreklilik kazanması, onu uygulamalı folklorun en canlı alanlarından biri hâline getirmektedir. Yemeğin mutfakta yeniden üretilmesi, aynı zamanda kültürel belleğin her seferinde yeniden

canlandırılması anlamına gelmekte; bu yönüyle mutfak, somut olmayan kültürel mirasın taşıyıcı mekânlarından biri olarak öne çıkmaktadır.

İnsanın temel fizyolojik ihtiyacı olan beslenmenin tarihsel, sosyal ve kültürel süreçler içerisinde nasıl folklorik bir kimlik kazandığını ve mutfağın sadece yemek pişirilen bir yer olmaktan çıkıp kültürel bir uygulama mekânına dönüşümünü ele alan bu çalışmanın nihayetinde; sözlü kültürün üretilme, yayılma ve çeşitlenme etkenleri ile mutfak ve yemek kültürünü geliştiren ve çeşitlendiren etkenlerin aynı şekilde işlediğini söylemek mümkündür. Böylece folklorun dinamik yapısının işleyişini halk biliminin diğer kadrolarında olduğu gibi mutfak ve yemek konusunu içine alan halk mutfağında da gösterme imkânı bu çalışma aracılığıyla ifade edilmektedir. İnsanoğlunun elde ettiği her yeni buluş, keşfettiği yer, karşılaştığı yeni bir topluluk tesirini en başta o topluluğun beslenme içeriğinde ve dolayısıyla mutfağında göstermiştir. Bu yönüyle mutfak da insanlığın kültürel ve folklorik bir uygulama alanı olurken insanlığın tarihsel ve coğrafi etkileşimlerinin de sentezlendiği bir mekân niteliğindedir denilebilir.

KAYNAKÇA

Beşirli, H. (2010). "Yemek, Kültür ve Kimlik". *Millî Folklor,* 2010, Yıl 22, Sayı 87, s.159-169.

Ermeçli, S. (2022). *Anadolu Sahası Türk Kültüründe Törensel Yemekler*. (Yüksek Lisans Tezi). Nevşehir: Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

Gezgin, İ. (2021). *Uygarlaşan İştah.* İstanbul: Redingot Kitap.

Goode, J. (2005). "Yemek". (Çev. Fatih Mormenekşe). *Millî Folklor,* Yıl: 17. Sayı 67. s.172-177.

Goody, J. (2013). *Yemek, Mutfak, Sınıf.* M. Günay Güran, (Çev.). İstanbul: Pinhan Yayınları.

Ichijo, A. ve Ranta, R. (2018*). Yemek ve Ulusal Kimlik*. E. Ataseven, (Çev.). İstanbul: Ayrıntı Yayınları

Keyder, Ç. ve Yenal, Z. (2013). *Bildiğimiz Tarımın Sonu Küresel İktidar ve Köylülük*. İstanbul: İletişim Yayınları

Kiple, K. F. (2010). Gezgin Şölen Gıda Küreselleşmesinin On Bin Yılı. N. Elhüseyni. (Çev.). İstanbul: Yapı Kredi Yayınları

Özarslan, M. ve Diken. H. A. (2022). "Bir Folklor Ögesi Olarak "Geleneksel Mutfak Kültürü"nün Halk Hayatındaki Yeri, Değeri ve Önemi Üzerine Bazı Tespitler". *Geçmişten Geleceğe Türk Dünyası -Uluslararası Türk Dünyası Sempozyumu Bildirileri.* Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları. (s. 1528-1537)

Sırıklı, İ. K. (2023). "Dinsel İnanışlar ve Beslenme Kültürü". *Yemek, Kültür ve Toplum* (Ed. Esra Mankan ve Birol Saygı). Ankara: Detay Yay. S. 185-211.

Uysal, M. (2023). *Kuşaklararası Aktarım Bağlamında Kadınların Geleneksel Mutfak Deneyimleri: Ünye Örneği*. (Doktora Tezi). Ankara: Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

Yoder, D. (2010). "Halk Yaşamı". (Çev. A. Yavuz). M. Ö. Oğuz ve S. Gürçayır (Yay. Haz.) *Halkbiliminde Kuramlar ve Yaklaşımlar 2*. (2. Baskı, .s.26-32). Ankara: Geleneksel Yay.

HİBRİT MÜZİĞİN TURİZM DESTİNASYONU MARKALAŞMASINI GÜÇLENDİRMEDEKİ ROLÜ

Ade Irma ANGGRAENI
Universitas Jenderal Soedirman, Faculty of Economics and Business, Department of Management, 53112 Purwokerto, Central Java, Indonesia
ORCID: 0000-0001-6896-7865

Byasmara Orıon BHAMAKERTI
Universitas Jenderal Soedirman, Faculty of Economics and Business, Department of Management, 53112 Purwokerto, Central Java, Indonesia
ORCID: 0009-0006-0393-0926

ÖZET
Hibrit müzik, yerel ve küresel deyimleri birleştiren bir müzik mimarisini ifade eder; yaratıcı turizm ve eğlence deneyimi endüstrilerinin büyümesiyle birlikte önemli gelişmeler göstermektedir. Müzik artık sadece estetik bir unsur olarak hizmet etmiyor, aynı zamanda bir turistik çekim merkezi, destinasyon markalaşması için bir araç ve turistlerin boş zaman deneyimlerini şekillendiren bir ortam haline geldi. Bu sistematik inceleme, hibrit müzik, boş zaman ve turizm arasındaki ilişkiyi haritalamak için 42 Scopus indeksli dergi makalesini (2013–2025) inceledi. Scopus, ScienceDirect, Springer ve Taylor & Francis veritabanlarından makale seçmek için PRISMA yöntemi kullanılmıştır. Ana bulgular şunları göstermektedir: (1) hibrit müzik, destinasyonların estetik değerini ve farklılaşmasını artırır; (2) müzik etkinlikleri, turistlerin duygusal ve sosyal deneyimlerini şekillendiren boş zaman alanları olarak hizmet eder; ve (3) hibrit müzik, şehir markalaşması ve yerel yaratıcılık için etkili bir kültürel stratejidir. Bu sistematik inceleme, özellikle Güneydoğu Asya'da ampirik çalışmaların eksikliği ve hibrit müziğin turist davranış modellerine entegrasyonu konularında araştırma boşluklarını da belirlemektedir. Teorik olarak, melez müzik kültürel, eğlence ve turizm çalışmalarında kavramsal modeli genişletir. Pratik olarak, hibrit müzik turistlerin deneyimlerinin kalitesini artırabilen, destinasyon markalaşmasını güçlendirebilen ve yaratıcı endüstriyi ilerletebilen stratejik bir araç olarak hizmet vermektedir. Hibrit müzik, estetiği, kimliği, yaratıcılığı ve turist deneyimini tek bir entegre ekosistemde bir araya getirerek gelecekteki turizmin yenilikçi bir sütunu olarak görülebilir.
Anahtar Kelimeler: hibrit müzik, boş zaman, festival, turizm, müzik turizmi, turist deneyimi.

THE ROLE OF HYBRID MUSIC IN STRENGTHENING TOURISM DESTINATION BRANDING

ABSTRACT
Hybrid music refers to a musical architecture that combines local and global idiomsexperiencing significant development as the creative tourism and leisure experience industries grow. Music no longer serves solely as an esthetic element, but has become a tourist attraction, a tool for destination branding, and a medium for shaping tourists' leisure experiences. This SLR reviewed 42 Scopus-indexed journal articles (2013–2025) to map the relationship between hybrid music, leisure, and tourism. The PRISMA method was used to select articles from the Scopus, ScienceDirect, Springer, and Taylor & Francis databases. The main findings indicate that: (1) hybrid music enhances the esthetic value and differentiation of destinations; (2) music events serve as leisure spaces that shape tourists' emotional and social experiences; and (3) hybrid music is an effective cultural strategy for city branding and local

creativity. This SLR also identifies research gaps, particularly regarding the lack of empirical studies in Southeast Asia and the integration of hybrid music into tourist behavior models. Theoretically, hybrid music expands the conceptual model in cultural, leisure, and tourism studies. Practically, hybrid music serves as a strategic instrument capable of enhancing the quality of tourists' experiences, strengthening destination branding, and advancing the creative industry. Hybrid music can be seen as an innovative pillar of future tourism, bringing together aesthetics, identity, creativity, and the tourist experience into a single integrated ecosystem.
Keywords: Hybrid Music, Leisure, Festival, Tourism, Music Tourism, Tourist Experience.

1. Introduction

The hybrid type of music that engages local genres along with worldwide sonic structures has progressed from being a mere aesthetic artifact to being a powerful tool in destination branding for tourism. Music-based branding functions on two different planes: first, that of a cultural symbol that constitutes place meaning through identifiable heritage markers, and second, that of an experiential trigger that heightens affectual ties. Empirical evidence from current studies of festivals and events suggests that musical tourism experiences are not add-ons, but instead constitute spaces where authenticity and boundaries between extra-ordinary/ordinary experiences of tourism are, by definition, negotiated (Skandalis et al. 2024). In this regard, hybrid musical experiences may thus constitute an example of what can be termed as an "acoustic identity" infrastructure, whereby destinations acquire a specific sensory character that can be remembered, shared, and experienced.

Previous studies also show that unique cultural assets can increase the resonance of brands by conveying cultural uniqueness to meaningful experience signs, potentially increasing uniqueness and revisit intentions (Lee-Anant et al., 2025). Music festivals and recreational events, more specifically, have been strongly conceptualized to represent liminal contexts that can facilitate individual and collective experience and identity construction, where symbolic consumption and identification can gain importance in satisfaction and post-use behavior intentions (Davis, 2017). The social construction of music festival contexts has also been revealed to foster context-dependent authenticities created not just by heritage "display" but from meaningful interaction and practice (Szmigin et al., 2017). Relevant to the hybrid aspect of music is that the aesthetics of combinations can convey both locality and openness to the world, broadening appeal and preserving cultural distinctiveness.

From the sensory–affective standpoint, the new soundscape studies confirm the involvement of auditory environments in place attachment, place identity, and bonding, and the new research proves that the perception of destinations by sound has a significant meaning associated with the connections people make to place, proving again the notion of destinations and places being recognizable and assessable through sight, and by sound (Yang et al., 2024). Other research studies conducted in the cultural and tourism history fields prove that the perceptions of soundscape, such as harmony, quietness, and naturalness, are linked to place attachment, which may prove the potential of the new genre of music, that of the hybrid genres, which, when carefully crafted into the place experience, may increase the place attachment and identify (Zhao et al., 2023). From the conceptual standpoint, the new genre of music, the hybrid genre, maintains the ability to create differentiation on the sensorial plane, which cannot be easily imitated by competitors, since the audio-identity, having become internal, has become sticky and transmitable, via stories, audio, and user contents.

But in respect of affect alone, music tourism can also be identified with a range of other outcomes like local economic diffusion and support diffusion through experiential co-creation and experiential participation. While the exact parameters differ from scenario to scenario, there is an evident truth in tourism experience research that experiential co-creation has something to do with satisfaction and behavioral intentions with respect to experience-related tourism branding and design (Silitonga et al., 2025). Other related research in destination emotion also

reveals that destination variables can contribute to emotional experiences of destinations and thereby supports the hypothesis that hybrid music, acting as a significant destination-related stimulus in the given space of music tourism experiences in a locale, can be an effective trigger for experiential strategies of emotional bonding.

Although an extensive body of research is being generated, the conceptual connections surrounding hybrid music and destination branding outcomes remain fragmented. To this point, extant research distinguishes (i) cultural strategy branding, (ii) festival experiences with authenticity/liminality, from (iii) soundscape-attachment processes into multiple tracks of research not leading toward cumulative explanations. What follows from this situation is the need for an evidence synthesis concerning prominent lenses of theorization, methodological trajectories, as well as strategic processes underlying hybrid music enhancing tourism branding outcomes, although pointing toward locations with thin theoretical groundings (Southeast Asian cases) within empirically generated research strands.

2. Material and Methods

2.1. **Data sources and eligibility**.

To ensure consistency in indexing, traceability in bibliographic data, and comparability across multidisciplinary publications in the domains of tourism, leisure, cultural studies, and destination marketing, the systematic literature review relies on peer-reviewed articles in Scopus-indexed journals, indexed between 2013 and 2025. The date selection aims to identify the post-platform epoch, where hybridization, festivalization, and experience creation heightened in creative tourism milieu. The searching strategy followed the principles for conducting an evidence-informed review in management and tourism studies, focusing on maximizing transparency, replicability, and stated inclusion criteria (Tranfield et al., 2003). In order to achieve a high degree of precision and recall, a set of search strings included (a) enhanced constructs and (b) semantic proximity terms, and were organized around four thematic categories: music hybridity (hybrid music, fusion music, cross-cultural music, glocal music), tourism branding, experience & leisure, and attachment & identity, to reflect PRISMA guidelines' support for the use of explicit, reproducible methods to identify and report the sources of information.

2.2. **Screening protocol.**

The review used the PRISMA 2020 guidelines to ensure the transparent reporting of the process of identification, screening, and inclusion. References were scanned from the Scopus database and publisher databases that are usually used by the tourism and management studies fields (ScienceDirect, SpringerLink, Taylor & Francis). Once transferred, the references were combined into a referencing software, and the removal of the dupes was done by the stepwise method of the published guidelines of the removal of dupes in systematic reviews in the EndNote software (Bramer et al., 2016).

Title/abstract screening was carried out using the following a priori criteria: (1) direct relationship with hybrid/fusion music (or appropriate hybridity concepts) research, (2) clear connection with destination branding, city branding, tourist marketing, or outcomes of the tourism experience, and (3) contribution (excluding news articles, editorial opinions, and review articles). Final full-text screening focused on research with hybrid music related concepts: destination image/identity, experiential-emotional/social aspects, authenticity/liminality dynamics at festivals, place attachment, brand equity/salience, or advocacy-loyalty processes, as implied by PRISMA guidelines emphasizing transparency of inclusion/exclusion criteria.

2.3. **Outcome of Selection**.

Starting from a pool of 310 records, 76 passed the abstract-screening stage, and 42 articles progressed to the full-text inclusion stage. The methodical reduction in records followed

a conventional evidence-search funnel order that PRISMA recommends for accountability in the process of evidence selection.

2.4.**Data Extraction/Synthesis.**

Extraction used a structured coding form for abstracting: theorized frames, musical tactics, branding processes, method/design, geographic emphasis, subject matter, analytical procedures, key conclusions, and research gaps. As hybridized studies of music span qualitative, interpretationist, and quantitative paradigms, synthesis integrated an approach to review logic known as integrative review, explicitly constructed to integrate highly disparate methodologies for a comprehensive body of evidence (Whittemore & Knafl, 2005).

Analytically, the synthesis utilized rule-guided qualitative content analysis (category development, refinement, and tracing of identified themes to texts), as is appropriate for content analysis procedures (Mayring, 2014). For those studies that reported qualitative results (festival meaning-making or authenticity statements), qualitative interpretation followed thematic synthesis principles for the coordination of recurrent patterns across studies in a manner that did not reduce nuance (Thomas and Harden, 2008). As the studies varied in their constructs examined (e.g., acoustic identity, authenticity, attachment, and equity), measures, and research design types (survey SEM, ethnography, netnography, and case studies), meta-analysis was not performed. In this context, synthesis with a heavy emphasis on interpretation is appropriate for conceptual mapping and mechanism identification rather than combined effect size estimation.

3. Result and Discussion

3.1.Theoretical lenses used

The four theoretical families that emerge in the 2013-2025 literature and that explain each successively nuanced aspect of hybrid music relevance to brands are introduced below. First, "Knowledge-Based View" (KBV) regards hybrid music as a knowledge-asset potential that destinations tap to mobilize their regional musical heritage, their tacit know-how in creative production, and their cultural codes that are hard to duplicate while capable of being synthesized to communicate new identity statements to markets (Grant, 1996). According to this knowledge perspective on hybrid music, hybrid music is more than content.

Second, experience-oriented stimulus-affect-behavior logics, generally modeled through Mehrabian-Russell/S-O-R frameworks, also pervade understanding the translation of sensory inputs to loyalty. While stimuli (music, ambience, and events) can impact states of organisms (affect, arousal, and feeling of belonging), such states can also produce behaviors (revisit, recommendations, and advocacy). Research in cultural destinations has shown that adding involving and feeling of belonging to the Mehrabian and Russell model increases the prediction of revisit and recommendations significantly, making S-O-R models highly suitable for the sensory nature of hybrid music (Hung et al., 2019).

Third, a relationship between festival and authenticity scholarship recognizes that music events are liminal, extraordinary yet embedded spaces that are characterized by identity, meaning, and place negotiations. Liminal festival moments are found in empirical accounts that document that festival audiences experience liminal festival encounters that are incorporated in festival-goer memories and destination discourses (Wu et al., 2020). Ethnographic support for a relationship between festival and authenticity scholarship, on one hand, suggests that audiences may create spatial authenticity by embedding liminal festival experiences in material place, underscoring that music festivals provide a mechanism that enables destinations to "brand" beyond boundaries through music festivals (Skandalis et al. 2024).

Fourth, Institutional Theory appears with authors describing the cultural legitimacy and support that shapes place branding. Blending a local and a global style could be problematic because a legitimacy construct is dependent upon if the stakeholders find it authentic, inclusive, and representative. Recent work on place branding has arguably challenged the construction of legitimacy that happens inside multi-stakeholder processes because it once again strengthens

the argument that hybrid music branding is a legitimacy project and definitely not a marketing exercise (Bisani et al., 2024).

3.2.Strategic roles of hybrid music

(a) Sensory differentiation and acoustic identity

Evidence shows that hybrid music sustains a role as a tool for distinctive sensory positioning. Destinations can offer identifiable musicalscapes that establish an association with a specific place, instead of a visual symbol like a logo, building, or landscape. This corresponds to the newly rising approach of tourism studies regarding music and soundscape research, emphasizing the role of music as a sensory dimension of the tourist experience, suggesting that a "musicscape" plays a role in the formation of place attachment as a result of an aesthetic experience (T&F, 2025). With regards to the S-O-R model, hybrid music sustains a role as a prominent cue that enhances the stimulation of arousal, uniqueness, and memory.

(b) Emotional and social experience shaping

Hybrid concerts represent leisure contexts that produce collective affect and social memories. Findings from festival studies indicate that liminal conditions constitute an organized context in which strong emotions, collective identity, and meaning construction can be found to extend beyond the festival experience (Wu et al., 2020). Findings from ethnographic studies also indicate that the exceptional character of festival experiences can be created in conjunction with the ordinary character of the destination context, making the destination context an integral component of the narrative related to authenticity and memory (Skandalis et al., 2024), and thus underpinning the claim related to the impact of hybrid concerts in influencing advocacy by making emotions and collective memories transmittable.

(c) Cultural strategy for city/destination branding

Hybrid music functions as a cultural tactic by conveying local creativity as well as being globally readable. The success of this tactic relies on legitimacy. The significance of legitimacy in place-branding researches involves the construction of legitimacy by incorporating and representing stakeholders, as brands are sustained by being perceived as legitimate and representative by communities, institutions, and cultural systems (Bisani et al., 2024). The application of this notion to hybrid music implies that the tactic could also function as a means of achieving legitimacy balance, as it represents the combination of heritage (local roots) and cosmopolitan (global) forms.

3.3.Trends in methods

The body of work appears to show a comparatively prominent divide in methodology. Where quantitative work tends to emphasize tests of behavioral intention, attachment, and loyalty by means of structural analysis, incorporating S-O-R/experience economy frameworks, relevance is validated in view of cultural tourism studies confirming the role of involvement and belonging in mediation relationships underlying stimulus responses in predicting visit and recommendation intentions (Hung et al., 2019). Recent studies also suggest an incorporation of the experience economy in frameworks for tourism intention.

Qualitative research (ethnographic research, netnographic research, interpretive festival research) indexes symbolic meaning, the constitution of authenticity, and place narrative. This latter category of abstract research topics has been demonstrated in ethnographic research to index over time the constitution of spatial authenticity through music character, everydayness of the urban, and the instrumental constitution of experience (Skandalis et al., 2024).

3.4.Geographic Coverage

Publication of evidence is still imbalanced towards Europe, North America, and East Asia, especially in top-citing journals of festival tourism as a destination marketing theme. For instance, liminality at musical events has been considered in Mainland China with

comprehensive multi-site qualitative research, as is representative of East Asia's contribution (Wu et al., 2020). In contrast, Southeast Asia is similarly underrepresented, as is generally true of indexed literature, though Southeast Asian instances do exist albeit in smaller number often published regionally, not in top-tier tourism journals. This is significant from a methodological standpoint, as there may be divergent cultural politics of Southeast Asia, possibly differing from Western norms, as inferred by institutional-place branding studies.

3.5.Branding techniques identified

Festival liminality enables high-intensity experiences of shared publics, which are collectively recalled later, thereby contributing to the elevated memorability and advocacy of music events. The study by Wu et al. (2020) illustrates how such environments shape the experience at liminals, which enhances meaning and collective engagement. Further, research by Skandalis et al. (2024) expands this by showing how exceptional experiences are embedded in destination materialities.

Attaching place through acoustic exposure Such a mechanism corresponds to the S-O-R/Mehrabian-Russell extensions of the dual-mode expression of music-related stimuli exposure in affective bonding and belonging significantly influencing revisit intentions and WOM. The destination-as-culture literature has indicated that destinations that create feelings of belonging and involvement entail the formation of intentions in outcome-related constructs (Hung et al., 2019). Musicscapes also advocate the role of music in tourism environments that can affect the integration of destinations and consequential intentions from the sensory-marketing viewpoint.

The effectiveness of hybrid music branding is contingent upon stakeholder awareness of its legitimate and inclusive nature. A study on place branding asserts that "legitimacy is no default but achieved through practices and logics of inclusion" among stakeholders (Bisani et al., 2024). Hence, validating that for hybrid music to be supported, it should offer both authentic and universal accessibility.

Co-creation by Visitors and Symbolic Consumption Festival and destination experiences are now being co-created by participation and media platforms; this means the branding system transcends the organizer, involving tourists as well as digital media platforms. Although it is not purely music-based, the co-creation of tourist value by platforms (tourist-TikTok co-creation, for instance) has been tested empirically; this shows the possibility of hybrid music stories being enhanced by media ecologies of participation. In music festivals, the co-created authenticity of experiences also indicates tourists as producers (Skandalis et al., 2024).

3.6.Research Gaps

1. Southeast Asia Empirical Scarcity. The main findings on the festival/liminality and authenticity mechanism are focused outside of Southeast Asia, indicating a lack of validity in extending these principles into the creative tourism sector for Southeast Asia.
2. Lack of integration with behavior models. Even when S-O-R/experience models are used for cultural destinations, the notion of hybrid music may be considered background "event content," but not typically integrated directly into the model as soundscape or acoustic identity stimuli.
3. Focus of moderated-mediation in sustainability-oriented performance. Even as the issue of legitimacy in place branding is increasingly framed in the context of multi-stakeholder interactions, most forms of music festival delivery tend to be visitor-focused and theoretically thin on.
4. Evidence in cross-stakeholder ecosystems is limited. Legitimacy on stakeholder research suggests that stakeholders build brand legitimacy by using inclusion practices. Hybrid

Music Branding research continues to under-document governance and industry–community collaboration.

3.7.Interpret

These findings suggest the strategic knowledge basis for hybrid music-related culture knowledge can be considered a strategic knowledge value (KBV) differentiator for destination brands, characterized by acoustic, experiential, and institutional dimensions. The KBV encompasses advantages in durability and imitability, where value derives from knowledge integrationist action in creating cohesive brand experiences (Grant, 1996). The role of musical event studies suggests the experiential mechanism concerns more than music stimulation, involving the event architecture constituting event-related liminality, memory, and authenticatory work (Wu et al., 2020; Skandalis et al., 2024). S-O-R/M-R extended applications in cultural tourism studies show how event-related involvement and belonging transform stimulation into revisit intention and recommendations, as required in the loyalty model, pathway position statement (Hung et al., 2019). Finally, legitimacy for place branding studies indicates inclusion and legitimacy for cultural strategies must be actively generated, suggesting the significance of hybrid music as an experiential signaling system for destination institutions and visitor psychological engagement (Bisani et al., 2024).

4. Conclusion

This systematic literature review (SLR) indicates that hybrid music reinforces the brands of tourist destinations via sonic differentiation, event-based experience and enjoyment, and culturally legitimate branding messages that blend local creativity with global accessibility. The sonic differentiation benefit comes about as a result of the local musical expressions, such as melodies, beats, and linguistic tonal expressions, that are encoded in globally identifiable formats by the hybrid music genre (Pike, 2016; Lee-Anant et al., 2025).

Music festivals and recreation events also accentuate these effects with their role as affective memory devices. Music festivals create co-present social spaces whereby the process of emotional contagion, collective enjoyment, and social rituals enhance sound and convert it into a form of social memory, further enhancing visitor advocacy and word-of-mouth communication (Szmigin et al., 2017; Wu et al., 2020). The hybrid music festivals also enhance identity co-production, along with the opportunity for tourists to symbolically consume and verbalize the destination identity as a reflection of their self-identity, further enhancing place attachment and loyalty (Kim & Stepchenkova, 2015; Yang et al., 2024).

A key aspect of institutional theory is the interpretation of legitimacy in which hybrid music works as branding if it is literally recognized by local communities, cultural, as well as governmental, institutional settings within the region as typifying, involving, and profit-driven (Adler & Kwon, 2002; Bisani et al., 2024). Socially constructed legitimacy leads to an external legitimate destination branding campaign (Bisani et al., 2024).

In terms of methodology, the pipelines relating to Festival Tourism and analysis of Behavior are highly developed, particularly through variance-based structural equation modeling, specifically PLS-SEM, particularly in relating to complex experiential constructs, moderated-mediation analysis, and models of intention, as indicated by Hair et al. (2019). However, there has been a gap within the related literature regarding the empirical validation and integration of models specifically within Southeast Asia, thus necessitating the further inclusion of hybrid music within models of moderated-mediation, including technological challenges, social capital, and digital adaptive capacity within tourist behaviors.

Specifically, tourism-related parties could use hybrid music to achieve three different goals. Firstly, to develop a unique sound identity. Secondly, to design an affectively memorable recreational event. And thirdly, to deliver culturally legitimate branding messages within a

unitary and distinctively creative tourism environment involving all parties from tourism organizations to communities and tourists.

REFERENCES

Aaker, D. A. (1991). Managing Brand Equity: Capitalizing on the Value of a Brand Name. New York: Free Press.

Álvarez, M. D., & Campo, S. (2014). Attributes of destination image: A confirmatory analysis applied to Spain. Tourism Management, 40, 159–170.

Bigné, J. E., Sánchez, M. I., & Sanz, S. (2009). The role of involvement and destination image in satisfaction and loyalty: An airline-based analysis. Tourism Management, 30(2), 102–113.

Blain, C., Levy, S. E., & Ritchie, J. R. B. (2005). Destination branding: Insights and practices from destination management organizations. Journal of Travel Research, 43(4), 328–338.

Chekalina, T., Fuchs, M., & Lexhagen, M. (2018). Customer-based destination brand equity modeling: The role of destination resources, value for money, and value in use. Journal of Travel Research, 57(1), 31–46.

Chi, H. K., Huang, K. C., & Nguyen, H. M. (2020). Elements of destination brand equity and destination familiarity regarding travel intention. Journal of Retailing and Consumer Services, 52, 101728.

Dedeoğlu, B. B., Van Niekerk, M., Weinland, J., & Celuch, K. (2019). Re-conceptualizing customer-based destination brand equity. Journal of Destination Marketing & Management, 11, 211–230.

Ding, H. M., Choi, S., & Fesenmaier, D. R. (2021). The antecedents of visitors' flow experience and its consequences at music festivals. Journal of Destination Marketing & Management, 20, 100630.

Fan, Y. (2023). How folk music induces destination image: Exploring sensory contribution to tourist perception. Journal of Destination Marketing & Management, 28, 100815.
ScienceDirect

Ferns, B. H., & Walls, A. (2012). Enduring travel involvement, destination brand equity, and travelers' visits. Journal of Travel Research, 51(6), 720–730.

Gibson, C., & Connell, J. (2005). Music and Tourism: On the Road Again. Channel View Publications.

Getz, D. (2010). The nature and scope of festival studies. International Journal of Event Management Research, 5(1), 1–47.

Getz, D., & Page, S. J. (2016). Event studies: Theory, research and policy for planned events. Routledge.

Grappi, S., & Montanari, F. (2011). Brand experience, brand love and brand loyalty in tourism. Journal of Travel Research, 50(5), 513–526.

Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C., & Sarstedt, M. (2019). A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) (2nd ed.). Sage.

Hudson, S., Hudson, L., & Miller, G. A. (2015). Festival tourism and destination branding. Journal of Vacation Marketing, 21(4), 309–322.

Hung, K., Petrick, J. F., & Jaw, M. S. (2019). The role of involvement in the relationship between destination stimulus and revisit intention. Journal of Travel & Tourism Marketing, 36(8), 1037–1051.

Keller, K. L. (1993). Conceptualizing, measuring, and managing customer-based brand equity. Journal of Marketing, 57(1), 1–22.

Kim, H. K., & Perdue, R. R. (2013). Influence of brand familiarity, experience and information on travel decision making. Journal of Travel Research, 52(5), 620–632.

Kim, H. B., Huang, S., & Choi, J. (2009). IT square. Journal of Travel & Tourism Marketing, 26(4), 357–366.

Konecnik, M., & Gartner, W. C. (2007). Customer-based brand equity for a destination. Annals of Tourism Research, 34(2), 400–421.
Lexhagen, M. (2023). Popular culture tourism: Foundations and directions. Journal of Travel Research.
Madani, Q. (2022). Cultural events and tourism destination image—Case studies. Tourism Analysis.
Papadaki, E., & Kladou, S. (2025). The labyrinth of sustainable tourism development: The role of place branding through music. Tourism and Hospitality, 6(5), 277.
Packer, J., & Ballantyne, J. (2011). The impact of music festival experiences on psychological and social outcomes. Journal of Applied Psychology.
Pike, S. (2005). Tourism destination branding complexity. Journal of Product & Brand Management, 14(4), 258–259.
Rasoolimanesh, S. M., Ritchie, B. W., & Mills, D. (2020). Destination branding and sustainable tourism development. Journal of Sustainable Tourism.
Saxena, G., Clark, G., Ilbery, B., & Bjarnason, T. (2007). Conceptualizing integrated rural tourism. Tourism Geographies, 9(4), 347–370.
Skandalis, A., Cavusgil, S. T., & Ghauri, P. (2024). Music festivals and the everyday nature of tourism. Journal of Travel Research.
Szmigin, I., et al. (2017). Socio-spatial authenticity at co-created music festivals. Annals of Tourism Research.
Urry, J., & Larsen, J. (2011). The Tourist Gaze 3.0. Sage.
Van Niekerk, M., & Buhalis, D. (2011). Place branding and destination marketing. Journal of Brand Management.
Walters, P., & Lin, C.-H. (2019). Destination experiences and brand loyalty in tourism. Tourism Management Perspectives.
Wang, Y. (2025). Destination experience and revisit intention: A moral logic. Tourism Management.
Wu, H.-C., Chan, A., & Yuan, J. (2020). Music festivals and tourist satisfaction—Liminal experience and memory. Journal of Hospitality & Tourism Research.
Yang, L., et al. (2024). Effects of soundscape perception on place attachment. Applied Acoustics.
Yoo, K.-H., et al. (2025). Social media and festival engagement in place branding. International Journal of Tourism Research.
Zhao, W., et al. (2023). Soundscape and place attachment in historical tourism. Buildings.
Zhang, H., et al. (2021). Destination brand equity and tourist loyalty. Tourism Economics.
Zheng, Z., & Chang, Y. (2025). The role of cultural heritage festivals in destination image formation. Journal of Tourism Cultural Change.

CHILDREN'S USE OF TECHNOLOGY:PRIVACY RULES AND THEIR IMPACT ON DIGITAL DEVELOPMENT

Dr. Adriana Qafa
"Barleti" University, Tiranë, Albania
ORCID Id: 0009-0006-1783-4249

Abstract
The expansion of digital technologies has profoundly transformed how children learn, communicate, and construct their social identities. Alongside these developments, protecting children's privacy has become a central concern in public policy, legal regulation, and digital ethics. Online platforms and digital applications operate on data-intensive models, often without full understanding by minor users. This article provides a critical analysis of the regulatory framework aimed at protecting children's privacy, focusing on the General Data Protection Regulation (GDPR) and the Age-Appropriate Design Code in the United Kingdom. The study evaluates the effectiveness of these instruments, implementation challenges, and the long-term implications of digital surveillance on children's autonomy and identity. The article argues that effective privacy protection requires a comprehensive approach integrating legal regulation, ethical design, and digital literacy education.
Keywords: children's privacy, digital development, data governance, ethical design, GDPR

1. Introduction

Digital transformation has created new socialization environments for children, where online interactions have become integral to everyday life from an early age. Smart devices, social platforms, and educational applications offer significant opportunities for cognitive and social development but simultaneously pose new risks to privacy and the security of personal data (Livingstone & Third, 2017).

Children represent a particularly vulnerable group of users, as their ability to understand the long-term implications of data collection is limited. Therefore, protecting their privacy cannot rely solely on individual consent but requires regulatory intervention and increased responsibility from digital service providers (Barassi, 2020).

2. Methodology

This study adopts a qualitative, theoretical, and normative approach, appropriate for analyzing the complex relationships between digital technology, legal regulation, and children's rights. A qualitative approach allows for an in-depth examination of concepts such as privacy, digital autonomy, and ethical design, which cannot be fully captured through quantitative methods (Creswell & Poth, 2018).

The research is designed as a documentary and comparative analysis, focusing on two major regulatory instruments: the European Union's General Data Protection Regulation (GDPR) and the United Kingdom's Age-Appropriate Design Code. These instruments were selected due to their normative significance and influence on international child privacy policies (European Union, 2016; ICO, 2020).

Data were collected from secondary sources, including legal documents, peer-reviewed literature, and reports from international organizations. Analysis was conducted through thematic content analysis, comparative analysis, and normative critical analysis to evaluate regulatory effectiveness and the long-term impact on children's digital development (Braun & Clarke, 2006; Kosta, 2020).

3. Digital Ecosystems and Children's Data Collection

Modern digital ecosystems operate on data-driven economic models, where user interactions are analyzed for personalization and monetization (Zuboff, 2019). When users are children, these practices create significant tensions between technological innovation and the protection of fundamental rights.

Research indicates that applications designed for children often collect data beyond what is necessary for basic functionality, including behavioral patterns, preferences, and location (Lupton & Williamson, 2017). The complexity of privacy policies makes it difficult for parents and children to fully understand how their data are processed.

4. Regulatory Framework for Protecting Children's Privacy

The GDPR establishes a high standard for personal data protection, recognizing children as subjects requiring special protection due to their vulnerability (European Union, 2016). The regulation emphasizes principles such as data minimization, transparency, and parental consent, but practical implementation remains challenging (Kosta, 2020).

The Age-Appropriate Design Code represents a significant shift toward a design-responsibility model, requiring digital services to default to the child's best interests (ICO, 2020).

5. Implementation Challenges and Digital Surveillance

Despite the legal framework, persuasive design and gamification practices continue to encourage children to share data, often unconsciously (Nansen et al., 2020). Moreover, digital inequalities directly affect the level of privacy protection, creating notable differences between families and communities (Livingstone et al., 2018).

Continuous digital surveillance can shape how children perceive autonomy, privacy, and self-expression, normalizing control and creating permanent digital footprints (Marwick & boyd, 2014).

6. Toward a Child-Centered Approach

Effective protection of children's privacy requires an integrated approach that combines legal regulation, ethical design, and digital literacy education. Technology providers should be held accountable for the social impact of their products, while public institutions should invest in enhancing the digital competencies of parents and children (OECD, 2021).

Children's privacy in the digital age remains a complex and dynamic challenge. Instruments such as the GDPR and the Age-Appropriate Design Code provide a strong normative foundation, but their effectiveness depends on practical implementation and the integration of ethical principles into technological design. Only through a comprehensive approach can technology serve as an empowering tool for children rather than a source of risk.

7. Conclusion

This article critically analyzed the relationship between children's use of digital technology and regulatory mechanisms aimed at protecting their privacy. The analysis demonstrates that, while contemporary legal frameworks—particularly the GDPR and the Age-Appropriate Design Code—represent significant normative progress in recognizing children's vulnerability in digital environments, practical implementation remains fragmented and often insufficient in the face of data-driven economic models (European Union, 2016; ICO, 2020; Zuboff, 2019).

Findings suggest that protecting children's privacy cannot be reduced to formal consent or legal compliance but should be understood as a dynamic process directly influencing the development of autonomy, identity, and critical digital skills (Livingstone & Third, 2017; Barassi, 2020). Early normalization of digital surveillance risks producing digital subjects accustomed to continuous control, potentially undermining children's right to free development and self-determination online (Marwick & boyd, 2014).

In this context, the article argues that effective protection of children's privacy requires a comprehensive, child-centered approach that goes beyond traditional legal regulation,

integrating ethical, social, and educational principles into the governance of digital technologies (OECD, 2021).

8. Recommendations

Based on the analysis, the following recommendations aim to enhance the protection of children's privacy in digital environments:

Strengthening Regulatory Governance

Regulatory bodies should develop proactive oversight models, treating the child's best interests as an operational standard in the design and functioning of digital platforms (European Union, 2016; ICO, 2020).

Integrating Ethical Design as a Structural Obligation

Digital service providers should adopt ethical design principles as a core part of product governance, limiting profiling and unnecessary data collection for minor users (Nansen et al., 2020; Zuboff, 2019).

Developing Transparent Age Verification Mechanisms

Age verification solutions should balance the need for protection with respect for privacy, avoiding new forms of surveillance or digital exclusion (Kosta, 2020; OECD, 2021).

Investing in Digital Literacy for Children and Parents

Public policies should promote critical digital literacy as a central element of empowering children and families in the face of data collection practices (Livingstone et al., 2018; Lupton & Williamson, 2017).

Promoting Interdisciplinary Empirical Research

Future research should focus on interdisciplinary empirical studies analyzing children's real experiences and the long-term impact of digital surveillance on their social and psychological development (Barassi, 2020; Marwick & boyd, 2014).

References:

Barassi, V. (2020). *Digital youth and privacy: Critical perspectives on data, surveillance, and consent*. Routledge.

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology, 3*(2), 77–101. https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa

Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). SAGE Publications.

European Union. (2016). *Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data (General Data Protection Regulation)*. Official Journal of the European Union, L119, 1–88.

ICO. (2020). *Age-appropriate design: A code of practice for online services*. Information Commissioner's Office. https://ico.org.uk/for-organisations/guide-to-data-protection/ico-codes-of-practice/

Kosta, E. (2020). Children's rights and data protection in the digital age. *International Data Privacy Law, 10*(1), 45–59. https://doi.org/10.1093/idpl/ipz026

Livingstone, S., & Third, A. (2017). Children and young people's rights in the digital age: An emerging agenda. *New Media & Society, 19*(5), 657–670. https://doi.org/10.1177/1461444816686318

Livingstone, S., Stoilova, M., & Nandagiri, R. (2018). Children's data and privacy online: Growing up in a digital age. *An evidence review*. London School of Economics and Political Science.

Lupton, D., & Williamson, B. (2017). The datafied child: The dataveillance of children and implications for their rights. *New Media & Society, 19*(5), 780–794. https://doi.org/10.1177/1461444816686328

Marwick, A., & boyd, d. (2014). *Networked privacy: How teenagers negotiate context in social media*. New Media & Society, 16(7), 1051–1067. https://doi.org/10.1177/1461444814543995
Nansen, B., Harris, C., & Vromen, A. (2020). Gamifying consent: Children, digital media, and the ethics of persuasion. *Media International Australia*, *176*(1), 44–58. https://doi.org/10.1177/1329878X20916142
OECD. (2021). *Children's privacy online: Trends, policy challenges and opportunities*. Organization for Economic Co-operation and Development. https://www.oecd.org/sti/children-online-privacy.htm
Zuboff, S. (2019). *The age of surveillance capitalism: The fight for a human future at the new frontier of power*. PublicAffairs.

Er İLAVESİNİN Al–Fe–Mn ALAŞIMININ MİKROYAPISAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Ecem Ayşe ÇAKIR
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Kocaeli
ORCID: 0009-0000-5857-6158
Funda Gül KOÇ
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Kocaeli
ORCID: 0000-0001-6517-1239

ÖZET

Al–Fe–Mn alaşımları sahip oldukları yüksek korozyon direnci, iyi şekillendirilebilirlik ve ısıl kararlılık özellikleri sayesinde özellikle ambalaj, otomotiv ve ısı değiştirici uygulamalarında geniş kullanım alanı bulan önemli mühendislik malzemeleridir. Nadir toprak elementlerinin alüminyum alaşımlarına ilavesi, tane inceltme, intermetalik faz modifikasyonu ve matris kararlılığını artırma mekanizmaları aracılığıyla mikroyapıyı belirgin şekilde iyileştirerek bu alaşımların mekanik ve fonksiyonel performansını geliştirmektedir. Bu çalışma kapsamında Er'nin Al–Fe–Mn alaşımının mikroyapısına etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda Al–Fe–Mn alaşımına ağırlıkça %0, %0,1, %0,3 ve %0,5 oranlarında Er ilave edilerek döküm işlemleri gerçekleştirilmiş, ardından alaşımlara homojenizasyon tavlaması uygulanmıştır. Homojenizasyon tavlaması sonrası numuneler metalografik olarak hazırlanarak optik mikroskop ve EDX (enerji dağılımlı X-ışını spektroskobisi) ataçmanlı taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile mikroyapısal karakterizasyonlar gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar artan Er katkısı ile birlikte mikroyapıda ötektik yapının azaldığını, alaşımın tane boyutunda belirgin bir incelme meydana geldiğini ve Fe esaslı intermetalik fazların daha ince bir morfoloji ve homojen bir dağılıma sahip olduğunu göstermiştir.
Anahtar Kelimeler: Al-Fe-Mn Alaşımı, Nadir Toprak Elementi, Mikroyapısal Karakterizasyon

THE EFFECT OF Er ADDITION ON THE MICROSTRUCTURAL PROPERTIES IN Al–Fe–Mn ALLOY

ABSTRACT

Al–Fe–Mn alloys are important engineering materials that find widespread use particularly in packaging, automotive, and heat exchanger applications due to their high corrosion resistance, good formability, and thermal stability. The addition of rare earth elements to aluminum alloys significantly improves the microstructure through grain refinement, intermetallic phase modification, and enhanced matrix stability, thereby improving the mechanical and functional performance of these alloys. In this study, the effect of Er addition on the microstructure of the Al–Fe–Mn alloy was investigated. For this purpose, casting processes were carried out by adding Er to the Al–Fe–Mn alloy at weight percentages of 0, 0.1, 0.3, and 0.5, followed by the application of a homogenization heat treatment. After homogenization, the samples were prepared metallographically, and microstructural characterizations were performed using optical microscopy and scanning electron microscopy (SEM) equipped with energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDX). The results revealed that with increasing Er content, the eutectic

structure decreased, a significant grain refinement occurred, and the Fe-based intermetallic phases exhibited a finer morphology with a more homogeneous distribution.
Keywords: Al–Fe–Mn Alloy, Rare Earth Element, Microstructural Characterization

I. GİRİŞ

Alüminyum alaşımları; üstün şekillendirilebilirlikleri, yüksek korozyon dirençleri ve düşük yoğunlukları sayesinde enerji, otomotiv, ambalaj ve havacılık sektörlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır [1]. 8xxx serisi, Al–Fe–Mn sistemine dayalı özgün mekanik ve termal özellikleriyle öne çıkmaktadır [2]. Bu serinin önemli bir üyesi olan 8006 alaşımı, özellikle yüksek mukavemeti ve sünekliği nedeniyle ısı eşanjörleri ve ambalaj uygulamalarında tercih edilmektedir [3].

Katılaşma sürecinde Fe ve Mn elementleri, alaşımın yapısal bütünlüğünü belirleyen intermetalik fazların oluşumunda kritik rol oynamaktadır. 8006 alaşımında sıklıkla α-$Al_{15}(FeMn)_3Si_2$ ve β-Al_2FeSi fazları gözlenmekte olup, bu fazların morfolojik özelliklerinin döküm koşullarıyla doğrudan ilişkili olduğu bilinmektedir [4]. Alaşım bileşimi ve katılaşma hızı, söz konusu fazların boyutları ve dağılımını etkileyerek nihai mekanik özellikler üzerinde belirleyici olmaktadır [5]. Düşük soğutma hızlarında iğne benzeri intermetaliklerin ortaya çıkması, gözeneklilik ve çatlak oluşumunu hızlandırabilmektedir [6].

Yüksek Fe seviyeleri ve oksidasyon, alaşımın şekillendirilebilirliğini ve korozyon direncini olumsuz yönde etkilemektedir [7]. Son yıllarda yapılan çalışmalar, eser miktarda nadir toprak elementlerinin eklenmesinin alüminyum alaşımlarının mekanik ve mikroyapısal özelliklerini geliştirdiğini göstermektedir [8]. Erbiyum, katılaşma sırasında tane sınırlarında birikerek yeni fazların çekirdeklenmesini kolaylaştırmakta ve kristal kafesin dayanımını artırmaktadır [9–11]. Özellikle Al_3Er fazının varlığı, tavlama sonrası hem mekanik özelliklerin hem de mikroyapısal kararlılığın iyileşmesine katkı sağlamaktadır [12].

Homojenizasyon işlemi sırasında Al_3Fe sistemindeki kararsız fazların daha kararlı konfigürasyonlara dönüşümü, termodinamik denge diyagramlarıyla açıklanmaktadır [13,14]. Fe/Mn oranı ise alaşımın mekanik özelliklerini ve mikroyapısal düzenini doğrudan etkilemekte; ayrıca $Al_3(Fe,Mn)$ gibi intermetaliklerin oluşumunda belirleyici rol oynamaktadır [15].

Bu çalışma, farklı Er ilave oranlarının 8006 alaşımının mikroyapısal özellikleri üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Elde edilen sonuçların erbiyumun mikroyapısal değişim ve mekanik performans üzerindeki rolünü ortaya koyarak Al–Fe–Mn alaşımlarında erbiyum katkısına ilişkin mevcut bilgi birikimine katkıda bulunması beklenmektedir.

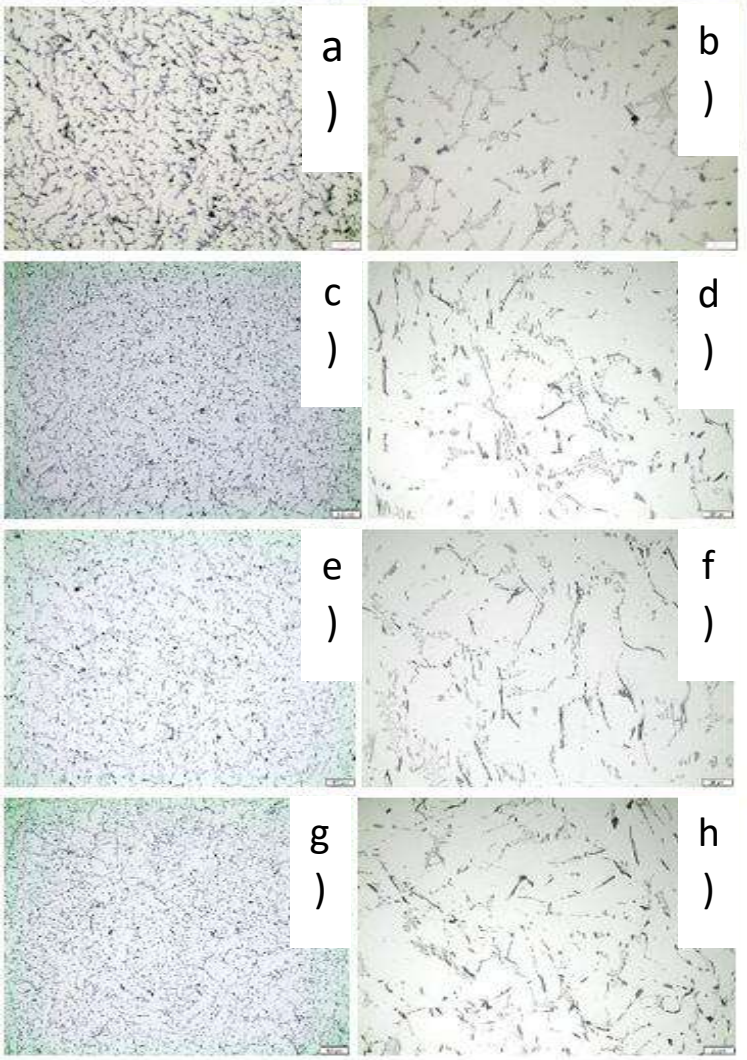
45.1.1 II. MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma kapsamında Er ilavesinin Al-Fe-Mn alaşımının mikroyapısal özelliklerine etkisi ayrıntılı olarak incelenmiş; faz morfolojileri, tane yapıları ve yönelim özellikleri optik mikroskop, SEM incelemeleri ve EDX analizleriyle belirlenmiştir. Ayrıca sertlik ölçümleri ile Er'un alaşımın sertliğine etkisi de karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Ağırlıkça %0 , %0,1, %0,3 ve %0,5 Er içeren alaşımlar kontrollü atmosfer koşullarında 780 °C'de indüksiyon fırınında ergitilmiştir. Ergiyik metal 25 °C'deki metal kalıba dökülerek yaklaşık 5 mm kalınlığında külçeler elde edilmiştir. Döküm işlemi sonrası malzemelere 580 °C'de sekiz saat süreyle homojenizasyon işlemi uygulanmıştır. Homojenize edilen parçalardan mikroyapısal incelemeler için numuneler alınarak metalografi işlemi uygulanmıştır. Numune hazırlama aşamasında sırasıyla 60, 150, 220, 320, 600, 1000 ve 2000 mesh zımpara kâğıtları kullanılmış, ardından 3 µm ve 1 µm elmas solüsyonlarla parlatma işlemi yapılmıştır. Dağlama işlemi ise oda sıcaklığında hazırlanmış tetrafloroborik asit–dietil eter çözeltisi ile elektrolitik olarak gerçekleştirilmiştir. Mikroyapısal incelemeler Olympus BX41MLED optik mikroskop ve EDX ataçmanlı tarama elektron mikroskobu (SEM) ile gerçekleştirilmiştir. Sertlik ölçümleri Future

Tech marka sertlik cihazı ile 1 kg yük altında 10 saniye süreyle gerçekleştirilmiş olup her numuneden 5 ölçüm alınarak ortalama sertlik değerleri elde edilmiştir.

III. BULGULAR VE TARTIŞMA

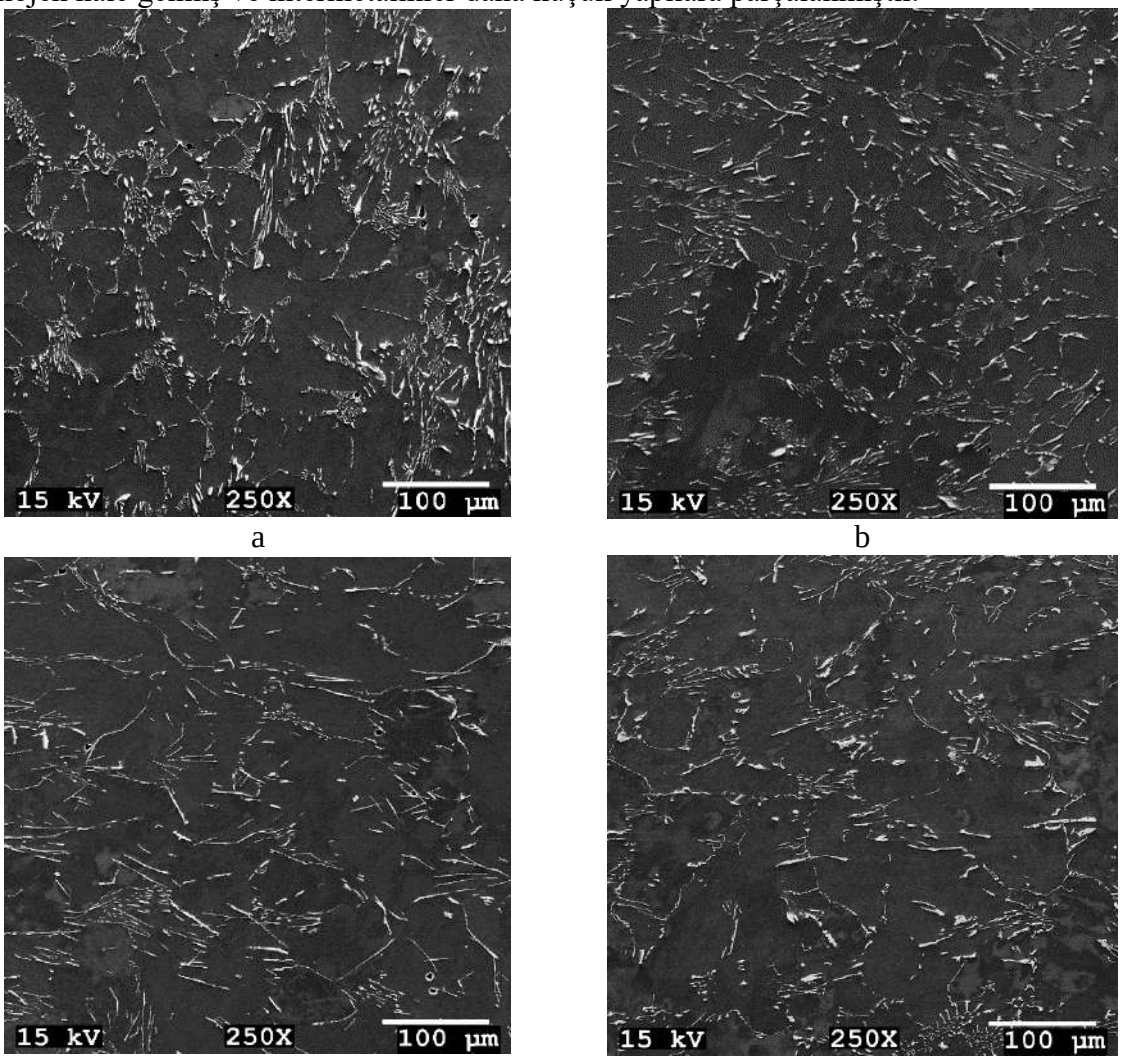
Şekil 1'de farklı bileşimlere sahip Al–Fe–Mn alaşımlarının optik mikroskop görüntüleri verilmiştir. Er katkısının alaşımın mikroyapısı üzerinde belirgin etkilere sahip olduğu görülmüştür. Er ilavesiyle birlikte Fe bazlı intermetalik fazların sivri ve keskin morfolojileri daha kompakt/küresel yapılara dönüştüğü ve mikroyapıda Al_3Er çökeltilerinin oluşmaya başladığı görülmüştür. Alaşımın Er içeriği arttıkça döküm konumundaki ötektik yapıların azaldığı, intermetaliklerin morfolojilerinin değiştiği, daha ince ve homojen tane yapısının elde edildiği gözlemlenmiştir.



Şekil 1. Farklı kimyasal bileşimlere sahip numunelerin dağlanmış konum optik mikroskop görüntüleri: a-b) Er içermeyen standart alaşım (N0), c-d) %0,1 Er ilaveli alaşım (N1), e-f) %0,3 Er ilaveli alaşım (N3), g-h) %0,5 Er ilaveli alaşım (N5).

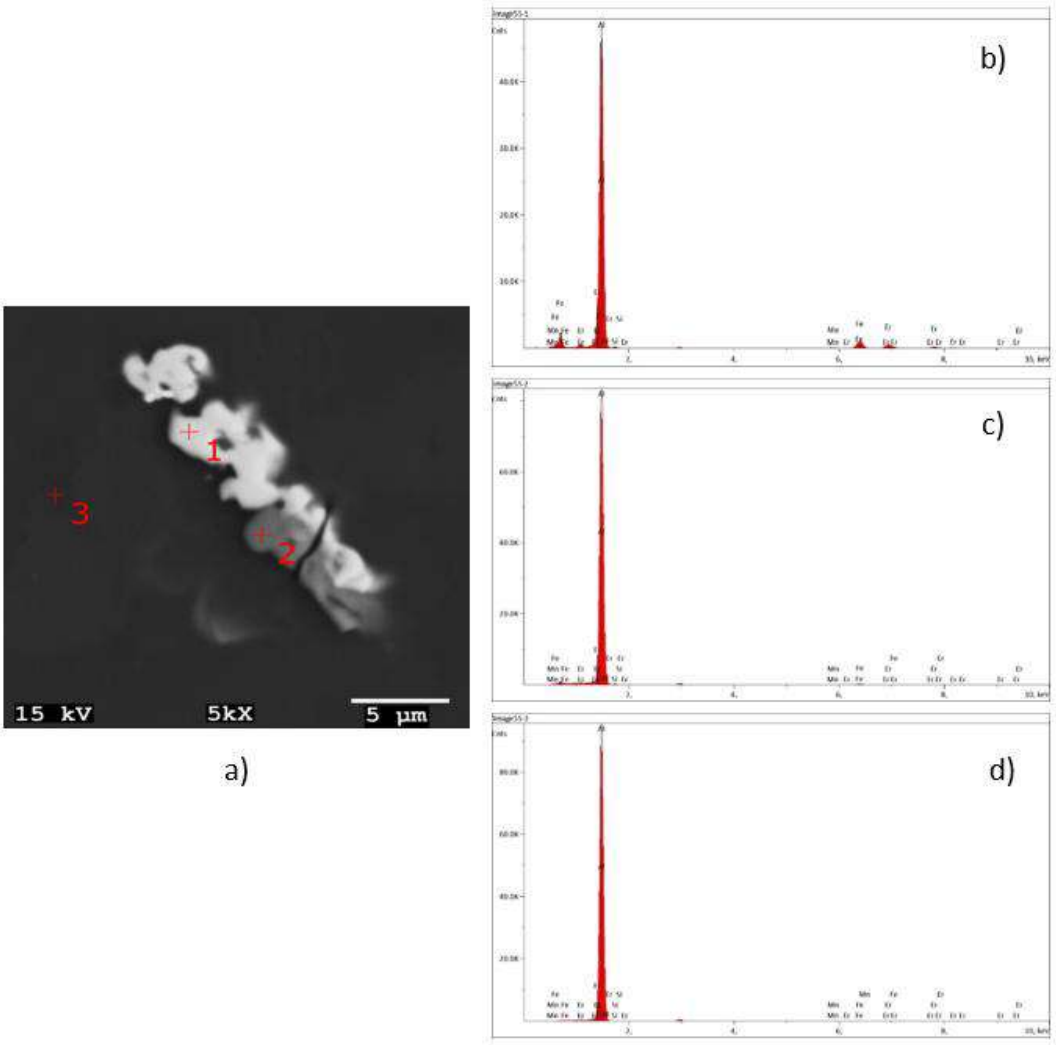
Şekil 2'de standart ve farklı oranlarda Er katkılı Al–Fe–Mn alaşımlarının SEM görüntüleri verilmiştir. Tavlanmış standart numunede (N0) iğne ve Çin yazısı benzeri morfolojiler gözlenirken, %0,1 Er katkılı numunede (N1) çubuk benzeri fazların daha kısa ve kompakt hale geldiği ve ikincil fazların ortaya çıktığı görülmüştür. %0,3 Er katkılı numunede (N3) faz sınırlarının çözünürlüğü artmış, süreklilik bozulmuş ve daha homojen bir dağılım oluşmuştur.

%0,5 Er katkılı numunede (N5) ise dağılım yoğunluğu belirgin şekilde artmış, morfoloji homojen hale gelmiş ve intermetalikler daha küçük yapılara parçalanmıştır.



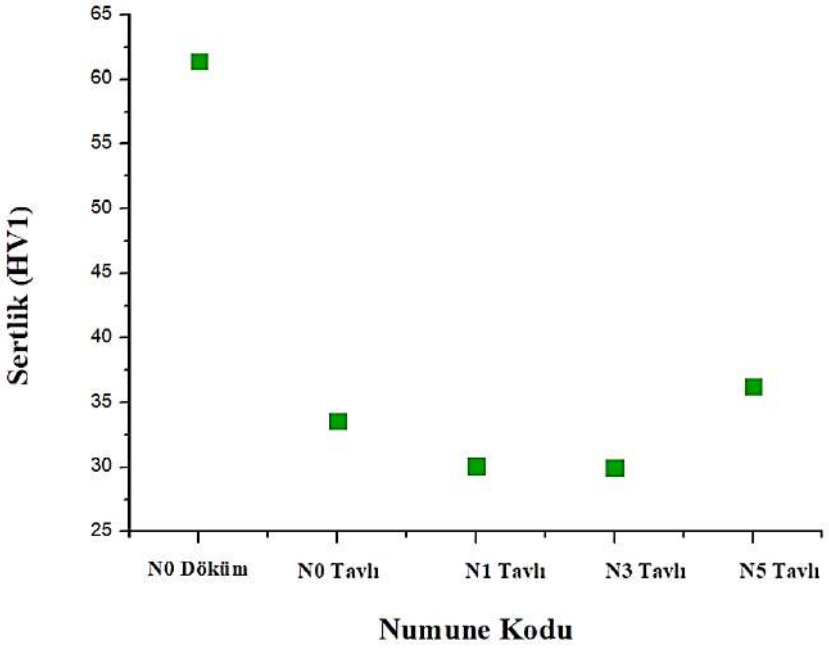
Şekil 2. Farklı kimyasal bileşimlere sahip numunelerin dağlanmış konum SEM görüntüleri: a) Er içermeyen standart alaşım (N0); b) %0,1 Er ilaveli alaşım (N1); c) %0,3 Er ilaveli alaşım (N3); d) %0,5 Er ilaveli alaşım (N5)

Mikroyapıda gözlemlenen fazların elementel kompozisyonlarını belirlemek amacıyla, 0,5 Er'lu Al-Fe-Mn alaşımında EDX analizi yapılmış olup, elde edilen veriler Şekil 3'te verilmiştir. Üç farklı bölgeden alınan spot analizleri sonucunda; 1 numaralı bölgede **Fe bakımından zengin intermetalik fazların** bulunduğu, 2 numaralı bölgede **Fe içeriğinin daha düşük olduğu**, 3 numaralı bölgede ise **Al matrisinin baskın olarak gözlendiği** belirlenmiştir.



Şekil 3. Ağırlıkça %0,5 Er ilaveli Al-Fe-Mn alaşımının (N5) SEM görüntüsü ve EDX analizi, a) SEM görüntüsü, b) 1 nolu bölgenin EDX analizi, c) 2 nolu bölgenin EDX analizi, d) 3 nolu bölgenin EDX analizi

Şekil 4'te, Al–Fe–Mn alaşımlarına Er ilavesi sonucu elde edilen sertlik değerleri karşılaştırılmıştır. Döküm numunesi en yüksek sertliği göstermiştir; bu durum çözünmemiş iri intermetalik fazlar ve heterojen mikroyapının oluşturduğu **yerel gerilim konsantrasyonları** ile ilişkilidir. Tavlama sonrası sertlik belirgin şekilde düşmüş, faz sınırlarının çözülmesiyle daha homojen bir yapı oluşmuştur. Er katkılı numunelerde sertlik değerleri farklılık göstermiştir: %0,1 ve %0,3 seviyelerinde çökelti oluşumu başlamış olsa da sertleşmeye sınırlı katkı sağlamıştır. %0,5 Er içeren numunede ise sertlik belirgin şekilde artmış, Al_3Er çökeltilerinin yoğunlaşması dislokasyon hareketlerini sınırlamış ve intermetalik fazların küreselleşmesiyle daha homojen bir yapı elde edilmiştir. Genel olarak tavlama sertliği düşürürken, Er katkısı özellikle yüksek seviyelerde mikroyapısal kararlılığı ve sertliği artırmıştır.



Şekil 4. Döküm konumundaki standart alaşım (N0 Döküm), homojenizasyon tavı uygulanmış standart alaşım (N0 Tavlı) ve Er ilaveli tavlı alaşımların (%0,1 – N1, %0,3 – N3, %0,5 – N5) ortalama sertlik değerleri.

45.2 IV. SONUÇLAR

Bu çalışma, Al–Fe–Mn alaşımına Er ilavesinin homojenizasyon tavlaması sonrası mikroyapı üzerindeki etkilerini ortaya koymuştur. Er katkısı ile Al_3Er ve Er içeren kompleks çökeltilerinin oluştuğu, homojen ve ince taneli yapının elde edildiği görülmüştür. Er ilavesi ile daha ince taneli, homojen bir mikroyapı eldesinin sonucu olarak alaşımın sertliğinde de artışın elde edildiği gözlemlenmiştir. Özellikle ağırlıkça %0,5 Er ilavesinde çökelti yoğunluğunun artmasıyla sertlikte belirgin bir artış elde edilmiştir.

KAYNAKÇA

[1] Davis J. R., *Aluminum and Aluminum Alloys*. ASM International, 1993.

[2] Pázmán J, Fehér J, Gonda V, Verő B The effect of chemical composition and production technology on the mechanical properties of EN AW-8006 alloy Acta Materialia Transylvanica 4(1), 45–50, 2021.

[3] Yıldız F., Kılıç M., Kimyasal bileşim ve üretim teknolojisinin EN AW-8006 alaşımının mekanik özelliklerine etkisi, Metalurji Dergisi, 58(2), 45–52, 2021.

[4] Çelik A., Demirtaş M., AA8006 alaşımlı levha ve folyoların mikro yapısının karakterizasyonu TMMOB Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Dergisi 57(1), 33–40, 2019.

[5] Elgallad E. M., Ibrahim M. F., Doty H. W., Samuel F. H., Highlights on the role of Fe, Sr, and solidification time on porosity formation in Al–Si cast alloys, Philosophical Magazine, 98(10), 891–912, 2018.

[6] Arslan H., Koç M., Defects in the AA8006 aluminum alloy sheets, Journal of Materials Processing, 45(1), 88–94, 2020.

[7] Gök M., Yıldırım A., İkincil Al alaşımlarında aşırı Fe kirliliği: Mikroyapı, porozite ve korozyon davranışı., Metalurji Dergisi 59(1), 17–23, 2021.

[8] Wu X., Sun M., Hong L., Wen S., Wei W., Gao K., Rong L., Xiong X., Huang H., Nie Z., Er-containing microalloyed aluminum alloys: A review, Journal of Materials Science, 59, 9685–9696, 2024.

[9] Tang H., Li H., Jin D., Hu X., Xu J., Li H., Influence of rare earth element erbium on microstructures and properties of as-cast 8030 aluminum alloy, Journal of Central South University, 31, 4027–4038, 2024.

[10] Fan B., Qin T., Formation of θ-Al13Fe4 and the multi-step phase transformations in Al–Fe alloys, Journal of Alloys and Compounds, 842, 155–162, 2020.
[11] Qin T., Fan B., Yu J., Bu C., Zhang J., Effect of erbium micro-additions on microstructures and properties of 2024 aluminum alloy prepared by microwave sintering, Crystals, 14(4), 382, 2024.
[12] Weiss D., *Rare earth elements in cast aluminum alloys: Microstructural control and performance enhancement*. In *Rare Earth Metals and Minerals Industries*, 343–357, Springer, 2023.
[13] Richter KW, Marker MCJ, Skolyszewska-Kühberger B Transformation of the metastable Al6Fe intermetallic phase during homogenization of a binary Al–Fe alloy Intermetallics 19(9), 1323–1334, 2011.
[14] Liu Y., Huang G., Sun Y., Zhang L., Huang Z., Wang J., Liu C., Effect of Mn and Fe on the formation of Fe- and Mn-rich intermetallics in Al–5Mg–Mn alloys solidified under near-rapid cooling, Materials, 9(2), 8, 2016.
[15] Denizli F, Birbaşar O, Sevinç S, Özçetin Y, Ulus A, İnel C *Investigation of Al_6(Fe,Mn) Intermetallics Formation on AA8006 Aluminum Alloy Produced by Twin-Roll Casting at Different Solidification Conditions In Light Metals 2025*, 1077–1083, Springer.
[16] Pan, C., Moldovan, P., Dobra, G., Bojin, D., Stanescu, C. (2018). *Characterization of the microstructure of the AA8006 alloy sheets and foils.* Metals, 8(7), 512. https://doi.org/10.3390/met8070512
[17] Huang, Y.-C., Zhang, C.-C., Ma, Y.-L., Liu, Y. (2020). *Effects of homogenization on the dissolution and precipitation behaviors of intermetallic phase for a Zr and Er containing Al–Zn–Mg–Cu alloy.* Progress in Natural Science: Materials International, 30(1), 47–53.
[18] Wang, S.-H., Meng, L.-G., Yang, S.-J., Fang, C.-F., Hao, H., Dai, S.-L., Zhang, X.-G. (2011). *Microstructure of Al–Zn–Mg–Cu–Zr–0.5Er alloy under as-cast and homogenization conditions.* Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 21(7), 1449–1454.
[19] Zhai, F. L., Wang, L. P., Gao, X., Feng, Y. C., Zhao, S. C., Wang, L. (2021). *Study on phases formation and modification ability of rare earth elements La, Ce, Sm and Er in Al–Zn–Mg–Cu–Zr alloy.* Transactions of the Indian Institute of Metals, 74, 2639–2649.
[20] Zhang, Y., Chen, Z., Liu, Y. (2018). *Effect of Rare Earth Elements on Microstructure and Mechanical Properties of Aluminum Alloys.* Materials Characterization, 142, 104–112.

YEMEN'DEKİ GELENEKSEL SAN'A EVLERİNDE CEPHE ESTETİĞİ VE BİÇİMSEL ÖZELLİKLER[103]

Ayşe Merve SARAÇOĞLU GEZER
Karabük University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, 78600 Safranbolu, Karabük
ORCID: 0000-0001-6326-5151
Osman Ziyaettin YAĞCI
Karabük University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, 78600 Safranbolu, Karabük
ORCID: 0000-0002-7129-1891

ÖZET
Yemen'in başkenti San'a'da UNESCO kültür mirası listesinde yer alan geleneksel konutlar, özgün mimari karakteri ve estetik değerleriyle dünya mirasları içinde özel bir yere sahiptir. İşlevsellik ve estetiğin kusursuz bir bütünlük içinde sunulduğu cephe tasarımları, malzeme kullanımı ve mimari bileşenler bu çalışmanın temel odağını oluşturmaktadır. San'a evlerinin cephe kurgusunda alt katlarda kullanılan taş malzemenin sağlamlığı ile üst katlardaki tuğla işçiliğinin hafifliği arasındaki geçiş dikkat çekicidir. Bu geçiş, yapının görsel dengesini sağlayan temel unsurlardan biridir. Malzeme çeşitliliği, cephelerde hem dokusal bir zıtlık hem de bütünde görsel bir uyum yaratmaktadır. Cephedeki doluluk-boşluk oranları ve insan ölçeği ile kurulan ilişki, ışık ve gölgenin bir tasarım aracı olarak kullanımına dair başarılı bir örnektir. İklime dayalı ve kültürel ihtiyaçlara yanıt veren işlevsel çözümler üretilmiş olması, San'a geleneksel evlerini çalışmaya değer kılmaktadır. İç mekana renkli ışık hüzmeleri taşıyan kamariyeler, mahremiyet ve hava sirkülasyonu sağlayan müşebbekler gibi detaylar, sadece dekoratif amaçlı kullanılmayan, yöreye özgü karakteristik yapı elemanlarıdır. Konut mimarisi olarak, binanın kullanım amacının dışarıdan da okunabildiği bu evlerde; cephe estetiği, malzeme dili ve yapısal uyumu bir arada bulundurmaktadır. San'a konutlarının sadelik ilkesiyle biçimlenen ancak detaylarda zenginleşen mimari dilinin, bir bölgenin geleneksel evlerinin inşa hikayesini anlatması, cephe kurgusuyla görsel algısını yansıtması açısından bu çalışmada yer bulması amaçlanmıştır.
Anahtar Kelimeler: Yemen, San'a, geleneksel konut, cephe tasarımı, iklime dayalı tasarım.

FACADE AESTHETICS AND FORMAL CHARACTERISTICS OF TRADITIONAL SAN'A HOUSES IN YEMEN

ABSTRACT
In Sana'a, the capital of Yemen, traditional houses, listed as UNESCO World Heritage sites, hold a special place among world heritage sites due to their unique architectural character and aesthetic value. The facade designs, material usage, and architectural components, where functionality and aesthetics are presented in perfect harmony, form the main focus of this study. The transition between the solidity of the stone material used on the lower floors and the lightness of the brickwork on the upper floors is striking in the facade design of Sana'a houses. This transition is one of the fundamental elements that ensures the visual balance of the

[103] Bu çalışma Karabük Üniversitesi, Safranbolu Başak Cengiz Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü'nde gerçekleştirilmiş uluslararası öğrenciler için ülkelerindeki geleneksel konutların tanıtıldığı bir çalışmadan üretilmiştir. Katkıları için öğrencimiz Ali Hasan Ali Taheri'ye teşekkür ederiz.

structure. The variety of materials creates both textural contrast and overall visual harmony on the facades. The ratio of solids and voids on the facades and the relationship established with the human scale are successful examples of the use of light and shadow as a design tool. The fact that functional solutions have been produced that respond to climate-based and cultural needs makes Sana'a's traditional houses worthy of study. Details such as gazebos that bring colorful light beams into the interior and porches that provide privacy and air circulation are not merely decorative but are characteristic architectural elements unique to the region. In these houses, where the intended use of the building is discernible from the outside, as residential architecture, facade aesthetics, material language, and structural harmony are combined. This study aims to highlight the architectural language of San'a houses, shaped by the principle of simplicity but enriched in detail, in order to tell the story of the construction of traditional houses in a region and to reflect its visual perception through its facade design.
Keywords: Yemen, San'a, traditional housing, facade design, climate-based design.

1. GİRİŞ

Kule evler, işlevsel olarak barınmanın yanında savunma amacıyla inşa edilmiş, dikey mimarisiyle öne çıkan konut tipolojisidir. Bu yapılar, dış tehditlerin yoğun olduğu dönemlerde ailelerin güvenliğini sağlamak amacıyla dünyanın pek çok coğrafyasında birbirinden bağımsız ancak benzer prensiplerle gelişmiştir. Kule evlerin kökeni Antik Çağ'a kadar uzanmaktadır. Feodal düzende güçlü ailelerin kendi topraklarını ve soylarını koruma ihtiyacı bu yapıların yaygınlaşmasına neden olmuştur. Zamanla savunma ihtiyacı azalsa bile, kulenin yüksekliği ailenin gücü, zenginliği ve toplumsal hiyerarşideki yeriyle doğru orantılı kabul edilmiştir.

Kule evlerin tasarımı, içeridekileri koruma ve dışarıdakileri uzak tutma felsefesi üzerine kuruludur. Alan darlığı veya stratejik avantaj sağlamak için evler yukarıya doğru büyümektedir. Zemin katlar genellikle penceresiz olup; depo, kiler veya hayvan barınağı olarak kullanılmaktadır. Mutfak ve günlük yaşam alanları orta katlarda yer alırken, üst katlar yatak odaları ve misafir kabul odalarına (başodalar) ayrılmıştır.

Kule evlerde duvarlar oldukça kalındır. Üst katlara çıkıldıkça duvar kalınlıkları azalmaktadır. Buna karşılık pencere düzeni alt katlarda dar mazgal delikleri şeklindeyken, üst katlarda genişlemektedir. Giriş kapıları genellikle yüksekte bulunmakta ve geri çekilebilir merdivenlerle erişim sağlanmaktadır.

Kule ev tipolojisi örneklerinden biri olan geleneksel San’a evleri, Yemen’in kültürel ve tarihi kimliğini yansıtan, estetik ve işlevselliği bütünsel bir şekilde bir araya getiren benzersiz sivil mimarlık örneği yapılar arasındadır. Bu evlerin mimari özellikleri, kullanılan malzemelerden cephe düzenlemelerine kadar belirli bir uyum ve mantık çerçevesinde şekillenmiştir. UNESCO Dünya Miras Listesi’nde de yer alan bu evler, tehlike altındaki kültürel miras kategorisinde yer almaktadır.

Geleneksel mimari, halkların kültürel ve tarihi kimliğinin ayrılmaz bir parçasıdır; zanaat ve sanattaki detaylarında geçmişin özgünlüğünü ve günümüzün ihtişamını yansıtmaktadır. San’a’daki konutların cepheleri de bir hikaye anlatımı gibi şekillendirilmiştir. Cephe tasarımında kullanılan bileşenler, binanın inşa hikayesini yansıtmakta ve yapısını açıklamaktadır. Mimari ve dekoratif cephe elemanları aracılığıyla, binanın her bölümünün işlevi anlaşılabilmektedir (Tahir, 2002). Bu bağlamda San’a geleneksel konut mimarisi, şehrin ana mimari ögesi ve silüeti olarak kabul edilmektedir.

2. MİMARİ TASARIM İLKELERİ VE GÖRSEL ANALİZ

Mimari tasarım ilkeleri de tasarımın beş temel ilkesi olan oran, denge, ritim, bütünlük ve denge kavramlarıyla açıklanabilmektedir. İnsanın ve çevrenin ihtiyaçlarına cevap verme misyonu olan mimar, mekan ve estetik ilişkisinde yapılar tasarlamaktadır. Bu çalışmada sadece bir kabuk olmanın dışında, şehrin imajı haline gelen mimari cepheler üzerine bir değerlendirme yapılmıştır. Bu kapsamda ele alınan Yemen'deki San'a geleneksel evlerinin cephelerindeki biçimsel özellikler irdelenecektir.

Mekânsal düzenin dışarıdan okunabildiği yapılar başarılı ve dengeli bulunmaktadır. Cephe tasarımında simetri tercih edildiğinde; düzen algısının ağır bastığı ve görsel yoğunluğun az olduğu tasarımla karşılaşılmaktadır (Malewczyk vd., 2024). Cephede çeşitlilik tercih edildiğinde; görsel zenginlik oluşmakta, ilgi çekici ve özgün tasarımlar gerçekleştirilmektedir (Mortazavi vd., 2024). Tarihi ve modern örnekler, cephenin yalnızca bir çeper olmadığını; malzemesiyle ve doluluk-boşluk oranlarıyla, estetik bir tasarım ürünü olarak, yapıya yaklaşımdaki ilk algı etkeni olduğunu göstermektedir (Wu, 2024).

3. GELENEKSEL SAN'A EVLERİ

Yemen, kule ev mimarisinin dünyadaki en özgün ve görkemli örneklerine ev sahipliği yapmaktadır. "Dünyanın ilk gökdelenleri" olarak anılan bu yapılar, Yemen'in coğrafyasına ve sosyal yapısına mükemmel bir uyum sağlamıştır. San'a kule evlerinde katlar, toplumsal yaşamın ve mahremiyetin bir yansımasıdır.

Girişin sağlandığı zemin katta depolar ve ahırlar bulunmaktadır. 1. ve 2. katlarda mutfak ve servis birimleri yer alırken, orta katlar mahremiyetin en yüksek olduğu ve günlük yaşam alanları olan mekanları içermektedir. Bu kat aileye ve kadınlara ayrılmıştır. Üst katlarda misafirlerin ve erkeklerin bir araya geldiği, 'diwan' isimli salon; en üst katta ise şehrin en güzel manzarasına hakim, dinlenme ve sosyal etkileşim işlevini gerçekleştiren 'mafraj' isimli mekanlar yer almaktadır (Barlak, 2017). Birimler arasındaki bu ilişkiler, San'a'daki mimari kültürün derinliğini yansıtmaktadır. Çünkü bunlar sadece yapılar değil, aynı zamanda Yemen kültürel kimliğini ifade eden unsurlardır. Tarihsel ve estetik değer katmanın yanı sıra, güzellik ile işlevselliği bütünsel bir şekilde bir araya getirmektedirler (Şekil 1).



Şekil 1. Yemen geleneksel San'a evlerinin kesitleri.

San'a evlerindeki cephelerde oranlara büyük önem verilmiştir. Kullanılan ögeler dengeli ilişkiler sağlamakta ve çoğu ögede altın orana yakın oranlar gerçekleştirilmiştir. Ögelerin birbirleriyle etkileşimi de görsel açıdan uyumlu ve dikkat çekicidir. Yapıların inşasında mekanların ve cephe tasarımında süslemelerin planlanmasında, insan ölçeğinin esas alındığı

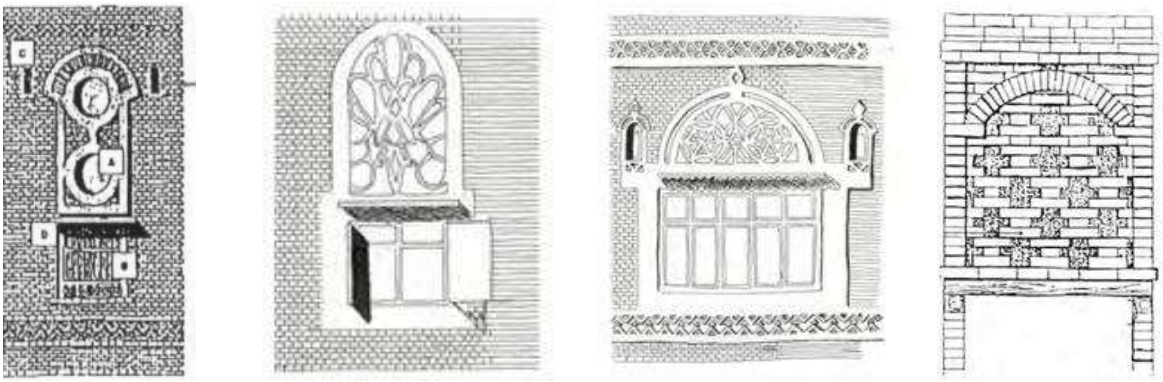
söylenebilmektedir. Cephelerdeki unsurlar aşağıdaki şekilde alt başlıklar halinde incelenmiştir (Muin Abdu, 2002):

Giriş Kapısı: Genişliği 1.00-1.40 ve yüksekliği 1.60-1.80 arasında değişen açıklıktır. Kapının üst kısmında ışık ve hava girmesi için düzenlenmiş bir pencere açıklığı bulunmaktadır. Bu pencere ve kapı bir bütün olarak yarım daire şeklinde kemerle çerçeve içine alınmıştır. Giriş kapısı, tanb ağacından yapılmaktadır. Zeminden yükseltilerek, basamakla yapıya giriş sağlanmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Giriş kapısı örneği.

Pencereler: Kule evlerde pencere tipolojisi her katta farklı olacak şekilde kurgulanmıştır (Şekil 3). Zemin katlarda dar, üst katlarda geniş açıklıklara rastlanmaktadır. Pencerelerin genişliği kademeli olarak 80 cm'den 160 cm'e kadar genişlemektedir. Pencerelerin üzerinde, 'kamariye' adı verilen beyaz mermerden yapılmış kemerler bulunmaktadır (Şekil 3b ve 3c). Katlar değiştikçe kamariye özellikleri de değişmektedir. Pencerelerin üzerleri kemerlerle geçilmektedir. Kemerler geometrik, bitkisel ya da hayvansal benzeri şekillerle ve bazen de Arapça yazılarla süslenmiş olarak karşımıza çıkmaktadır. Kimi örneklerde boşaltmalar yapılıp renkli camlarla kaplandığı da görülmektedir. Ayrıca önceleri düşmanları izlemek ve gözlemlemek için ortaya çıkan, ancak sonradan konutlarda havalandırma ve kapıdaki ziyaretçileri görmek için kullanılmaya başlanan gözetleme pencereleri de bulunmaktadır (Şekil 3d). Bu pencereler, duvardan 30 cm çıkıntı yapmaktadır.



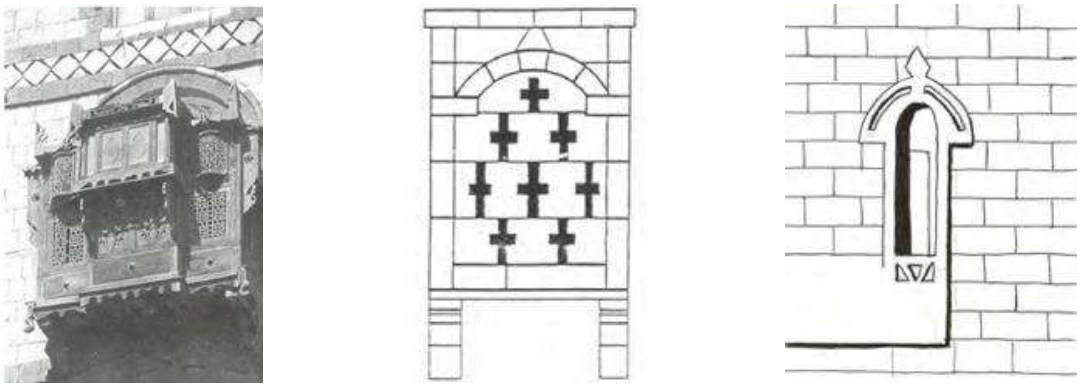
(a) (b) (c) (d)

Şekil 3. Pencere örnekleri.

Müşebbek (Meşrabiye): Duvarın dışına çıkan bir açıklıktır ve genellikle ahşaptan yapılmaktadır. Ahşap konsollar veya kademeli uzun taş plakalar ya da kademeli tuğlalar üzerine oturmaktadır. Çıkıntı yaptığı üç yüzeyinde de küçük delikler bulunmakta ve bu delikler havalandırma ve kadınlara mahremiyet sağlamak amacıyla kullanılmaktadır (Şekil 4a).

Su Soğutucusu: Yaklaşık 30-40 cm duvarın dışına çıkan, genişliği 50-70 cm ve yüksekliği 80-100 cm arasında değişen bir açıklıktır. Duvarın yapı malzemesiyle aynı malzemeden yapılmakta ve ahşap destekler veya aynı malzemeden yapılan kademeler üzerine oturtulmaktadır. Bu elemanın ön yüzünde ve yanlarında hava akışını sağlamak için küçük delikler bulunmakta; işlevi yiyecekleri, etleri ve suyu muhafaza etmek ve soğutmaktır. Bu nedenle, hakim rüzgar hareketine maruz kalan cepheye yerleştirilmektedir (Şekil 4b).

Şakos: Pencerelerin üst seviyesinde, ahşap rafların üzerinde ve pencere kemerinin iki yanında çift olarak yer alan küçük bir açıklıktır. Yüksek seviyede yerleştirilerek, boşluktaki havayı yenilemek amacıyla uygulanmaktadır (Şekil 4c).



(a) (b) (c)

Şekil 4. Müşebbek, su soğutucusu ve şakos.

4. SONUÇ

Yemen'in başkenti San'a'da yer alan geleneksel kule evler hem savunma hem de barınma ihtiyacını dikey mimariyle çözen, estetik ve işlevselliğin bütünleştiği benzersiz bir yapı tipolojisidir. Bu çalışmada incelenen San'a evleri, UNESCO Dünya Miras Listesi'nde yer almalarını sağlayan malzeme ve cephe dengesi, iklimsel ve kültürel çözümler, sosyal hiyerarşi ve mekan kullanımı, tarihsel sürdürülebilirlik gibi dört özellikle öne çıkmaktadır.

Cephelerde yer alan kamariye, müşebbek, şakos ve su soğutucusu gibi bileşenlerin yalnızca dekoratif unsur olmadığı anlaşılmaktadır. Bu elemanlar, iç mekâna renkli ışık hüzmeleri taşımaktan doğal hava sirkülasyonuna, mahremiyetin korunmasından gıdaların soğutulmasına kadar geniş bir işlevsel yelpazeye hizmet etmektedir. Doluluk-boşluk oranlarıyla da cepheye ahenk katmaktadırlar. San'a evleri, kalın duvarların sağladığı ısıl kütle, doğal havalandırmaya imkan tanıyan "baca etkisi" ve yerel malzeme kullanımıyla modern "pasif ev" prensiplerinin tarihsel bir öncüsü sayılabilmektedir.

Sonuç olarak, San'a'nın geleneksel konut mimarisi, insan ölçeğini esas alan oranları ve zengin detaylarıyla dünya mimarlık mirasının en değerli parçalarından biridir. Ancak bu eşsiz miras, günümüzde devam eden iç savaş ve bakımsızlık nedeniyle ciddi bir yok olma tehdidi altındadır. Bu yapıların korunması, sadece bir mimari üslubun değil, bir bölgenin kültürel kimliğinin ve inşa hikâyesinin geleceğe aktarılması açısından hayati önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

Barlak, Y. (2017). “Yemen’de Bir Osmanlı-Arap Şehri: San’a”. İSTEM, 30, 333-354.

Malewczyk, M., Taraszkiewicz, A. ve Czyz, P. (2024). “Visual Perception of Regularity and the Composition Pattern Type of the Facade”, Buildings, 14, 1389.

Mortazavi, M.S., Mehdizadeh Saradj, F. ve Faizi, M. (2024). “Perceptual dimensions effective in the aesthetics of façade styles, comparison of architects and non-architects”, J Hous and the Built Environ 39, 1253–1282.

Muin Abdu. (2002). “Geleneksel Yemen Mimarisinde Kule Tarzının Kökenleri: San’a ve Shibam Hadhramaut Şehirlerinde Konut ve Yol Üzerine Karşılaştırmalı Analitik Bir Çalışma”, Kahire, 128. / تحليلية دراسة القديمة اليمنية العمارة في البرجي النمط أصول، عبده معين. ١٢٨ص، م ٢٠٠٢، القاهرة، حضرموت وشبام صنعاء مدينتي في والمساكن لمسار لمقارنة.

Tahir, A. (2002). “Sanaa Konut Binasının Cephesindeki Şeklin Anlamı: Sanaa Konut Binasının Cephesine Analitik Bir Bakış", Kültür Bakanlığı, Sana Uluslararası Kitap Fuarı (19), Yemen Kültürü Üzerine Sempozyum, 2002, 19:19.

Wu, Y. (2024). “Facade and Envelope Design in Architecture: The Evolution, Technological Innovation, and Visual Expression”, Proceedings of the 3rd International Conference on Art, Design and Social Sciences, 1-8.

SURİYE'DE OSMANLI DÖNEMİ'NE AİT GELENEKSEL AVLULU KONUTLAR
§§§§§§§§§§§§§§§§§§§§§§§§§§§§

Ayşe Merve SARAÇOĞLU GEZER
Karabük University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, 78600 Safranbolu, Karabük
ORCID: 0000-0001-6326-5151
Osman Ziyaettin YAĞCI
Karabük University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, 78600 Safranbolu, Karabük
ORCID: 0000-0002-7129-1891

ÖZET
Suriye toprakları, binlerce yıllık yerleşim tarihi boyunca sayısız medeniyete ev sahipliği yapmış, kentsel dokusunun ve sivil mimarisinin belirgin karakterlerinden birini de Osmanlı İmparatorluğu'nun dört asır süren hakimiyeti (1516-1918) altında kazanmıştır. Geleneksel Suriye evinin tasarımındaki temel belirleyici etken içe dönüklük ilkesidir. Bu ilke hem İslam inancındaki mahremiyet kavramına hem de bölgenin sert, kurak iklim koşullarına bir cevap olarak gelişmiştir. Ev, dış dünyaya karşı sağır, yüksek duvarlarla kendini kapatırken, tüm yaşamı iç avluya odaklamaktadır. Arapça'da "evin toprağı" anlamına gelen *Ard al-Diyar* (avlu), evin mimari, sosyal ve iklimsel kalbidir. Gökyüzüne açık bu alan, evin diğer tüm birimlerinin (odalar, eyvan, mutfak) kendisine yönlendiği bir dağılım mekanıdır. Suriye geleneksel evi, mimari bir kabuk olmanın ötesinde, içinde yaşanılan zengin bir kültürün ve sosyal yaşamın göstergesidir. Osmanlı Suriye'sinde konut mimarisi tek tip değildir. Şam'da ve Halep'te, coğrafi yakınlıklarına rağmen, birbirinden ayrılan iki farklı mimari tipoloji gelişmiştir. Yerel, İslami ve Osmanlı etkilerinin yanı sıra zaman zaman Avrupa dokunuşlarının da birleşmesi, Suriye kültürel kimliğinin merkezinde yer alan eşsiz bir mimari miras bırakılmıştır. Bu çalışmada, bu mimari mirasın, sadece bir barınma kültürü değil, aynı zamanda iklimle uyumlu, sürdürülebilir tasarım yaklaşımları ile üretilmiş; yerel malzeme, süsleme anlayışı ve mekânsal organizasyon bakımından da özgün biçimlerde yorumlanarak ortaya konmuş olan, tarihsel bir model sunduğu vurgulanmaktadır.
Anahtar Sözcükler: Osmanlı mimarisi, Suriye, geleneksel konut, avlulu ev.

TRADITIONAL COURTYARD HOUSES FROM THE OTTOMAN PERIOD IN SYRIA

ABSTRACT
Syrian lands, throughout their millennia-long history of settlement, have been home to countless civilizations, and one of the distinctive characteristics of their urban fabric and civil architecture was acquired under the four-century rule of the Ottoman Empire (1516-1918). The fundamental determining factor in the design of the traditional Syrian house is the principle of introversion. This principle developed as a response both to the concept of privacy in Islamic belief and to the harsh, arid climate of the region. While the house is closed off from the outside world with high walls, it focuses all life on the inner courtyard. Ard al-Diyar (courtyard), meaning "the land of the house" in Arabic, is the architectural, social, and climatic heart of the house. This open-to-the-sky area is a distribution space towards which all other units of the house (rooms,

§§§§§§§§§§§§§§§§§§§§§§§§§§§§ Bu çalışma Karabük Üniversitesi, Safranbolu Başak Cengiz Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü'nde gerçekleştirilmiş uluslararası öğrenciler için ülkelerindeki geleneksel konutların tanıtıldığı bir çalışmadan üretilmiştir. Katkıları için öğrencimiz Zaher Alhasan ve kardeşi Tamam Alhasan'a teşekkür ederiz.

veranda, kitchen) are oriented. The traditional Syrian house is more than an architectural shell; it is an indicator of the rich culture and social life lived within it. Residential architecture in Ottoman Syria was not uniform. In Damascus and Aleppo, despite their geographical proximity, two distinct architectural typologies developed. The blend of local, Islamic, and Ottoman influences, along with occasional European touches, has left a unique architectural heritage at the heart of Syria's cultural identity. This study emphasizes that this architectural heritage presents a historical model that is not merely a culture of shelter, but also one produced with climate-adapted, sustainable design approaches; interpreted in original ways in terms of local materials, ornamentation, and spatial organization.
Keywords: Ottoman architecture, Syria, traditional housing, courtyard house

1. GİRİŞ

Geleneksel avlulu konutlar, mimarlık tarihinde önemli bir yere sahip olup, insanların yaşam tarzlarının, inançlarının ve sosyal yapılarının bir yansıması olarak şekillenmiştir. Bu yapılar tarih boyunca farklı iklim ve kültürel ihtiyaçlara göre biçimlenmiş ve sosyal etkileşim ve kültürel amaçlar için kullanılmıştır.

Suriye'de geleneksel konut mimarisi, Osmanlı İmparatorluğu döneminde gelişim göstermiştir. Şam ve Halep gibi kentlerdeki eyvanlı-avlulu ev örnekleri, Eyyubiler ve Memluk dönemlerinden kalma örneklerin yanı sıra, en belirgin mimari özelliklerini Osmanlı döneminde sergilemiştir. Eski Şam'da, geleneksel avlulu evler 16. yüzyılın sonlarından 19. yüzyıla kadar inşa edilmiş olup, bu evler Arap, Osmanlı ve Akdeniz unsurlarının zengin bir karışımını yansıtarak Suriye'nin kültürel mirasının çeşitliliğini temsil etmektedir (Bwidani ve Yıldız, 2025).

Suriye'deki konut mimarisi, bulunduğu coğrafi bölgeye, iklim koşullarına ve kültürel etkilenmelere bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir. Ülkenin güney ve doğu bölgelerinde sıcak ve kurak iklim koşulları nedeniyle üst örtü düz damlı tercih edilirken; yoğun yağış yaşanan kuzey bölgelerde ve dağlık alanlarda eğimli çatılar uygulanmaktadır. Benzer şekilde bölgesel olarak malzeme türlerinde de farklılıklar bulunmaktadır. Şam ve Halep gibi kentlerde taş ve kireç esaslı yapı malzemeleri öne çıkmakta, Fırat havzası ve çevresinde ise kerpiç ve ahşap destekli duvar sistemleri kullanılmaktadır.

Malzeme ve biçim farklılıklarına rağmen, Osmanlı İmparatorluğu dönemi boyunca Suriye evleri benzer mekânsal bir düzeni ve kültürel yaklaşımı paylaşmıştır. Özellikle avlulu ev tipolojisi hem iklimsel hem de toplumsal ihtiyaçlara cevap veren ortak bir plan anlayışını yansıtmaktadır. Bu evlerin çekirdeğini oluşturan iç avlu, mahremiyet, iklimsel konfor ve sosyal etkileşim açısından temel bir bileşen olmuştur. Bu geleneksel konutlar, genellikle bir veya daha fazla avlu etrafında organize edilen konak türü yapılardır. Avlulu evlerin mimarisi, mahremiyete verilen önemden dolayı içe dönük bir mekânsal organizasyona sahiptir. Sokaktan bakıldığında sade ve sağır görünen dış cephelerinin aksine, iç avluları yoğun bir şekilde dekore edilmiştir (Eraslan, 2020).

Osmanlı döneminde Suriye'nin farklı bölgelerinde özellikle Şam, Halep, Hama ve Humus gibi kentlerde geleneksel evler hem yerel geleneklerin hem de imparatorluk mimarisinin etkisiyle biçimsel olarak gelişmiş ve farklı sosyo-kültürel gereksinimlere uyum sağlamıştır. Her ne kadar avlulu ev planı Mezopotamya ve Arap coğrafyasında benzer örneklerle karşılaşılsa da Osmanlı dönemi Suriye konutları özgün bir tipoloji ortaya koymuş, yerel malzeme, iklim ve kültürle birleşerek kendine has bir kimlik kazanmıştır.

Bu çalışma, geleneksel Suriye evlerinin temel özelliklerini, mekânsal bileşenlerinin tarihsel süreç içerisindeki gelişimini ve farklı örnekler üzerinden geçirdiği dönüşümü irdelemektedir. Suriye'de Osmanlı dönemi mimari özelliklerini taşıyan geleneksel avlulu konutların mimari kimliği ve yapısal özellikleri, kültürel miras ve sosyal süreklilik bağlamında ele alınması amaçlanmıştır.

2. AVLULU EVLERİN MİMARİSİ: SURİYE

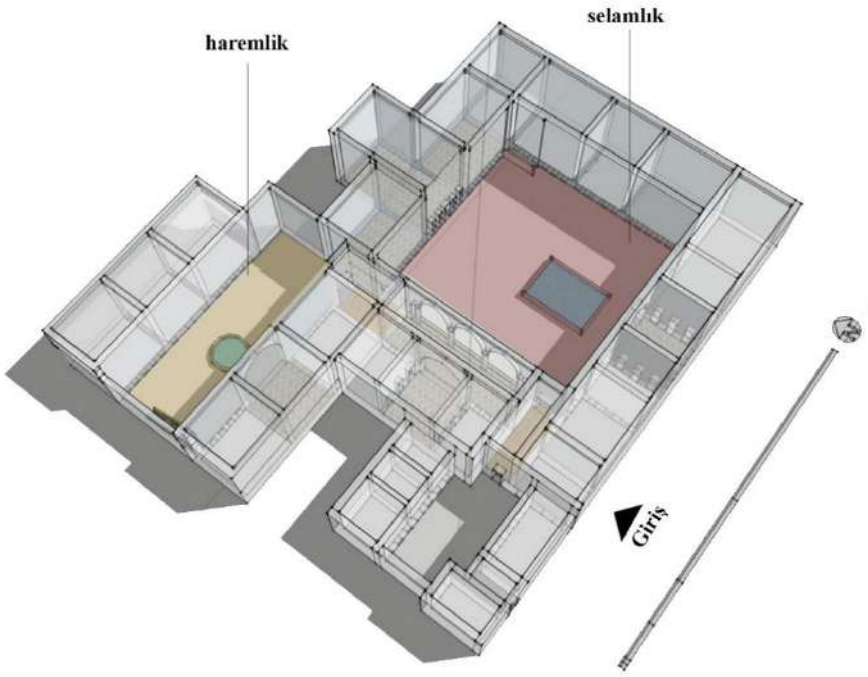
Avlulu evlerin merkezinde yer alan avluların belirli bir standart biçimi olmamakla birlikte, farklı mimari ve kültürel ihtiyaçlara göre çeşitlenen şekillere sahip olduğu görülmektedir. Suriye'de geleneksel konut mimarisinin en belirgin özelliği olan avlu hem iklimsel hem de kültürel ihtiyaçlara cevap veren merkezi bir mekân olmuştur. Suriye'deki geleneksel avlulu evler üç ana başlık olan, sosyal ve kültürel değerler, mimari ve mekânsal unsurlar, iklimsel uyum ve sürdürülebilirlik kapsamında incelendiğinde, dönemin konut mimarisi üzerinden bölgenin kültürel mirasını yansıtan değerlerini ortaya koyabilmektedir.

Avlulu evlerin insanların sosyal yapılarının ve inançlarının bir yansıması olarak şekillenmektedir. Bu da yaşam tarzı hakkında fikir vermekte, içe dönük mekânsal organizasyon mahremiyete verilen önemi de ortaya koymaktadır. Suriye'deki avlulu ev tipolojisinde ortak mekan olan avlunun bir sosyal alan olarak çalıştığı, evlerin dış cephelerinin sokağa karşı sağır olup, açıklıkların avluya açıldığı görülmektedir. Geniş ailelerin ikamet ettiği konut grubu olarak düşünüldüğünde, ailenin fertleri bağımsız birimlerde barınırken, avlu aile bağlarını güçlü tutacak şekilde şekillenen bir mekan olmaktadır. Bu bölgedeki geleneksel evlerde de Türk Evi'nde karşılaştığımız harem-selamlık ayrımı da görülmektedir. Benzer şekilde selamlık için zemin kat, ailenin özel yaşam alanlarını içeren harem üst katta değerlendirilmiştir (Bwidani ve Yıldız, 2025).

Avlu, evin merkezi öğesi ve omurgası olarak işlevlendirilmiştir. Kare ya da dikdörtgen şeklinde olup, mekanlar arası bağlantı sağlayan bir mekandır. Suriye'deki geleneksel avlulu evlerde eyvan bu ev tipolojisinin ayırt edici özelliklerinden biridir. Genellikle avlu seviyesinde olup, üç tarafı kapalı ve bir tarafı avluya açılan bir yaz odası şeklindedir. Sıcak yaz günlerinde gölgelik alan sağlaması için kuzeye yönlendirilmiştir. Avlunun merkezinde "bürke" adı verilen fıskiyeli bir havuz veya kuyu bulunmaktadır. Avlu peyzajında ise yasemin, gül, portakal ve limon gibi narenciye ağaçları yer almaktadır. Avlu cephelerinde geometrik motifli süslemeler görülmektedir (Acam, 2019).

Avlulu evler, iklimin etkisiyle şekillenmişlerdir. Sıcak ve kurak iklimlerde termal konfor için pratik çözümler sunmaktadır. Avlular, mikro iklimsel verimlilik sağlamak için önemlidir ve sıcak mevsimlerde serinlik sağlayacakları şekilde tasarlanmışlardır (Barut ve Özcan, 2022). Avlulu evler, iklim dostu tasarımları sayesinde enerji verimliliğini artırır ve sürdürülebilir yaşam alanları sağlamaktadır.

Mekânsal ayrışma yalnızca işlevsel değil, aynı zamanda iklimsel ve estetik bir düzen yaratmıştır. Geniş avlular, yüksek duvarlarla çevrili korunaklı alanlar ve su öğeleri hem hava sirkülasyonu hem de görsel sakinlik sağlamıştır. Beit Farhi'nin (Farhi Sarayı) üç boyutlu modelinde (Şekil 1) bu mekânsal hiyerarşi açıkça görülmektedir: avlu etrafında dizilmiş odalar, dışarıdan görünmeyecek şekilde konumlanmış; selamlık kısmı girişe yakın, harem ise daha derinde yer almıştır (Macaulay-Lewis, 2018).

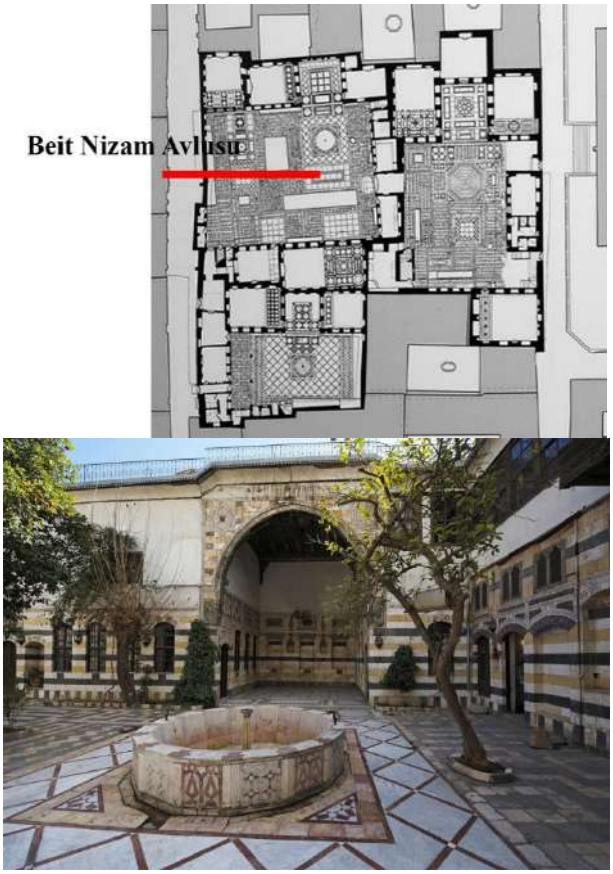


Şekil 1. Beit Farhi'nin üç boyutlu modellemesi.

3. SURİYE'DEKİ AVLULU EV ÖRNEKLERİ

Beit Nizam (Nizam Evi): Avlulu konut kurgusunun erken örneklerinden biri, Şam'daki (Beit Nizam) Nizam Evi'dir. Evin planı, çevresinde odaların sıralandığı geniş bir iç avlu düzenine sahiptir (Şekil 2). Avlu, sıcak iklim koşullarında yaşamın odak noktası hâline gelmiş; yemek hazırlama, misafir ağırlama ve günlük aile etkinliklerinin gerçekleştiği yarı açık bir mekân işlevi görmüştür. Aynı zamanda yüksek duvarlarla çevrili bu alan, kadınların ve çocukların dış bakışlardan korunarak günlük yaşamlarını sürdürebilmelerine olanak tanımıştır. Böylece mahremiyet, mimarinin biçimsel bir ilkesi hâline gelmiştir (URL-1).

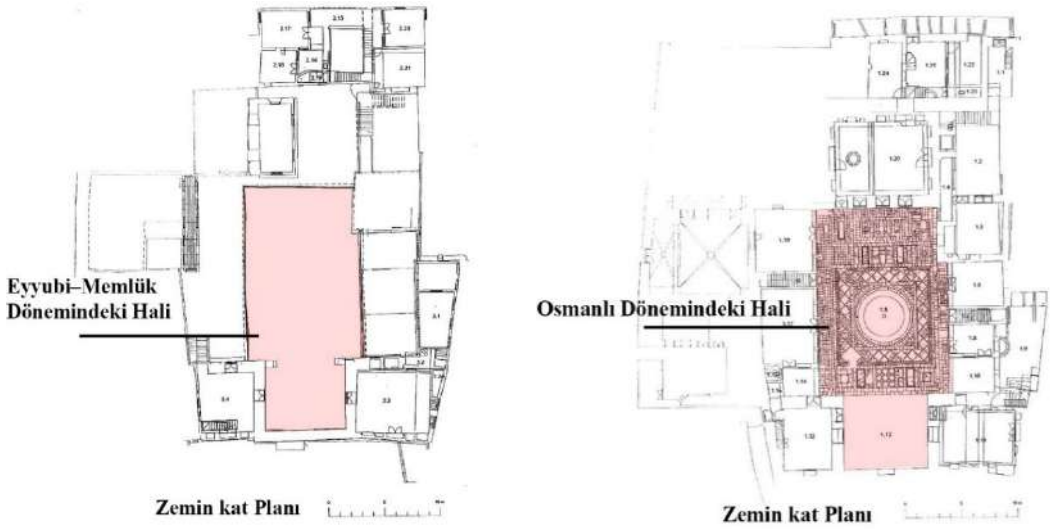
Beit Nizam avlusunun iç mekânında kullanılan fıskiye, eyvan ve revak düzeni, iklimsel konfor ile estetik uyumu bir arada sunmaktadır (Şekil 2). Merkezdeki su öğesi hem serinlik sağlamayı amaçlamakta hem de sembolik olarak huzur ve arınmayı temsil etmektedir. Revaklı cephelerde kullanılan taş işçiliği ve renkli taş sıraları ise Osmanlı öncesi dönemden miras kalan bir süsleme geleneğini sürdürmektedir. Bu düzen, erken dönem Suriye konutlarında mahremiyetin, iklimin ve sosyal yaşamın mimariyle nasıl bütünleştiğini açık biçimde ortaya koymaktadır (Labeyrie, 1991).



Şekil 2. Nizam Evi (Beit Nizam).

Beit Nizam Evi, geleneksel Suriye avlulu konut tipolojisinin mahremiyeti ve iklimsel adaptasyonu merkeze alan erken dönem bir örneği olarak, mimari düzeni ve süsleme özellikleriyle öne çıkmaktadır.

Beit al-Aqqad (Al-Aqqad Evi): Osmanlı hâkimiyetinden önce de Suriye'de konut mimarisi, avlulu plan anlayışı hem iklimsel gereksinimlere hem de toplumsal yaşam biçimlerine uyum sağlayacak biçimde gelişmiştir. Şam'daki Beit al-Aqqad Evi, bu dönüşümün en karakteristik örneklerinden biridir. Yapının erken planında avlu sade ve geniş bir açık alan olarak tasarlanmış, çevresinde temel yaşam birimleri konumlanmıştır. Bu düzen, mahremiyet ve iklim kontrolü arasında dengeli bir ilişki kurmuştur. Zamanla, Osmanlı döneminin başlamasıyla birlikte, aynı yapının mekânsal organizasyonu daha kompleks bir hal almıştır (Şekil 3). Avlunun ortasına yerleştirilen havuz ve süsleme unsurlarıyla mekân yalnızca iklimsel bir işlev değil, aynı zamanda estetik ve temsili bir anlam da kazanmıştır. Revaklı cepheler, süslemeli taş döşemeler ve geometrik kompozisyonlar, Osmanlı etkisinin yerel mimariyle birleştiği dönemi yansıtmaktadır (Koenigs, 2008).



Şekil 3. Beit al-Aqqad'ın farklı dönemlerdeki zemin kat planları.

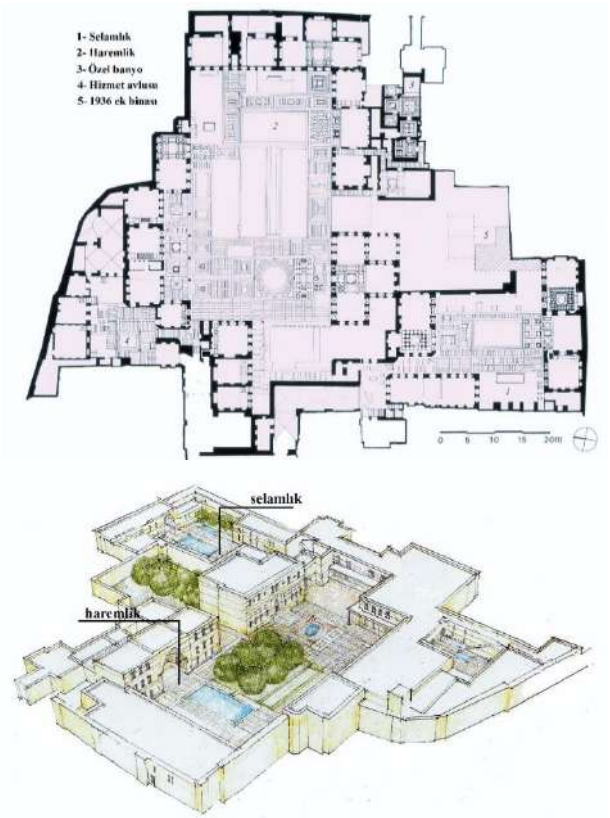
Beit al-Aqqad örneği, Osmanlı öncesi Suriye konutlarının nasıl aşamalı biçimde dönüştüğünü göstermektedir. Bu ev tipinin evrimi, avlunun salt bir açık alan olmaktan çıkıp, toplumsal statü ve estetik değerlerin ifade aracı haline geldiğini ortaya koymaktadır.

Beit al-Azm (al-Azm Evi): Şam'daki Beit al-Azm (As'ad Paşa al-Azm Sarayı), Osmanlı döneminde konut mimarisinin en gelişmiş örneklerinden biridir. Yapı, harem ve selamlık olmak üzere iki ana avlu etrafında örgütlenmiştir. Geniş revaklarla çevrili bu avlular hem mahremiyeti hem de sosyal etkileşimi dengelemektedir. Avlunun zemininde geometrik biçimlerde taş döşemeler kullanılmıştır. Malzeme seçimiyle mekanda ışığın yansıması ve derinlik hissinin güçlenmesi sağlanmıştır. Bu döşeme düzeni, Şam evlerinin zarif ve süslemeci karakterini vurgularken aynı zamanda mekâna görsel bir ritim kazandırmaktadır (Şekil 4).



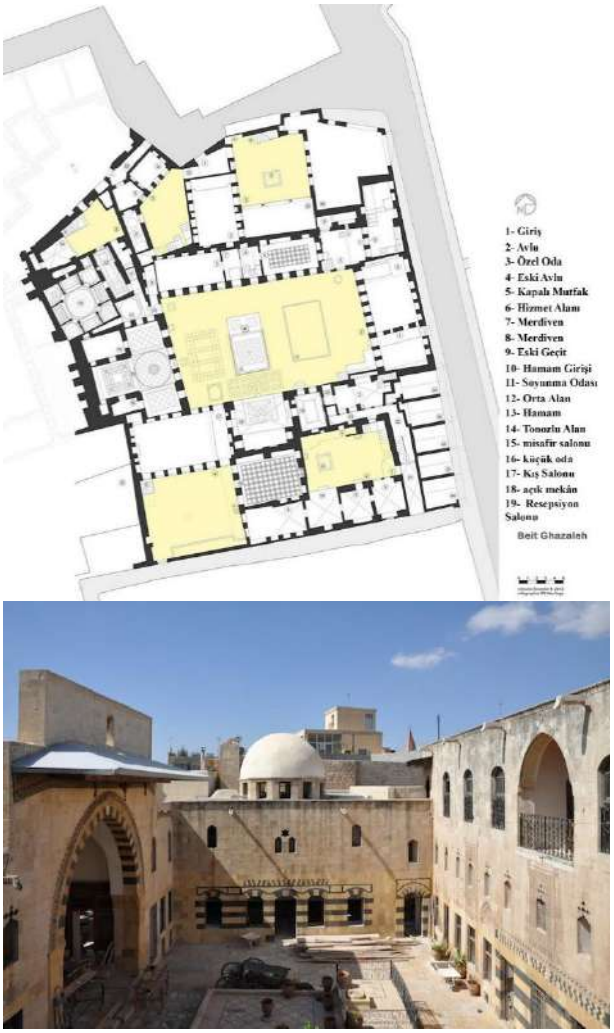
Şekil 4. Beit al-Azm avlusu cephe ve döşeme düzeni.

Harem ve selamlık avluları arasında net bir geçiş bulunmaktadır (Şekil 5). Avlu cephesinde 'ablaq' adı verilen siyah-beyaz taş örgüsü görülmektedir. Bu örgü biçimi Osmanlı döneminde Şam'a özgü en belirgin cephe kimlik özelliklerindendir. Revak kemerleri ve taş işçiliğindeki simetri anlayışı İslam sanatının geometrik düzenini ve Osmanlı zarafetini birleştirmektedir. Beit al-Azm, dönemin estetik gücünü yansıtan mimari bir simge olarak var olmaktadır (Brzezicki vd., 2019).



Şekil 5. Beit al-Azm avlu düzeni.

Beit Ghazaleh (Gazale Evi): Halep'te yer alan Beit Ghazaleh'te merkezi bir avlu çevresinde hamam, kışlık salon ve misafir odaları yer almaktadır. Şam'daki süslemeci tavırdan ziyade taşın doğal dokusu ve duvar kalınlığıyla oluşturulan güçlü bir mekânsal etki ön plandadır. Duvar yüzeylerinde 'ablaq' duvar örgülerine rastlanmaktadır. Bu ablaq düzeni, Şam'daki ince taş işçiliğine göre sade ve masif bir dokuya sahiptir. Ayrıca, Beit Ghazaleh'in iç mekânında görülen taş mozaik zemin detayı (Şekil 13) Halep ustalığının küçük ölçekli bir yansımasıdır. Burada kullanılan çok renkli taş parçaları, geometrik motiflerle birleştirilerek bir kompozisyon oluşturmaktadır. Bu detaylar, Halep evlerinde estetik kaygının sadelikle birleştiğini ve yapının dayanıklılık, işlevsellik ve taş işçiliği üzerine kurulu olduğunu gösterir (Alafandi, 2016).



Şekil 6. Beit Ghazaleh evi planı ve avlu görünümü.

4. SONUÇ

Suriye'deki Osmanlı dönemi geleneksel avlulu konutları, yüzyılların birikimiyle şekillenmiş; toplumsal yapıyı, kültürel kimliği ve estetik anlayışı bir bütün olarak yansıtan mimari sistemlerdir. Bu yapılar, insanların yaşam tarzlarının, inançlarının ve sosyal dokularının mekâna doğrudan bir yansıması olarak gelişim göstermiştir. Osmanlı döneminde mahremiyet kavramı, konut mimarisinin en temel belirleyicisi haline gelmiştir. Bu doğrultuda, aile yaşamı ile misafir ağırlama işlevlerini birbirinden ayıran harem-selamlık düzeni yaygınlaşmıştır. Evler dış dünyaya karşı yüksek duvarlarla sağır ve kapalı bir karakter sergilerken, tüm yaşamı iç avluya odaklamıştır.

Avlulu evler tipolojisi, bölgenin sıcak ve kurak iklim koşullarına uygun bir uyum sergilemektedir. Doğal havalandırma ve mikro iklimsel serinlik sağlayarak pasif bir iklimlendirme sistemi görevi görmektedir. Yerel malzeme kullanımı ve enerji verimli tasarımları, bu yapıları günümüzde dahi sürdürülebilir mimari için birer model haline getirmektedir. Aynı kültürel kökten beslenmelerine rağmen, farklı kentlerde özgün mekânsal kimlikler oluşmuştur. Osmanlı öncesi dönemden itibaren aşamalı bir dönüşüm geçirerek toplumsal statü ve estetik değerlerin ifade aracı haline gelmiştir.

Günümüzde bu miras, Suriye'de 14 yılı aşkın süredir devam eden iç savaş nedeniyle ağır hasar görmüş ve ciddi bir yok olma tehdidiyle karşı karşıya kalmıştır (Şekil 7). Özellikle UNESCO

Dünya Mirası Listesi'nde yer alan Halep ve Şam'ın eski şehir bölgelerindeki tarihi konut dokusu, çatışmaların merkezinde yer alarak fiziksel ve kültürel açıdan büyük kayıplar yaşamıştır.



Şekil 7. Beit Ghazaleh.

Suriye'deki Osmanlı dönemi avlulu konutları üzerine yapılan araştırmalar ve bu mirasın korunmasına yönelik öneriler, sadece mimari birer teknik çalışma değil, aynı zamanda kültürel belleğin ve sürdürülebilir yaşamın geleceğe taşınması adına kritik bir öneme sahiptir. Ağır hasarlı yapılar için acil teknik analizler yapılmalı ve taş mozaik, mukarnas gibi kaybolan süsleme öğeleri arşiv kayıtları üzerinden yeniden üretilmelidir. Bu yapıların sadece geçmişin kalıntıları değil; iklimsel çözümleme, sosyal hiyerarşi ve estetik zarafet açısından geleceğin mimarlığına ışık tutan "yaşayan birer laboratuvar" niteliğinde olduğu unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

Acam, B. (2019). "Geleneksel Halep Konutlarında Duvar Süslemeleri: Gazali Evi Örneği", Paradoks Ekonomi, Sosyoloji ve Politika Dergisi, 15(1), 19-34.

Barut, A. ve Özcan, U. (2022). "Arap Evinin Sürdürülebilirliği", Sosyal ve Beşeri Bilimlerde Güncel Araştırmalar-1, Ed. Neslihan İyit, Yasin Akyıldız, Betül Hastaoğlu Özbek, Ankara: Gece Kitaplığı, 19-42.

Brzezicki, F., Ansara, R. R., Awad, R., Santana Quintero, M., Abdulac, S., Lavenir, M. L., Tung, B., Ristevski, J., ve Pelletier, M., (2019). "Project ANQA: Presenting the built heritage of Damascus, Syria through digitally-assisted storytelling", ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., IV-2/W6, 31–38.

Bwidani, B. ve Yıldız, S. (2025). "Geleneksel Avlulu Konutların Yeniden İşlevlendirilmesinin Sosyal Sürdürülebilirlik Açısından İrdelenmesi: Suriye Örneği", *Kent Akademisi Dergisi*, 18(3), 1476-1498.

Erarslan, A. (2020). "Typological Variations of the Courtyard House with Iwan Tradition. A Comparative Analysis of Examples in Syria, Egypt, Iraq and Iran", *Advances in Scientific Research: Engineering and Architecture,* 429-467.

Koenigs, W. (2008). "Bayt al- Aqqad: The history and restoration of a house in Old Damascus", Aga Khan Trust for Culture.

Labeyrie, I. (1991). "Quelques réflexions à propos de la maison Nizam à Damas", L'Habitat Traditionnel dans les pays musulmans author de la Mediterranée III. IFAO, Cairo, 828-846.

Macaulay-Lewis, E. (2018). "Bayt Farhi and the Sephardic Palaces of Ottoman Damascus in the Late 18th and 19th Centuries", *Annual of the American Schools of Oriental Research,* 72.

URL-1: Nizam House Restoration, https://www.archnet.org/sites/6417 (Erişim: 2025).

PLATON'UN MAĞARA ALEGORİSİ IŞIĞINDA RESİM SANATINDA GERÇEKLİK, MİMESİS VE METAFOR İLİŞKİSİ

Prof. Dr. Güldane ARAZ AY
Anadolu University, Faculty of Fine Arts, Department of Painting, 26470 Tepebaşı, Eskişehir
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3615-2458

Özet
Platon'un ünlü Mağara Alegorisi, yüzyıllardır insanlığın gerçeklik algısını sorgulayan felsefi bir temel oluştururken, bu makale söz konusu alegoriyi resim sanatındaki "temsil" (mimesis) ve "metafor" sorunsalı üzerinden yeniden okumaktadır. Çalışma, sanatın görünen dünyayı taklit eden bir yansıma mı, yoksa görünenin ardındaki hakikate işaret eden bir metafor mu olduğu sorusunu merkeze alır. Bu bağlamda araştırma, sanat tarihinin akışını değiştiren kırılma noktalarını şu temel sorularla irdelemektedir:
Sanatçı, mağara duvarına yansıyan gölgelerin taklitçisi midir, yoksa izleyiciyi zincirlerinden kurtarıp mağaranın dışındaki hakikate (İdea) yönlendiren bir rehber midir? Rönesans sanatçılarının perspektif kurallarıyla yarattığı kusursuz "gerçeklik illüzyonu", René Magritte gibi sürrealistlerin elinde nasıl bir "imgelerin ihaneti"ne dönüşmüştür? Piet Mondrian, Sol LeWitt gibi soyut sanatın öncüleri, nesnel gerçekliği (gölgeleri) tamamen reddederek, renk ve biçim metaforları aracılığıyla saf gerçeğe ulaşmayı başarmışlar mıdır?
Bu sorular ışığında makale; sanat akımlarının değişimini sadece üslupsal bir yenilik olarak değil, sanatçıların "gerçeklik" tanımını yeniden inşa etme süreci olarak ele almaktadır. Sanatçının rolünün, mağaradaki gölgeleri boyamaktan çıkıp, tuval yüzeyini, mekanı felsefi bir metafor alanına dönüştürmeye evrildiği savunulmaktadır. Sonuç olarak, sanatçı eser ve örnekleri üzerinden, resim sanatının izleyiciye sunduğu şeyin fiziksel bir görüntüden ziyade, zihinsel bir gerçeklik deneyimi olup olmadığı üzerinde yeni tartışma ve soruları göndeme getirmeyi amaçlamaktadır.
Anahtar Kelimeler: Platon'un Mağarası, Mimesis, Sanatta Gerçeklik, Metafor, René Magritte, Soyut Sanat, Sanat Felsefesi.

THE RELATIONSHIP BETWEEN REALITY, MIMESIS, AND METAPHOR IN THE ART OF PAINTING IN LIGHT OF PLATO'S ALLEGORY OF THE CAVE

Abstract
While Plato's famous Allegory of the Cave constitutes a philosophical foundation questioning humanity's perception of reality for centuries, this article rereads this allegory through the problematic of "representation" (mimesis) and "metaphor" in the art of painting. The study centers on the question of whether art is a reflection imitating the visible world or a metaphor pointing to the truth behind the visible. In this context, the research examines the breaking points that changed the flow of art history through the following fundamental questions:
Is the artist an imitator of the shadows reflected on the cave wall, or a guide who frees the viewer from their chains and directs them to the truth (Idea) outside the cave? How did the flawless "illusion of reality" created by Renaissance artists through perspective rules transform into a "treachery of images" in the hands of surrealists like **René Magritte**? How did pioneers of abstract art, such as **Piet Mondrian**, **Sol LeWitt** succeed in reaching pure truth through metaphors of color and form by completely rejecting objective reality (the shadows)?
Considering these questions, the article considers the evolution of art movements not merely as a stylistic innovation, but as a process of artists reconstructing the definition of 'reality.' It is

argued that the role of the artist has evolved from painting the shadows in the cave to transforming the canvas surface and space into a philosophical metaphorical realm. Ultimately, through selected artworks and examples, the study aims to raise new discussions and questions regarding whether what the art of painting offers the viewer is a mental experience of reality rather than a physical image
Keywords: Plato's Cave, Mimesis, Reality in Art, Metaphor, René Magritte, Abstract Art, Philosophy of Art.

1.GİRİŞ

Sanat, insanlık tarihi boyunca soyut düşünceleri somutlaştırma sürecinde estetik bir organizma gibi hareket etmiştir. Bu organizmanın en güçlü araçları alegoriler, metaforlar ve sembollerdir. Bu argümanı en iyi besleyen alegorilerden biri Platon'un ünlü Mağara Alegorisidir. Bu alegori, yüzyıllardır insanlığın gerçeklik algısını sorgulayan felsefi tartışmaların önemli bir dayanak noktasını oluşturmaktadır. Bu sorunsal, Platon'un *Devlet* (Republic) adlı eserinin yedinci kitabında "Mağara Alegorisi" olarak betimlenmektedir.

Batı düşünce tarihinin en temel epistemolojik metinlerinden biri olarak gönümüzde de etkisini sürdüren bu alegoride, bir mağarada zincirlenmiş halde yaşayan insanlar, dış dünyadaki nesnelerin duvara yansıyan gölgelerini tek gerçeklik olarak kabul ederler (Plato, trans. 1991). Platon'a göre bu durum, duyular dünyası üzerinden açıklanmaktadır.

Sanatta yansıtma kuramı ise kökenlerini Antik Yunan felsefesindeki *mimesis* kavramından almaktadır. Sanatın doğayı yansıtan bir ayna olduğu düşüncesi, yüzyıllar boyunca resim sanatının başarısını belirleyen temel kriter olmuştur. Ancak bu yansıtma süreci, sadece görsel bir benzerlikten ibaret değildir; aynı zamanda izleyicinin zihninde bir gerçeklik yanılsaması (illüzyon) yaratma becerisidir. Bu durum, resim sanatında "hakikat" ve "aldatmaca" arasındaki ince çizgiyi tartışmaya açmıştır.

2.PLATON'DA YANSITMA TARTIŞMASI VE RENÉ MAGRİTTE

Platon, *Devlet* adlı eserinde sanatçıyı, idealar dünyasındaki hakikatin kopyasını (duyusal dünya) kopyalayan bir "taklitçi" olarak konumlandırırken yansıtma kuramına ciddi bir eleştiride getirmiştir. Platon'a göre resim, hakikatten üç derece uzaktır ve izleyiciyi bir yanılsama içine hapsederek rasyonel düşünceden uzaklaştırmaktadır (Platon, çev. 2006).

Resim sanatındaki yanılsama tartışmalarının en modern ve etkili ismi Ernst Gombrich'tir(Gombrich,1997). Gombrich, *Sanat ve Yanılsama* adlı eserinde, yansıtmanın saf bir süreç olmadığını savunur. Ona göre hiçbir sanatçı doğayı olduğu gibi yansıtamaz; resim, izleyicinin zihnindeki beklentiler ve geçmiş deneyimlerle tamamlanan bir "görsel oyun" gibidir(Gombrich,1997). "Resimdeki yanılsama, sanatçının doğaya tuttuğu bir ayna değil, izleyicinin zihin süzgecinden geçen bir kodlama sistemidir" (Gombrich, 1997, s. 142).

Gombrich'e göre sanat süreci bir "şema ve düzeltme" (schema and correction) döngüsüdür. Sanatçı önce zihnindeki kalıbı (şemayı) yüzeye aktarır, ardından doğadaki gözlemleriyle bu şemayı karşılaştırarak düzeltmeler yapar. Dolayısıyla, "gerçeklik illüzyonu" sadece sanatçının fırça darbeleriyle değil, izleyicinin bu görsel kodları kendi zihinsel şemalarıyla tamamlamasıyla oluşur. Örneğin, Rönesans izleyicisi için bir tablodaki iki boyutlu çizgilerin üç boyutlu bir derinlik olarak algılanması, o dönemin görsel kültürüyle öğrenilmiş bir yetidir.

20.yüzyılda René Magritte, gerçeklik kavramını fiziksel dünyadan koparıp dilsel bir paradoksa dönüştürmüştür. *"İmgelerin İhaneti"* (1929) eserindeki "Ceci n'est pas une pipe" (Bu bir pipo değildir) ibaresi, temsil ile nesne arasındaki ontolojik ayrımı ilan eder (Foucault, 1983). Magritte, mağara duvarındaki gölgenin sadece bir boya katmanı olduğunu hatırlatarak izleyicinin ontolojik güvenini sarsmakta ve sorgulatmaktadır. Gerçeklik burada artık nesnede değil, nesne ile isim arasındaki uçurumda, yani **metafor** alanında gizlidir (Sylvester, 1992).

2.1.Sanatta Metafor: Kavramsal Çerçeve ve Anlamın Yer Değiştirmesi

Sanat literatüründe metafor, sadece edebi bir figür değil, görsel düşünmenin temel bir yöntemidir. Yunanca *metapherein* (taşımak, aktarmak) kökünden gelen bu kavram, bir anlamın bir alandan (kaynak alan) başka bir alana (hedef alan) taşınmasını ifade eder. Hatta sanatta metafor, izleyicinin bir nesneye bakarken aslında başka bir kavramı düşünmesini sağlayan bilişsel bir köprü olduğunu söyleyebiliriz. Aslında sanatta **metafor**, bir nesnenin, imgenin veya durumun, kendi sözlük anlamı dışındaki bir kavramı temsil etmek üzere başka bir şeyle ilişkilendirilmesidir.

Alegoriden farklı olarak metafor, genellikle daha dolaysız, vurucu ve tek bir imge üzerinden kurulan bir "anlam aktarımı" sürecidir. Bu bağlamda önemli çalışmaları bulunan George Lakoff ve Mark Johnson (1980), *Metaphors We Live By* adlı çalışmalarında metaforun sadece dilde değil, insan düşünce sisteminin merkezinde olduğunu savunurlar. Onlara göre, *"metaforun özü, bir tür şeyi başka bir tür şeyin terimleriyle anlamak ve deneyimlemektir"* (Lakoff & Johnson, 1980, s. 5).

Sanatçı, bu bilişsel mekanizmayı kullanarak somut bir nesneyi soyut bir durumun metaforu haline getirmektedir. Bu da görsel metafor kavramını gündeme getirmektedir. Görsel metafor, sözel metaforun aksine aynı anda birden fazla anlam katmanını barındırabilir. Noel Carroll (1994), görsel metaforu *"iki farklı görsel alanın tek bir imgede birleşmesi"* olarak tanımlar. Bu birleşme, izleyicide bir anlam şoku yaratır. Örneğin, sürrealist sanatta René Magritte'in "ayakkabı-ayak" birleşimi, temsil ile gerçeklik arasındaki sınırı sorgulayan güçlü bir metafordur. Magritte'in bu eseri, ayakkabının bir nesne olarak "ayak gibi davranması" üzerinden medeniyet ve doğallık arasındaki çatışmanın metaforudur. Bu noktada sanatçı, izleyicinin zihnindeki alışılmış şemaları kırarak nesneyi yeni bir bağlama taşımaktadır.

3.ALEGORİ VE SANATTA ALEGORİNİN KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ

Sanat felsefesinde, metafor ve alegori, anlamın "yer değiştirmesi" (displacement) üzerine kurulu iki kardeş kavramdır. Ancak aralarındaki ilişki, basit bir benzerlikten öte, yapısal bir hiyerarşi ve zamansal bir yayılım farkıdır. Felsefi açıdan bu ilişkiyi "etki alanı" ve "sistemsel bütünlük" çerçevesinde incelemek mümkündür. *"Alegori, metaforun aksine, tek bir anlam aktarımıyla yetinmez; o, bir kavramlar sistemini başka bir görsel veya anlatısal sisteme tercüme eder"* (Fletcher, 1964, s. 71).

Alegori terimi, Yunanca "allos" (başka) ve "agoreuein" (konuşmak) kelimelerinin birleşiminden türetilmiştir. Genel anlamda, bir kavramın başka bir şey aracılığıyla anlatılmasıdır. Türk Dil Kurumu (TDK, 2024), alegoriyi "bir görüntü, bir yaşantı veya bir davranışın daha iyi kavranmasını sağlamak için göz önünde canlandırıp dile getirme" olarak tanımlar. Bu tanım, alegorinin temel işlevinin karmaşık olanı somut bir imgeye dönüştürerek anlaşılır kılmak olduğunu göstermektedir.

İkonografik çalışmaların öncülerinden Erwin Panofsky'ye göre, bir sanat eserindeki alegorik anlam, eserin "ikincil veya konvansiyonel anlam" tabakasında yer alır (Panofsky, 1972). Örneğin, bir resimde elinde terazi ve kılıç tutan, gözleri bağlı bir kadın figürü görüldüğünde, bu sadece bir kadın figürü değil, "Adalet" kavramının alegorik bir temsilidir. Bu noktada sanatçı, izleyicinin ortak kültürel kodlarını kullanarak soyut bir değeri (adalet) somut bir imge (kadın ve terazi) üzerinden yeniden üretir. Yani alegori, sanat eserini sadece estetik bir nesne olmaktan çıkarıp onu çözülmesi gereken bir "metin" haline getirmektedir. Sözlük anlamıyla bir yerine koyma sanatı olan alegori, akademik ve sanatsal bağlamda, kültürün ve düşüncenin görsel bir dille kodlanması süreci olduğunu söyleyebiliriz.

4.GERÇEKLİK KAVRAMININ DÖNÜŞÜMÜ

Antik Yunan'dan Rönesans'a kadar sanatın temel amacı, doğanın sadık bir biçimde yeniden üretilmesiydi. Sanatçı bu dönemde mağara duvarındaki gölgeleri perspektif kurallarıyla düzenleyen bir illüzyonisken, Gombrich (1997), bu "gerçeklik illüzyonunun" izleyicinin

zihinsel şemalarıyla tamamlandığını belirterek, mimesis'in aslında bir kodlama sistemi olduğunu vurgulamaktadır.
Sanat tarihinde "gerçeklik" kavramı, sabit bir veri olmaktan ziyade, dönemin felsefi ve teknik imkanlarıyla şekillenen dinamik bir inşa süreci olarak da görilebilir. Antik Yunan'dan Modernizm'in eşiğine kadar uzanan süreçte sanatın ontolojik zemini, doğanın taklit edilmesi anlamına gelen *mimesis* kuramı üzerine kurulmuştur. Ancak bu taklit süreci, basit bir kopyalamanın ötesinde, dünyayı kavrama ve rasyonalize etme çabasını da temsil etmekteydi.
Panofsky (1991), perspektifi sadece bir teknik araç olarak değil, "sembolik bir form" olarak tanımlar. Ona göre Rönesans perspektifi, nesnel dünyayı rasyonel ve sistematik bir yapıya dönüştürerek "özne ile nesne arasındaki mesafeyi" kesinleştirmiştir. Bu durum, Ortaçağ'ın ruhani ve hiyerarşik alan tasvirinden, rasyonel ve ölçülebilir bir fiziksel dünyaya geçişin ilanı olarak da okumak mümkündür. Bu taklitten temsile dönüşen gerçeklik kavramı, sanatın temsil gücünün sadece fiziksel dünyayı kopyalamakla sınırlı olmadığını da göstermektedir.

4.1. Sanatta Gerçekliğin Kavramsal Süreci: Sol LeWitt

Kavramsal sanatın öncüsü Sol LeWitt, Platon'un "İdea" kavramını modern sanatın merkezine taşır. LeWitt (1967), "Kavramsal sanatta, fikir ya da kavram eserin en önemli yönüdür" diyerek, sanatı fiziksel varlığından (gölgeden) ayırır. LeWitt'in duvar çizimleri, sanatçının bizzat uygulamadığı, sadece talimatlarını yazdığı sistemlerdir. Bu talimatlar, Platon'un kusursuz İdealar dünyasını temsil ederken; asistanlar tarafından duvara uygulanan çizim, bu ideal fikrin mağara duvarına düşen geçici yansımalardır (LeWitt, 1969). Sanatçı burada, mağara sakinlerini arkalarındaki "saf düşünceye" bakmaya davet eden bir tasarımcı rolünü oynamaktadır.
Sol LeWitt ile Platon arasındaki paralellik ise dikkat çekicidir. LeWitt, sanatı duyusal haz nesnesi olmaktan çıkarıp felsefi bir derinliğe ulaştırarak, sanatçıyı Platon'un en çok değer verdiği "saf düşünce" katmanına taşımaktadır. LeWitt'in talimatları, Platon'un arzuladığı o "değişmez logos"un sanatsal bir karşılığı gibidir.

5.SONUÇ

Platon'un "sanat hakikatten uzaktır" tezine karşı farklı savunma hatları oluşturur. Platon sanatçıyı pasif bir taklitçi olarak görürken; Magritte sanatı bir "anlam inşa süreci" olarak yeniden tanımlamaktadır. Magritte, mağara içindeki bir provokatör gibi davranarak izleyiciyi temsilin yapaylığıyla yüzleştirir.
Platon'un Mağara Alegorisi bağlamında resim sanatının evrimi, "görünenin taklidinden, kavramın inşasına" doğru bir yol izlemiştir. Bu çalışma göstermiştir ki; sanatçı artık mağara duvarına yansıyan gölgeleri boyamaktan çıkıp, tuval yüzeyini ve mekânı felsefi bir metafor alanına dönüştürmüştür. Yani sanat, Platon'un korktuğu gibi hakikate giden yolu kapatan bir aldatmaca değil; aksine bizi çevreleyen simülasyonların farkına varmamızı sağlayan entelektüel bir simülasyondur. Sanatın sunduğu "gerçeklik", izleyiciye fiziksel bir görüntü sunmaktan ziyade, zihinsel ve tinsel bir "hakikat arayışı" deneyimi yaşatmaktadır.
Sanat tarihsel süreç içerisinde sadece bir teknik beceri sergileme alanı olmaktan çıkmış; varlığı, algıyı ve hakikati sorgulayan derin bir epistemolojik zemine taşınmıştır. Bu çalışmada ele alınan görsel metafor kavramı ve sanat akımlarının evrimi, sanatın "neye benzediği" sorusundan ziyade "ne söylediği" ve "gerçekliği nasıl yeniden kurguladığı" sorunsalına odaklanmaktadır.
Sanatçının geleneksel rolü, uzun bir süre boyunca Platon'un mağara alegorisinde betimlediği "gölgeleri taklit eden" pasif bir gözlemci olarak kalmıştır. Ancak modernizm ve özellikle Magritte gibi sürrealistlerin etkisiyle sanatçı, mağaranın duvarındaki gölgeleri boyamayı bırakmış, doğrudan mağaranın kendisini ve dışarıdaki ışığın doğasını sorgulayan bir filozof figürüne dönüşmüştür. Sanat akımlarındaki değişimler, sadece fırça darbelerinin veya renk paletlerinin yenilenmesi değil; "gerçeklik" tanımının bizzat sanatçı tarafından her dönemde yeniden icat edilmesidir. Magritte'in *"Kırmızı Model"* örneğinde gördüğümüz gibi, ayağın ayakkabıya dönüşmesi bir illüzyon çabası değil, medeniyet ile doğa arasındaki gerilimin tuval

üzerinde cisimleşmiş halidir. Bu durum, sanat eserini bir "pencere" olmaktan çıkarıp, bir "ayna" veya daha doğrusu bir "düşünce laboratuvarı" haline getirir.

Görsel metafor, sözel metaforun lineer yapısını kırarak izleyiciye anlık ama çok boyutlu bir kavrayış sunar. Sanat, bu noktada izleyiciye hazır bir bilgi sunmaz; aksine onu zihinsel bir eyleme zorlar. Tuval yüzeyi, artık fiziksel bir derinlik değil, felsefi bir derinlik barındıran metaforik bir alandır. Bu alan, izleyicinin kendi deneyimleri ve kültürel birikimiyle sürekli yeniden üretilen bir anlam katmanına sahiptir.

Geleneksel sanat anlayışında izleyici, esere bakarken dış dünyada tanıdığı bir nesneyi "tanıma" konforuna sahipti. Ancak zihinsel gerçeklik deneyimi, bu konforu yerle bir eder. Sanatın sunduğu şey, artık bir "görüntü" değil, bir "soru"dur. Resim sanatı, izleyiciye bir manzara sunmak yerine, o manzaraya bakışının arkasındaki ideolojik, psikolojik ve felsefi süreçleri fark ettirmeyi amaçlamaktadır. Bu çalışma göstermiştir ki; bir sanat eseri, izleyicinin zihninde bir kırılma yaratabiliyorsa ve onu gerçekliğin doğasını sorgulamaya itebiliyorsa "tamamlanmış" sayılır. Dolayısıyla, sanatın nihai hedefi estetik bir haz vermekten öte, izleyicinin dünya ile kurduğu ilişkiyi kökten sarsmaktır.

Netice itibarıyla, sanat akımlarının üslupsal dönüşümleri, insan zihninin gerçeği algılama biçimindeki değişimlerin birer yansımasıdır. René Magritte'in nesneyi yeni bir bağlama taşıma eylemi, aslında insanın kendisini yeni bir varoluşsal bağlama yerleştirme çabasının sanatsal izdüşümüdür. Resim sanatı, fiziksel bir görüntü olmaktan tamamen sıyrılarak, izleyicinin kendi bilincini seyrettiği felsefi bir aynaya dönüşmüştür. Bu yeni perspektif, sanatın sadece geçmişi veya şimdiyi tasvir eden bir araç değil, gelecekteki "gerçeklik" tanımlarımızı inşa edecek olan en temel zihinsel araç olduğunu kanıtlamaktadır. Sanat, mağaradaki gölgelerin taklidinden kurtulup, o gölgeleri yaratan ışığın kaynağına yönelik entelektüel bir yolculuğa evrilmiştir.

KAYNAKÇA:

- **Foucault, M. (1983).** *This is not a pipe* (J. Harkness, Trans.). University of California Press.
- **Fletcher, A. (1964).** *Allegory: The theory of a symbolic mode*. Cornell University Press.
- **Gombrich, E. H. (1997).** *Sanatın öyküsü* (B. Erşir & E. Erduran, Trans.). Remzi Kitabevi.
- **Gombrich, E. H. (1997).** *Sanat ve yanılsama: Taklitçi sanatın psikolojisi* (A. Er[illegible]men, Çev.). Remzi Kitabevi.
- **Panofsky, E. (1968).** *Idea: A concept in art theory*. University of South Carolina Press.
- **Panofsky, E. (1972).** *Studies in iconology: Humanistic themes in the art of the Renaissance*. Oxford University Press.
- **Plato. (1991).** *The Republic of Plato* (A. Bloom, Trans.). Basic Books. (Original work published ca. 375 BCE).
- **Platon. (2006).** *Devlet* (S. Eyüboğlu & M. A. Cimcoz, Çev.). Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları. (Orijinal eser M.Ö. 375 tarihlidir).
- **Türk Dil Kurumu. (2024).** *Güncel Türkçe sözlük*. https://sozluk.gov.tr/
- **Lakoff, G., & Johnson, M. (1980).** *Metaphors we live by*. University of Chicago Press.
- **LeWitt, S. (1967).** Paragraphs on conceptual art. *Artforum, 5*(10), 79-83.
- **LeWitt, S. (1969).** Sentences on conceptual art. *Art-Language, 1*(1), 11-13.
- **Sylvester, D. (1992).** *Magritte: The silence of the world*. Harry N. Abrams.

A CRITICAL READING OF CHRISTO AND BEYOND IN THE CONTEXT OF ENVIRONMENTAL ART

Prof. Dr. Güldane ARAZ AY
Anadolu University, Faculty of Fine Arts, Department of Painting, 26470 Tepebaşı, Eskişehir
ORCID:
https://orcid.org/0000-0002-3615-2458

ABSTRACT
The transformation of nature into a field of artistic production began with a radical rupture in the late 1960s and has evolved into contemporary practices based on environmental consciousness. This study critically examines the use of nature as both material and space in contemporary art within the context of Environmental Art. The core of the research is formed by the historical and conceptual process starting from the monumental interventions of Christo and Jeanne-Claude, who transformed space by "wrapping" nature with massive fabrics, extending to current ecological orientations.
Through artists and artwork analysis, the article seeks answers to the following fundamental questions: How did Christo's interventions, using the earth like a canvas, alter the viewer's perception of landscape? How does the departure of Land Art pioneers like Robert Smithson and Michael Heizer from the gallery space (White Cube) to desolate terrains demonstrate a stance against the commodification of art? Furthermore, how does the aesthetic language of Andy Goldsworthy or Richard Long, built on ephemerality without manipulating the material in nature, deconstruct the hierarchy between human and nature?
Considering these questions, the study discusses the process of art shifting nature from merely being a represented "object" to a collaborating "subject." The use of natural materials (earth, stone, water) and space (desert, forest, coast) is analyzed through the concepts of permanence, ownership, and ecological ethics. Consequently, the role of Environmental Art as an aesthetic tool in repairing the severed bond between modern humans and nature is revealed.
Keywords: Environmental Art, Christo, Land Art, Contemporary Art, Nature and Material, Site-Specific Art, Andy Goldsworthy.

ÇEVRESEL SANAT BAĞLAMINDA CHRİSTO VE SONRASI ÜZERİNE ELEŞTİREL BİR OKUMA

ÖZET
Doğanın sanatsal bir üretim sahasına dönüşümü, 1960’lı yılların sonlarında radikal bir kırılma ile başlamış ve günümüz çevre bilincine dayalı pratiklerine kadar evrilmiştir. Bu çalışma, doğanın güncel sanatta hem bir malzeme hem de bir mekân olarak kullanımını, Çevresel Sanat bağlamında eleştirel bir perspektifle incelemektedir. Araştırmanın merkezini, Christo ve Jeanne-Claude’un doğayı devasa kumaşlarla "paketleyerek" mekanı dönüştürdüğü anıtsal müdahalelerden başlatarak, güncel ekolojik yönelimlere uzanan tarihsel ve kavramsal süreç oluşturmaktadır.
Makale, sanatçı ve eser analizleri üzerinden şu temel sorulara yanıt aramaktadır: Christo’nun yeryüzünü bir tuval gibi kullandığı müdahaleleri, izleyicinin manzara algısını nasıl değiştirmiştir? Robert Smithson ve Michael Heizer gibi Arazi Sanatı (Land Art) öncülerinin galeri mekanını (Beyaz Küp) terk ederek ıssız arazilere yönelmeleri, sanatın metalaşmasına karşı nasıl bir duruş sergiler? Öte yandan, Andy Goldsworthy veya Richard Long’un doğadaki malzemeyi manipüle etmeden, geçicilik (ephemerality) üzerine kurduğu estetik dil, insan ve doğa arasındaki hiyerarşiyi nasıl yıkar?
Bu sorular ışığında çalışma; sanatın doğayı sadece temsil edilen bir "nesne" olmaktan çıkarıp, iş birliği yapılan bir "özne"ye dönüştürme sürecini tartışır. Doğal malzemenin (toprak, taş, su)

ve mekânın (çöl, orman, sahil) kullanımı; kalıcılık, mülkiyet ve ekolojik etik kavramları üzerinden analiz edilir. Sonuç olarak, Çevresel Sanatın modern insanın doğayla kopardığı bağı onarmada estetik bir araç olarak üstlendiği rol ortaya konulmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Çevresel Sanat, Christo, Arazi Sanatı, Güncel Sanat, Doğa ve Malzeme, Mekâna Özgü Sanat, Andy Goldsworthy.

INTRODUCTION

After 1950, art experienced a radical rupture in a conceptual context and evolved up to today's practices based on environmental awareness. When we examine, in the context of Environmental Art, with a critical perspective, the use of nature in contemporary art both as a material and as a space, it is seen that the historical and conceptual process that constitutes the **centre** of the research begins with the monumental interventions in which Christo and Jeanne-Claude transform space by "wrapping" nature with gigantic fabrics, and extends to contemporary ecological orientations. When we define the geological **epoch,** we live in as the Anthropocene (the Human Age), we understand that human activities have become a dominant "geological force" over the geological, biological, and atmospheric processes of the Earth. While in the past the riverbeds, mountain formations, or the climate in nature were determined only by nature's own dynamics (tectonic movements, solar flares, etc.), today human activities have become able to compete with these immense forces of nature. Even the discussions that, in future archaeological excavations, plastics, concrete residues, radioactive fallout, and pieces of **aluminium** will be found as "man-made fossils" in the layers of this age are also evaluated within this concept.

In the context of environmental art, the Anthropocene is a period in which the "nature-culture" distinction has disappeared. There is no longer "pure nature"; everywhere bears the trace of humans. In a sense, it is a critical threshold at which the thought that humans are the "master" of the universe has shifted to the reality that they are the "responsible one" (and potential destroyer) of the universe. The Anthropocene turns the artist from someone who merely depicts nature into a "restorer" who becomes involved in its struggle for survival.

Christo's gigantic coverings or Smithson's interventions are, in fact, aesthetic confessions of this immense effect of humans on nature. Through the works of figures such as Christo, Robert Smithson, Michael Heizer, Andy Goldsworthy, and Richard Long; it opens the concepts of property, ephemerality, entropy, and ecological ethics to discussion. In this context, we can say that we are also beginning to witness the process by which art transforms nature from being only a represented "object" into a collaborating "subject." From this framework, we can say that Environmental Art assumes the role of an aesthetic tool in repairing the bond that modern humans have severed with nature.

THE ONTOLOGY OF ESCAPE FROM THE WHITE CUBE TO THE EARTH

Until the middle of the 20th century, art was defined largely within the "White Cube" (O'Doherty, 1999), the sterile and isolated environment of galleries. However, the end of the 1960s symbolizes a radical period in which art broke down these institutional walls and turned toward endless deserts, canyons, and shores. This escape is not only a spatial displacement; it is an ideological revolt against the "commodity" nature of art. We can say that, with the questioning of exchange value within the framework of the concept of art as a commodity, radical changes in its material, together with space and permanence, were inevitable. The change of space and material enabled the production of works oriented toward nature, which is the source of life. Thus, for artists, nature has become not only a depicted landscape, but a "primary site of production" that is directly intervened in, dug, covered, and experienced.

Kastner and Wallis (1998) define this process as the transition of art from an object-oriented structure to a process-oriented structure. In this context, nature has risen from being a passive

ground shaped by the artist's will to the level of a "subject" that actively participates in the formation of the work with its wind, tides, topography, and biological cycles.

CHRISTO AND JEANNE-CLAUDE: THE AESTHETICS OF INTERVENTION AND THE FACTOR OF EPHEMERALITY

Christo and Jeanne-Claude, the most iconic figures of environmental art, redefined the perception of landscape through the act of "wrapping." Their interventions temporarily conceal the forms that the viewer is accustomed to seeing by packaging nature with gigantic fabrics, and in this way make one feel the "presence in its absence" of that form.

Christo's projects (for example The Gates or Wrapped Coast), while using nature like a canvas, at the same time challenge "permanence," which is the most fundamental desire of art. Fineberg (2000) emphasizes that these works shake the concept of ownership. Despite costs of millions of dollars and years of logistical preparation, the work exists only for a few weeks and then is completely removed. This situation displays a revolutionary stance against the capitalist art market, with the work of art being unpurchasable and not able to be confined to collections. The artists preserved their "financial autonomy" by financing their projects through selling their own drawings, and thus left the ownership of the work to the public's experience.

Bureaucracy and Correspondence as an Art Form

For Christo, the artistic value of the work is hidden not only in the visual result, but in the bureaucratic struggle that makes that result possible. For the Wrapped Coast (1969) project in Sydney, correspondence with local authorities, ecological reports, and legal permits are an inseparable part of the work. Christo accepts the answer "No" not as an obstacle, but as a layer of resistance embedded into the texture of the project. The negotiations carried out with the German Federal Parliament for 24 years for the 1995 Wrapped Reichstag project are the most concrete evidence of how bureaucracy turned into a "performance art" (Ambroziak, 2005).

Reichstag Correspondence (1971-1995)

Christo's longest struggle is over the parliament building in Berlin. The hundreds of letters he wrote to German politicians over 24 years show that the project was not only to wrap a building, but to wrap and rediscover the history of a nation. The official correspondence with the then parliamentary president Rita Süssmuth, the personal letters sent to members of parliament, and the documents containing the reasons of those who voted "No." These documents prove how art turned into a war of "legal will."

Wrapped Coast (1969) Municipality and Coast Guard Permits

In the Sydney, Little Bay project, Christo entered into intense correspondence with the owners of the area and municipal officials. These correspondences are documents in which ecological concerns were included in art for the first time so clearly. The technical reports prepared by engineers for the artist to prove that "the fabrics would not harm the sea or vegetation" and the "temporary occupation" permits obtained from the municipality.

The Gates (1979-2005) Central Park Correspondence

The negotiations with the New York City municipality lasting 26 years are one of the largest archives showing an artist's insistence on public space. The permit petitions extending until the period of Mayor Bloomberg, the biological reports presented regarding the park's bird population, and the wind resistance tests visualize how art sought a "common ground" with urban administration and ecology.

We can access the high-resolution scans and copyrighted visuals of these documents from the official sources below:

1. Christo and Jeanne-Claude Official Website (Archival Section): At christojeanneclaude.net, under the "History" tab for each project, there are original documents and letters.

2. Taschen Publishing: The work titled “Christo and Jeanne-Claude. The Collector’s Edition” is the most comprehensive academic source containing facsimiles of these correspondences.
3. Google Arts & Culture: In digital exhibitions on the Christo archives, digital copies of these letters can be examined.

LAND ART: EXCAVATION, EARTHMOVING, AND ENTROPIC PROCESSES

In contrast to Christo’s act of “wrapping,” Land Art pioneers such as Robert Smithson and Michael Heizer transformed nature by “digging” and “displacing” it.

Smithson’s masterpiece Spiral Jetty (1970) is one of the most important works that uses nature as an artist’s studio. Smithson places “entropy” (the movement toward disorder and destruction), the second law of thermodynamics, at the center of his art. While Christo removes his work by his own will, Smithson leaves his work to the mercy of nature. The work being submerged, covered with salt crystals, and slowly disappearing is a rejection of the human-centered perception of time (Shapiro, 1995). According to Smithson, the artist is not one who resists nature’s chaotic process, but an agent who makes this process visible.

In his work Double Negative, Heizer created a volume “out of absence” by carving canyons with massive excavations. Although such enormous interventions show the power of art outside the gallery, they are criticized, in the context of contemporary ecological ethics, as an “aggressive intervention toward nature” (Boettger, 2002).

RICHARD LONG: WALKING AS A MINIMALIST TRACE ON THE EARTH

The lines that Richard Long creates solely by walking are the most minimal and ethical trace of the human presence on the earth. For Long, walking is a non-hierarchical mapping of space (Malpas, 2011). The artist does not impose a form on nature from the outside; he speaks with nature’s own language by using the materials already present in that place.

As an antithesis to the massive excavation-focused (Land Art) approaches of environmental art in the late 1960s, Richard Long represents the “lightest” touch toward nature. For Long, art is a record of the state of being within nature rather than changing nature. In this context, the artist accepts the earth not as an empty ground on which things will be built, but as a subject to be explored with his steps and mapped in a non-hierarchical way.

Long’s most iconic work, A Line Made by Walking (1967), is a temporary line formed only by walking back and forth on the grass. This action removes art from being object-centered and focuses it entirely on process and bodily experience. Malpas (2011) defines this situation as a non-hierarchical mapping of space; here neither does the human dominate nature nor does nature swallow the human. In this study, the human and the earth are articulated to one another through the act of walking.

Long’s act of walking is interpreted both as having articulated ephemerality into the formation of art and as an ethical stance against the destructive presence of modern humans on the earth. The artist incorporates the stones, branches, or walking traces he uses in his works into nature’s natural cycle (rain, wind, growth). When wind, rain, sun, etc. are included in the journey of the subject that begins in this process of natural life, the concept of ephemerality comes into play, and, by destroying art’s claims of ownership and permanence, it begins to bring to the fore the fragility and modesty of the bond that humans establish with nature.

For Long, “time” and “distance” are the primary materials of sculpture. To cross a mountain range by walking is to transform the physical reality of that geography into a bodily memory. Kastner and Wallis (1998) explain this approach as art being freed from the gallery walls and becoming included in the cosmic rhythm of the earth. The artist does not impose a form on nature from the outside; on the contrary, without disturbing the hierarchy of what is already there, he creates only by leaving the signs of his presence, stone alignments, circles.

CONCLUSION AND DISCUSSION

In 21st-century Environmental Art, the artist has now assumed the role not of a "conqueror," but of a part of the ecosystem and its protector (care-taker). At this point, the "light touch" aesthetics of artists such as Goldsworthy and Long stand out as the approach that most successfully breaks the hierarchy between humans and nature.

The transformation of nature into a field of artistic production has, since the radical rupture of the 1960s, placed the artist in a tendency to change their position on the earth. The monumental "wrappings" of Christo and Jeanne-Claude, by hiding nature for a temporary period, have in fact succeeded in awakening its presence in social memory in a more striking way.

Christo's wrappings showed us what is unseen, Smithson's entropy reminded us of the absoluteness of time, and Goldsworthy's ephemerality taught us humility in the face of nature. Art's positioning of nature as a subject constitutes an aesthetic field of resistance against the ecological destruction brought by the Anthropocene age. The art of the future will see nature not only as a landscape but as a partner; it will establish a hybrid language that combines aesthetics with ecological responsibility, and life with the rhythm of nature. Art no longer represents nature; it exists as nature itself. This process is the most powerful tool that questions the human arrogance on the earth and defends the ethics of "living together."

At the point reached today, Environmental Art is not only a use of space, but also a field of ethical responsibility. With Christo's logistical discipline and Smithson's process-oriented approach, it has evolved, in today's artists such as Andy Goldsworthy or Richard Long, into an understanding of "restorative aesthetics" that is more minimal, non-intervening, and that establishes a non-hierarchical dialogue with nature. This process has removed art from being an object that represents nature; it has transformed it into a living organism that cooperates with soil, water, and time.

As a result, all these practices examined show that; the repair of the ontological bond that modern humans have severed with nature is possible only by removing nature from being a "commodity" and accepting it as a "subject." The art of the future, in the face of the ecological destruction brought by the Anthropocene age, will no longer be content with only wrapping or digging the landscape; it will establish a hybrid language in which ethics and aesthetics are intertwined, articulated to the healing process of the ecosystem itself. Rather than claiming permanent ownership on the earth, art will continue to be a temporary but profound field of awareness that celebrates its fragility.

REFERENCES

Ambroziak, B. (2005). Christo and Jeanne-Claude: Wrapped Reichstag, Berlin, 1971-95. Taschen.

Boettger, S. (2002). Earthworks: Art and the Landscape of the Sixties. University of California Press.

Fineberg, J. (2000). Art since 1940: Strategies of being. Prentice Hall.

O'Doherty, B. (1999). Inside the White Cube: The ideology of the gallery space. University of California Press.

Kastner, J., & Wallis, B. (1998). Land and Environmental Art. Phaidon Press.

Malpas, J. (2011). The Place of Landscape: Concepts, Contexts, Studies. MIT Press.

Shapiro, G. (1995). Earthwards: Robert Smithson and Art after Babel. University of California Press.

EFFICIENT PHOTOCATALYTIC REMOVAL OF PHARMACEUTICAL POLLUTANT BY Zn/Fe BIMETALLIC MOFS

Lynda FERFECHE
Frères Mentouri Constantine 1 University, Faculty of Exact Sciences, Department of Chemistry, Constantine, ALGERIA
ORCID: 0009-0006-0314-9451
Nadra DEBBACHE
Frères Mentouri Constantine 1 University, Faculty of Exact Sciences, Department of Chemistry, Constantine, ALGERIA

ABSTRACT
In this work, a Zn/Fe Bimetallic Metal-Organic Framework (Zn/Fe-BMOF) was synthesized as an effective photocatalyst for the removal of ibuprofen (IBP) from water under simulated sunlight irradiation. Clear distinctions in the properties of the synthesized material were observed using techniques such as Scanning Electron Microscopy (SEM), Energy-Dispersive Spectrometer (EDS), X-Ray Diffraction (XRD), Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR), and Differential Reflectance Spectroscopy (UV–vis-DRS). Broad diffraction peaks in the XRD patterns, along with the presence of defects and irregular morphologies observed in SEM images, confirmed the amorphous nature of the synthesized Zn/Fe-BMOF. FT-IR and EDS analyses verified the incorporation of both Fe and Zn, although Zn detection was limited due to structural disorder and the lower sensitivity of EDS toward lighter elements. In addition, the bandgap energy (Eg) of Zn/Fe-BMOF was determined to be 2.4 eV. Photocatalytic test demonstrated that Zn/Fe-BMOF degraded 74.5 % of IBP within 150 min of light irradiation at natural pH (4.5), achieving a mineralization rate of 80 % after 24 h. Kinetic analysis of the IBP/BMOF/ simulated sunlight irradiation system revealed a pseudo-first-order model, with a rate constant of 0.014 min^{-1} and a correlation coefficient of (R^2 = 0.986).
Keywords: Bimetallic metal organic framework, IBP degradation, Photocatalysis.

USİNG MOLECULAR APPROACHES TO IDENTİFY FLAGELLATED PROTOZOANS İN DOMESTİC CHİCKENS FROM TUNİSİA

Farjallah Sarra
University of Tunis El Manar, Tunis 2092, Tunisia
Corresponding author: Farjallah Sarra

ABSTRACT

Flagellated protozoans of the order Trichomonadida are of veterinary significance, infecting poultry such as *Gallus gallus domesticus* and causing diseases that reduce productivity and generate economic losses. Morphological identification is challenging due to subtle interspecies differences, and molecular data from North African poultry remain limited. This study provides the first molecular characterization of Trichomonadida in Tunisian poultry farms using a multilocus approach based on 18S rRNA and α-actinin 1 genes. Analysis of 18S sequences grouped the isolates into four major clades, including *Histomonas meleagridis*, detected in both caecal samples and *Heterakis gallinarum* nematodes across ten regions. This clade was divided into two genotypes, with Tunisian haplotypes clustering with French isolates within genotype-2, showing 4% 18S divergence between clusters. Co-infections of *H. meleagridis* and *Parahistomonas wenrichi* were observed in nematodes, and *Simplicomonas* sp. and *Tetratrichomonas gallinarum* were also identified in caecal samples. Phylogenetic analysis confirmed evolutionary relationships among these species and supported the detection of mixed infections. This study highlights the genetic diversity of Trichomonadida in Tunisian poultry and demonstrates the utility of molecular tools for accurate identification and epidemiological surveillance.

Keywords: Trichomonadida, genetic diversity, 18S rRNA, α-actinin 1, mixed infection.

CFD-BASED THERMAL AND EXERGETIC ENHANCEMENT OF HYBRID PHOTOVOLTAIC/THERMAL SYSTEMS

Mouad Benaicha
Youssef Es-Sabry
Elmiloud Chaabelasri
Youssef.Ech-Chine
Mohammed El Goual
LPTPME Laboratory, Faculty of Sciences, Mohammed 1st University, 60000, Oujda, Morocco

Abstract:

In this study, we explore how a photovoltaic/thermal (PVT) solar collector can be improved by examining its behavior through computational fluid dynamics (CFD). Our goal was to understand how the system reacts to everyday operating conditions and how its design can be optimized to better manage heat while producing more usable energy. We tested how the system responds to changes in coolant flow, sunlight intensity, outdoor temperature, and wind. The simulations reveal that increasing the coolant flow helps the panel stay cooler and improves heat extraction. Strong sunlight quickly increases the panel temperature, highlighting the importance of good thermal management in sunny climates. Changes in ambient temperature have only a small effect, while wind provides a gentle cooling benefit. Overall, the improved collector design shows strong thermal and exergetic performance, indicating that thoughtful geometry and optimized operation can significantly boost the usefulness of PVT systems. This work demonstrates how numerical simulation can guide the development of more efficient and reliable solar technologies suited for real environmental conditions.

Keywords

PVT modules; Energy efficiency; Solar collectors; PV cell temperature

16. YÜZYIL OSMANLI SINIR BOYLARINDA CİHADIN EDEBÎ YANSIMALARI: MAHMUD B. ABDÜLMENNÂN'IN HATVAN'DA TELİF ETTİĞİ *İRŞÂDÜ'L-MÜCÂHİDÎN* ÜZERİNE

Büşra KAPLAN
Kırklareli University, Faculty of Science and Letters, Department of Turkish Language and Literature, 39010 Merkez, Kırklareli
ORCID: 0000-0003-4854-2717

ÖZET
Osmanlı Edebiyatı'nda fetihname, gazavatname, cenkname ve cihadın faziletlerini anlatan türlerin önemli bir yeri vardır. Bu tür eserler, hem tarihî olayları kayıt altına almak hem de askerlerin cihada katılım motivasyonlarını güçlendirmek amacıyla kaleme alınmıştır. Bu kapsamda, 16. yüzyılda Bâkî tarafından yazılan *Fezâil-i Cihâd*, türün klasik örneklerinden biri olarak dikkat çekmektedir. Yakın zamanda tarafımızca tespit edilen bir yazma eser ise, muhteva bakımından *Fezâil-i Cihâd* ile belirgin benzerlikler göstermekte olup sınır boylarındaki gazilerin cihada yönelik rehberliğini sağlama amacıyla kaleme alınmıştır. *İrşâdü'l-Mücâhidîn* adlı bu eser, 16. yüzyılda III. Murad döneminde yaşayan Mahmud b. Abdülmennân tarafından, Osmanlı-Habsburg sınırındaki Hatvan şehrinde kaleme alınmıştır. Bu çalışmada, eserin önemli muhtevası ve edebiyat-tarih ilişkisi çerçevesinde eserin durduğu yer üzerine değerlendirmelerde bulunulacaktır.
İrşâdü'l-Mücâhidîn, Millî Kütüphane Yazmalar Koleksiyonu'nda 06 Mil Yz B 103 numara ile kayıtlı olup, eserin tam hali 229 yapraktan oluşmaktadır. Müellif, gazilerin cihada talip olmalarını ve dini vecibelerini yerine getirmelerini sağlamak amacıyla eseri hazırlamış, süslü ifadelerden ve kafiyeli nesirden kaçınmıştır. 1b-229a varakları arasında 30 bap halinde düzenlenen eserde, sefere çıkmanın faydaları, Allah yolunda cihadın zorunluluğu, cihada gidecek Müslümanlara yardımın faziletleri, gaza yollarında yapılacak işler, ganimetin önemi ve cihadın sevabı detaylı biçimde ele alınmıştır. Mevcut nüshada 26–28. baplar eksik olsa da ayet, hadis ve muteber kitaplardan yapılan alıntılar ve hikâyelerle açıklamaların bütünlüğü korunmuştur. Son bölümde müellif, kullandığı kaynakların listesini vererek eserin güvenilirliğini pekiştirmiştir.
Anahtar Kelimeler: İrşâdü'l-Mücâhidîn, Mahmud b. Abdülmennân, Hatvan, cihad, edebiyat-tarih ilişkisi.

LITERARY REFLECTIONS OF JIHAD IN THE 16TH-CENTURY OTTOMAN FRONTIER: *İRŞÂDÜ'L-MÜCÂHIDÎN* BY MAHMUD B. ABDÜLMENNÂN, COMPOSED IN HATVAN

ABSTRACT
In Ottoman literature, genres such as Fetihname, Gazavatname, Cenkname, and works describing the virtues of jihad hold a significant place. These works were composed both to document historical events and to strengthen the motivation of soldiers to participate in jihad. Within this context, the 16th-century work *Fezâil-i Cihâd* by Bâkî stands out as a classic example of the genre. A recently identified manuscript examined in this study shows notable content similarities with *Fezâil-i Cihâd* and was composed to guide soldiers stationed in frontier regions in matters related to jihad. This work, titled *İrşâdü'l-Mücâhidîn*, was written by Mahmud ibn Abdülmennân, who lived during the reign of Murad III in the 16th century, in the city of Hatvan on the Ottoman-Habsburg border. This study will evaluate the work's significant content and its place within the framework of the relationship between literature and history.

İrşâdü'l-Mücâhidîn, is registered in the National Library Manuscripts Collection with the number 06 Mil Yz B 103, and the complete work consists of 229 folios. The author prepared the work to encourage soldiers to undertake jihad and fulfill their religious duties, deliberately avoiding ornate expressions and rhymed prose. Organized into 30 chapters across folios 1b–229a, the work discusses in detail the benefits of embarking on campaigns, the obligation of jihad in the path of God, the virtues of aiding Muslim fighters, duties on the battlefield, the significance of booty, and the rewards of jihad. Although chapters 26–28 are missing in the existing manuscript, the overall integrity is maintained through quotations from the Qur'an, hadith, and reputable sources, as well as illustrative stories. In the final section, the author provides a list of sources used, reinforcing the reliability of the work.
Keywords: İrşâdü'l-Mücâhidîn, Mahmud b. Abdülmennân, Hatvan, jihad, literature-history relationship.

NEUROPROTECTIVE EFFICACY OF N-ACETYLCYSTEINE IN POLYSTYRENE MICROPLASTIC-MEDIATED COGNITIVE DYSFUNCTION

Huma Ikram
Shahla Perveen
Rumaisa Zakir
Darakhshan J. Haleem
Neurochemistry and Biochemical Neuropharmacology Research Unit, Department of Biochemistry, University of Karachi, Karachi-75270, Pakistan.

The pervasive environmental presence of polystyrene microplastics (PEM) poses a significant but poorly understood risk to neurological health. The present study investigated the neurotoxic consequences of chronic, low-dose oral PEM exposure in a rat model and evaluated the protective potential of N-acetylcysteine (NAC). Male Albino Wistar rats were divided into four groups: water-water, water-NAC, PEM-water, and PEM-NAC, treated daily for five weeks. Cognitive functions were assessed weekly using the Morris Water Maze (MWM) and Novel Object Recognition (NOR) tests. Following decapitation, biomarkers of oxidative stress (SOD, CAT and GSH-Px), neuroinflammation (IL-6, IL-1β and BDNF), and neurochemistry (5HT and 5-HIAA in PFC, hippocampus, NAc) were analyzed in brain and plasma. Results showed that PEM exposure induced progressive deficits in spatial and recognition memory, significantly increased oxidative stress and pro-inflammatory cytokines, decreased BDNF, and decreased serotonergic activity across brain regions. Co-administration of NAC significantly attenuated these PEM-induced cognitive impairments and restored redox balance, reduced inflammation, normalized BDNF levels, and stabilized neurochemical alterations. The findings demonstrate that PEM ingestion triggers a cascade of oxidative stress, neuroinflammation, and monoaminergic dysregulation leading to cognitive decline, and that NAC exerts comprehensive neuroprotection by countering these interconnected pathways. This study provides crucial preclinical evidence for the neurological hazards of microplastics and identifies NAC as a promising therapeutic candidate.

Key words: polystyrene microplastics, N-acetylcysteine, neuroprotection, cognitive dysfunction, oxidative stress, neuroinflammation, neurochemistry, rat model

A HIGH-FIDELITY ULTRASONIC TECHNIQUE FOR QUANTITATIVE SOC AND SOH ASSESSMENT IN LITHIUM-POLYMER BATTERIES

Associate Professor Dr. Derra Mourad
Faculty of Applied Sciences, Ibn Zohr University, Agadir, Morroco.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-2395-2859

Abstract
The implementation of ultrasonic techniques for estimating the State of Charge (SOC) and State of Health (SOH) remains an evolving field of research. Previous studies have often focused on simplified experimental configurations, using model batteries or controlled conditions that do not necessarily reflect real operating environments. Moreover, the sensitivity of ultrasonic measurements to factors such as temperature, pressure, and the material properties of batteries requires rigorous calibration and robust predictive models.
In this context, the present work proposes an in-depth investigation of the application of ultrasound for SOC and SOH estimation in lithium-polymer batteries, with a particular emphasis on the ultrasonic transmission method. This approach involves measuring ultrasonic wave properties - such as velocity, attenuation, acoustic impedance, and transmission coefficient - through the battery, while accounting for temperature variations and operational conditions.
Keywords: Ultrasonic Transmission, State of Charge (SOC), State of Health (SOH), Lithium-Polymer Batteries, Non-Destructive Evaluation (NDE)

A REVIEW OF THE EFFECTIVENESS OF SHORT FIBER-REINFORCED RESIN-BASED COMPOSITES AND POLYETHYLENE FIBERS IN LARGE RESTORATIONS OF POSTERIOR TEETH

By Pedram Tajeddini

Abstract
Different techniques are commonly applied to restore structurally compromised posterior teeth, one of which is the use of short fiber-reinforced resin-based composites (SFRCs) as a way of replacing the dentin in a biomimetic approach. A commercially available example of SFRC is EverX Posterior ™ and EverX Flow ™ manufactured by GC.dental. Another method proposed is the placement of polyethylene fibers in the preparation cavity with the commercial name Ribbond®. This article reviews the available researches conducted on the effectiveness of these methods in increasing the fracture resistance and other mechanical properties of such restored teeth compared to the composite restorations that are not fiber reinforced.
Keywords: SFRC, composite, EverX, Ribbond, posterior, fracture, fiber

“INTERNALIZATION OF HARAJAON BATAK TOBA AS A FRAMEWORK FOR MANAGEMENT ETHICS IN CHRISTIAN RELIGIOUS EDUCATION”

Abdi Syukur Siahaan
Yohanes Oktavianus
Universitas Kristen Indonesia

This study explores the internalization of the *Harajaon Batak Toba* system as an ethical framework for management in Christian religious education. The research is motivated by the urgency to rediscover local wisdom as a moral foundation for leadership in modern educational institutions. It specifically aims to understand how the social and leadership structure of the Batak Toba kingdom can be used as a model for value-based management in Christian education. The study employs a literature review method relying solely on journal and book sources that discuss traditional Batak governance, kinship, and leadership ethics. The findings reveal that the *Harajaon* system embodies a leadership culture grounded in divine authority or royal authority which is also obtained from the "*God*" (*sahala harajaon*), kinship harmony (*Dalihan Na Tolu*), and communal accountability. The core leadership values respect (*somba marhula-hula*), prudence (*manat mardongan tubu*), and compassion (*elek marboru*) generate ethical governance rooted in humility, justice, and service. The study concludes that internalizing these values into Christian education management fosters servant leadership and spiritual integrity consistent with biblical principles of stewardship. Thus, *Harajaon Batak Toba* presents a culturally grounded yet universally applicable ethical model for leadership in Christian educational contexts.

Keywords: Harajaon Batak Toba, Management Ethics, Christian education

STRUCTURAL AND ELECTRONIC PROPERTIES OF $TL_XB_{1-X}P$ TERNARY COMPOUNDS IN ZINC BLENDE PHASE USING MBJ- GGA APPROXIMATION

Abed zoulikha
Laid Abdelali
Applied Materials Laboratory, Research Center, Sidi Bel Abbes University, 22000, Algeria

Abstract:
In this study, the structural and electronic properties of the ternary compound $Tl_xB_{1-x}P$ in the zinc blende structure were investigate using density functional theory (DFT) within the generalized gradient approximation (Mbj- GGA). Calculations were performed for different thallium concentrations (x= 0.25; 0.5;0.75)analyze the effect of composition on structural parameters such as lattice constant and total energy, as well as on electronic properties including the density of states and band structure. The results show that increasing the thallium concentration leads to significant changes in the lattice constant and the nature of the band gap, highlighting the potential of this compound for advanced electronic applicatios. This study provides important insights for understanding and optimizing the properties of Tl-B-P compounds with zincblende crystal structure.
Keywords: structural properties, electronic properties, ternary compounds, $Tl_xB_{1-x}P$, density functional theory, GGAapproximation.

“STRUCTURE-GUIDED DESIGN AND MOLECULAR EVALUATION OF POTENT 1,2,4-TRIAZOLE DERIVATIVES AGAINST HEPG2 CANCER CELLS”

Zainib Razzaq
Samreen Gul Khan
Fozia Anjum
Kiran Aftab
Department of Chemistry, Drug Design and Medicinal Chemistry Laboratory, Faculty of Physical Science, Government College University, Faisalabad 38000, Pakistan

Mehr un Nisa
Department of Chemistry, University of Lahore, Lahore 40100, Pakistan

Abstract
Triazole-based acetamides serve as important scaffolds for various pharmacologically active drugs. In the present work, structural hybrids of 1,2,4-triazole and acetamides were furnished by chemically modifying 2-(4-isobutylphenyl) propanoic acid (1). Target compounds 7a–f were produced in considerable yields (70–76%) by coupling the triazole of compound 1 with different electrophiles under different reaction conditions. These triazole-coupled acetamide derivatives were verified by physiochemical and spectroscopic (HRMS, FTIR, ^{13}CNMR, and ^{1}HNMR,) methods. The anti-liver carcinoma effects of all of the derivatives against a HepG2 cell line were investigated. Compound 7f, with two methyl moieties at the ortho-position, exhibited the highest anti-proliferative activity among all of the compounds with an IC50 value of 16.782 g/mL. 7f, the most effective anti-cancer molecule, also had a very low toxicity of 1.190.02%. Molecular docking demonstrates that all of the compounds, especially 7f, have exhibited excellent binding affinities of 176.749 kcal/mol and 170.066 kcal/mol to c-kit tyrosine kinase and protein kinase B, respectively. Compound 7f is recognized as the most suitable drug pharmacophore for the treatment of hepatocellular carcinoma.

Key words
2-(4-isobutylphenyl) propanoic acid; hepatocellular carcinoma; anti-cancer; 1,2,4-triazole; molecular docking; acetamides

THE CRITICAL ROLE OF LIGHT MICROSCOPY IN DOCUMENTING EMBRYONIC DEVELOPMENT IN POLYCLAD FLATWORMS

MEHREZ GAMMOUDI
AICHA SOUID
RAJA BEN AHMED
University of Tunis El Manar, Faculty of Sciences of Tunis, LR18ES41 Lab. of Ecology, Biology and Physiology of Aquatic Organisms, 2092, Tunis, Tunisia.

Light microscopy provides an exceptionally accessible and powerful approach for studying embryogenesis in polyclad flatworms. The natural transparency of polyclad egg capsules allows embryos to be observed directly through the cocoon walls, enabling an accurate assessment of clutch size and the total number of embryos per egg mass. Throughout development, light microscopy allows detailed monitoring of cleavage patterns, including clear visualization of mitotic divisions during early segmentation. As embryos mature, key developmental milestones become readily detectable: spontaneous contractions, the onset of rotational movements, and the formation of vibratile cilia. Progressive body flattening and the appearance of dark pigmented spots corresponding to the developing eyes can also be easily documented. Ultimately, light microscopy enables continuous observation of the entire developmental sequence, from initial cleavage to hatching. This method provides an indispensable framework for describing embryonic stages, comparing developmental trajectories among species, and generating reproducible datasets for polyclad developmental biology.

PHYTOCHEMICAL PROFILE AND PRESERVATIVE POTENTIAL OF PIPER NIGRUM IN FOOD SYSTEMS

Chaymae Ghaffouli
Khaoula Faiz
Adil Roukbani
Bouchra Louasté
Laboratory of Biotechnology, Environment, Agri-food and Health, Faculty of Sciences Dhar El Mahraz, University Sidi Mohammed Ben Abdellah, Fez, Morocco.

Abstract
The growing demand for safe and sustainable alternatives to synthetic preservatives has stimulated research on plant-derived bioactives. *Piper nigrum* (black pepper), a widely consumed spice, contains diverse phytochemicals such as piperine, alkaloids, flavonoids, and essential oils, which contribute to its multifunctional biological activities. This study aimed to evaluate the biological activities of *Piper nigrum* extracts and assess their potential application as natural food preservatives. Extracts of *Piper nigrum* were prepared using appropriate solvents. Their antioxidant activity was determined through radical scavenging assays, while antibacterial effects were assessed against selected foodborne pathogens including *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, and *Listeria monocytogenes*. The extracts demonstrated remarkable antioxidant capacity, significant antibacterial activity against both Gram-positive and Gram-negative bacteria. The findings highlight Piper nigrum as a promising natural source of multifunctional compounds with strong antioxidant, antibacterial, and antibiofilm properties. Further investigations should focus on elucidating the mechanisms of action, optimizing extraction conditions, and exploring its application as a natural preservative in real food systems.
Keywords: *Piper nigrum*, Antioxidant activity, Antibacterial activity, Antibiofilm activity, Natural preservatives

EXPLORING REGIME SHIFTS IN ENERGY MARKET AND MACRO-POLICY VARIABLES: EVIDENCE FROM BICS USING THRESHOLD MODELLING

Rubia Jalal
Gopinathan. R

Abstract

This study examines the asymmetric impact of exchange rate on oil prices by employing the threshold nonlinear ARDL model with various quantile and using sample period from January 2004 to September 2021. The findings suggest that across all sample countries minor exchange rate variations have significantly different impact on crude oil than major exchange rate variations. It is also evident that upper quantiles exhibit a substantially stronger correlation than lower quantiles. Moreover, the findings of this study have significant implications, since they will encourage policymakers in these oil-importing nations to adopt alternative energy sources such as hydro, nuclear, and wind energy and subsidising these sources will further lower crude oil imports, thus lowering the current account deficit.

FIRST-PRINCIPLES STUDY OF SILICON-DOPED TETRAGONAL GRAPHENE FOR ENHANCED PHOTOCATALYTIC PERFORMANCE

M. Houmad
K. Ribag
A. El Kenz
Laboratory of Condensed Matter and Interdisciplinary Sciences, Physics Department, Faculty of Sciences, Mohammed V University in Rabat, Morocco
A. Benyoussef
Laboratory of Condensed Matter and Interdisciplinary Sciences, Physics Department, Faculty of Sciences, Mohammed V University in Rabat, Morocco
Hassan II Academy of Science and Technology, Rabat, Morocco

Abstract :

This study employs first-principles calculations to examine the influence of silicon doping on the thermoelectric, optical, and photocatalytic properties of monolayer tetragonal graphene (t-graphene). Results show a significant bandgap widening from 1.71 eV to 3.22 eV (HSE06) alongside enhanced optoelectronic and photovoltaic performance. At doping levels of 37.5–50%, Si-doped t-graphene exhibits efficient photocatalytic activity and enables water splitting (O_2/H_2), whereas 12.5% doping retains photo-anode behavior. Transport analysis further reveals a high figure of merit ($ZT \approx 0.99$) at 50% doping, indicating strong energy conversion efficiency with promising applications in photocatalysis, pollution control, and solar energy conversion.

A COMPLEX POLYSACCHARIDE-RICH SULPHATED EXTRACT (CPSE) FROM THE MARINE RED ALGAE *GRACILARIA TENUISTIPITATA* ATTENUATES LIVER FIBROSIS AND RESTORES HEPATIC FUNCTION IN A MOUSE MODEL

M. Rezaul Karim
Laboratory of Cancer Biology, Department of Biotechnology and Genetic Engineering, Jahangirnagar University, Savar, Dhaka 1342, Bangladesh
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5440-0315

Abstract
Liver fibrosis, a precursor to cirrhosis and hepatocellular carcinoma, represents a major global health challenge with a pressing need for effective therapeutic agents. This study investigates the therapeutic potential of a complex phytochemical extract derived from the red alga *G. tenuistipitata*, a promising yet largely uncharacterized species, in a preclinical model of liver fibrosis in mice. Comprehensive structural characterization using FTIR, ^{1}H NMR, and GC-MS revealed that the extract is not a simple sulfated polysaccharides (SPs) but a complex entity. It comprises a characteristic agar-type polysaccharide backbone (alternating β-D-galactose and 3,6-α-L-anhydrogalactose units) that is co-purified with a significant suite of bioactive lipids, including the anti-inflammatory agent hexadecanoic acid methyl ester and the neuromodulatory fatty acid amide, erucamide. While exhibiting a favorable safety profile with no toxicity observed up to 2000 mg/kg in Swiss albino mice, the extract demonstrated potent, dose-dependent antifibrotic activity in a carbon tetrachloride (CCl_4)-induced liver fibrosis model. Administration of the *G. tenuistipitata* complex extract resulted in the significant normalization of key serum biomarkers of liver injury (ALT, AST) and function (albumin, bilirubin), alongside a striking restoration of normal hepatic architecture, mitigating the extensive hepatocellular damage, necrosis, and inflammatory infiltration induced by CCl_4. Interestingly, the profound in-vivo efficacy contrasted with moderate in-vitro antioxidant activity, suggesting that the extract's hepatoprotective mechanism extends beyond direct radical scavenging and is likely driven by a multi-target, synergistic action of its polysaccharide and lipid constituents. These findings establish the SP-rich extract from *G. tenuistipitata* as a powerful multi-component therapeutic agent.

Keywords: *Gracilaria tenuistipitata*, Complex Polysaccharide-rich Sulphated Complex, ^{1}H NMR, Liver Fibrosis, Hepatoprotective Agents, Marine Natural Products.

ASSESSING THE IMPACT OF DIGITAL ENTREPRENEURSHIP SKILLS ON PRODUCTIVITY IN SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES: INSIGHTS FROM ANAMBRA STATE, NIGERIA.

Ndubuisi-Okolo Purity Uzoamaka,PhD
Kekeocha Mary Ezinne
PhD and Emmanuel Yusuf Attah, PhD.
Department of Business Administration, Nnamdi Azikiwe University, Awka, Anambra State, Nigeria, and Department of Business Administration, Faculty of Management Sciences, Veritas University, Abuja, Nigeria.
ORCID:0000-0002-4078-8627
Corresponding Author: Purity Uzoamaka Ndubuisi-Okolo

Abstract:
This study examines how digital entrepreneurship skills influence firm-level productivity among Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs) in Anambra State, Nigeria. Grounded in human capital and technology-acceptance perspectives, we conceptualize digital entrepreneurship skills as a multidimensional construct comprising digital literacy, e-commerce capability, digital marketing proficiency, and fintech adoption. Using a convergent mixed-methods design, we surveyed 412 SMEs across manufacturing, trade, and services sectors and conducted 24 in-depth interviews with business owners and ecosystem stakeholders. Quantitative data were analyzed using structural equation modeling (SEM) to assess direct, mediated, and moderated pathways; qualitative data were thematically analyzed to contextualize mechanisms and constraints.

Results indicate that higher levels of digital entrepreneurship skills are significantly associated with enhanced firm productivity (standardized $\beta = 0.46$, $p < 0.001$). Operational efficiency partially mediates this relationship, accounting for approximately 38% of the total effect (indirect effect $\beta = 0.18$, $p < 0.01$). Digital marketing proficiency and fintech adoption emerged as the strongest skill components predicting productivity gains. Firm size and access to digital infrastructure moderate effects: productivity returns to digital skills are larger for medium-sized firms and firms with reliable internet access. Qualitative findings reveal that skill deficits, limited access to affordable digital tools, and regulatory frictions constrain skill deployment despite high owner willingness.

The study contributes to literature by empirically linking granular digital skillsets to measurable productivity outcomes in a sub-Saharan African context and by unpacking pathways through which skills translate into economic performance. Policy implications include prioritizing targeted digital skills training, subsidized fintech onboarding for micro and small firms, and investment in local digital infrastructure. For practitioners, the findings highlight immediate, high-impact skill areas—digital marketing and fintech use—that SMEs can develop to accelerate productivity.

Keywords: digital entrepreneurship skills; SME productivity; operational efficiency; fintech adoption; Anambra State.

COMBINED MAGNETIC AND ELECTROKINETIC EFFECTS ON NANOFLUID TRANSPORT IN MIXED CONVECTION VERTICAL CHANNELS

Usman S Rilwan
Ahmadu Bello University, Zaria-Nigeria
Michael O Oni
Ahmadu Bello University, Zaria-Nigeria

ABSTRACT

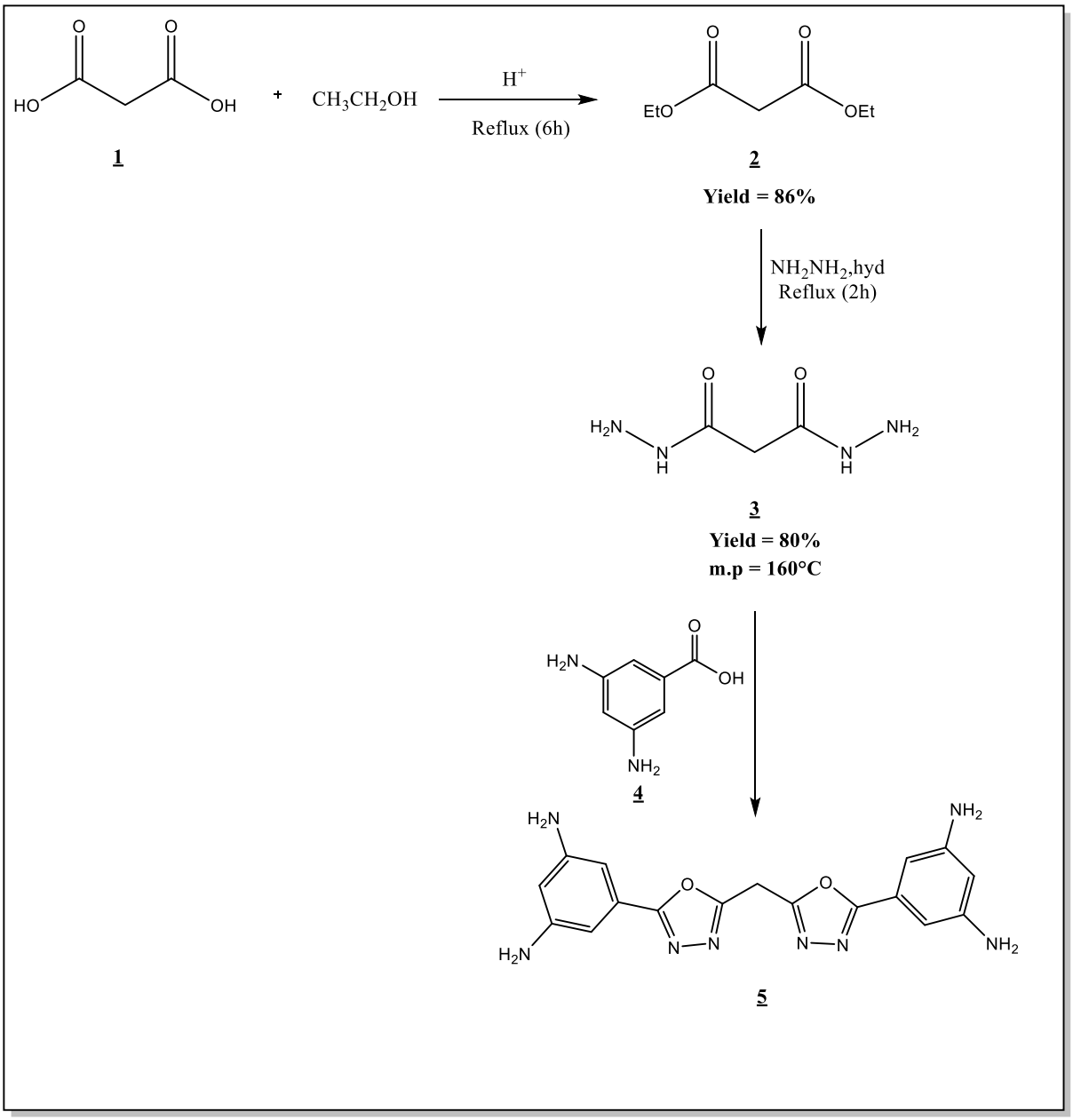
This study investigates the effects of mixed convection, induced magnetic field, and streaming potential on magnetohydrodynamic (MHD) flow of Cu, SnO_2, and SiO_2 nanofluids in a vertical channel with varying wall conductivity. The governing equations for momentum, energy, and mass transfer were solved analitycally to analyze velocity, induced magnetic field, and skin friction distributions. Results show that increasing the Hartmann number (M) enhances Lorentz forces, stabilizes the flow, and increases skin friction, while higher mixed convection parameter $(\frac{Gr}{Re})$ promote reverse flow near the lower wall due to buoyancy dominance. The Debye–Hückel parameter (K) redistributes velocity from the walls to the core and strengthens the induced magnetic field near conducting surfaces. Among the nanofluids, Cu exhibits superior flow and thermal performance, followed by SnO_2 and SiO_2. Critical $\frac{Gr}{Re}$ values rise with M, indicating delayed onset of buoyancy-driven convection under stronger magnetic fields. The findings highlight the combined influence of electromagnetic, electrokinetic, and buoyancy forces on nanofluid transport, providing valuable insights for optimizing heat and mass transfer in microchannel and electrohydrodynamic applications.

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF 5,5'-(METHYLENEBIS(1,3,4-OXADIAZOLE-5,2-DIYL))BIS(BENZENE-1,3-DIAMINE)

Assiya Atif
Houssine Ait Sir
Bioorganic Chemistry Team, Laboratory of Bioorganic Chemistry, Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, 24000 El Jadida, Morocco.

Abstract

This study presents the synthesis and characterization of the compound 5,5'-(methylenebis(1,3,4-oxadiazole-5,2-diyl))bis(benzene-1,3-diamine), by ^{1}H NMR, ^{13}C NMR and FTIR-ATR infrared spectroscopy and mass spectrometry. A theoretical study was carried out by a comprehensive and hierarchical methodology in order to evaluate the inhibitory behavior of the molecule 5,5'-(methylenebis(1,3,4-oxadiazole-5,2-diyl))bis(benzene-1,3-diamine) with respect to the corrosion of a Fe(110) type metal surface. Thus, examination of non-covalent interactions by NCI analysis. In addition, the study of adsorption on the metal surface was carried out by the Monte Carlo method.


HO
O
O
OH
1
+
CH3CH2OH
H+
Reflux (6h)
EtO
O
O
OEt
2
Yield = 86%
NH2NH2,hyd
Reflux (2h)
H2N
N
H
O
O
N
H
NH2
3
Yield = 80%
m.p = 160°C
H2N
O
OH
NH2
4
H2N
H2N
O
O
N
N
N
N
NH2
NH2
5

ANALYSIS OF SITUATIONAL TEST RESULTS IN YOUNG FEMALE HANDBALL PLAYERS

MSc Slađana Martinović
University of Montenegro
Faculty of Sport and Physical Education

Introduction: Handball is a complex team sport characterized by high demands in terms of movement, ball handling, speed, precision, and decision-making in constantly changing game situations. Corvino et al. (2014) point out that situational tests represent an objective method for evaluating handball-specific performance, particularly in younger age categories, where systematic monitoring of development is essential.
Aim of the Study: The aim of this study was to analyze the level and structure of situational test results in young female handball players.
Methods: The study was conducted as a cross-sectional investigation. The sample consisted of 30 female handball players aged 13–15 years. Situational performance was assessed using five standardized handball situational tests: side steps, start speed with the ball over 20 m, dribbling with two balls, jump throw distance, and shooting accuracy from a standing position at 7 m.
Results: Most situational variables showed approximately normal distributions. Performance was more uniform in the side steps and start speed with the ball tests, whereas the greatest differences among players were observed in the dribbling with two balls test. The jump throw distance and shooting accuracy tests showed moderate to high variability.
Conclusion: The analysis of situational test results enables insight into the structure of handball-specific performance and may serve as a basis for monitoring player development and improving training planning in younger age categories of women's handball.
References: Corvino, M., Tessitore, A., Minganti, C., & Sibila, M. (2014). Match analysis in handball: A systematic review. *Journal of Sports Sciences, 32*(24), 221–232.

A SPATIAL AND SOCIO-ECONOMIC ANALYSIS OF REGIONAL COMPETITIVENESS IN NORTHERN BANGLADESH

Nashin Saiyara Teothy
Undergraduate Student, Rajshahi University of Engineering & Technology, Faculty of Civil Engineering, Department of Urban and Regional Planning, Rajshahi- Bangladesh,
ORCID ID: 0009-0003-9958-1860
Md Abid Alam
Undergraduate Student, Rajshahi University of Engineering & Technology, Faculty of Civil Engineering, Department of Urban and Regional Planning, Rajshahi- Bangladesh,
ORCID ID: 0009-0007-6962-2253
Gourab Halder
Undergraduate Student, Rajshahi University of Engineering & Technology, Faculty of Civil Engineering, Department of Urban and Regional Planning, Rajshahi- Bangladesh,
ORCID ID: 0009-0001-0306-4101
Md Omik Hasan
Undergraduate Student, Rajshahi University of Engineering & Technology, Faculty of Civil Engineering, Department of Urban and Regional Planning, Rajshahi- Bangladesh,
ORCID ID: 0009-0000-8991-6880
Md Sazibur Rahman
Undergraduate Student, Rajshahi University of Engineering & Technology, Faculty of Civil Engineering, Department of Urban and Regional Planning, Rajshahi- Bangladesh,
ORCID ID: 0009-0004-9491-247X

Abstract

The northern region of Bangladesh contains 16 districts in total. Whereas the region is facing some challenges in terms of development. This study shows the comprehensive study of spatial and socio-economic analysis within the northern region of Bangladesh. Different metrices has been used in this study to identify the central district, core districts, peripheral districts and hinterlands. Regional Competitiveness index has been employed to identify the overall competitiveness of the region and functional urban region with the use of gravitational model that uses population and distance from one-to-many districts to identify the intra-regional interaction level and quantity. The dimensions of the study have been added through regional competitiveness for sustainable development and ensuring the growth of a district moves forward in right direction. In this study, district level data have been used for example accessibility, demographic characteristics. This study puts some variable such as income, education, health into comparison. The result directs the development potential of any district and potential sector to be developed in terms of the analysis of current condition. Bogura emerges as the most influential district as per its spatial relation, connectivity and all other socio-economic metrices. But in most of the cases the district with connectivity to India such as India, Panchagarh is found to be the least progressive relative to their contribution to national economy. This study allows policymakers to understand the current scenario and make them integrate the result with the planning policies. A prime focus on equitable development has been emphasized by this study which identifies the higher competitiveness and lagging districts.

Keywords*: Interaction, Equitable, Integrate, RCI, Gravity, Accessibility.*

INVESTIGATING THE SETTLEMENT DISPLACEMENT IN THE BOROPUKURIYA COAL MINING AREA

Towhid Mursalin Shifat

Md Rahedul Islam Rahe

[1] MSc Student, [2] Associate Professor, Department of Geography and Environment, Pabna University of Science and Technology

Abstract:

In present days, Remote sensing and GIS are modern tools that are used for detecting LULC change. This Research aims to investigating the settlement displacement in Boropukuriya coal mining area during 1989-2023 with analyzing settlement pattern change between 1989 and 2023 and determining the reason behind Settlement displacement in Boropukuriya coal mining area. This research planed to use time-series satellite images from the Landsat 5 TM satellite from 1989 to 2009, and the Landsat 8 OLI/TIRS satellite for 2019 and 2023. We used a supervised classification maximum likelihood classifier matrix to classify the images in four distinct classes namely, settlement, agricultural land, forest land and waterbody using Google Earth engine. But for purposes of the research, we considered only settlement class. This study assesses the settlement pattern variations in the Boropukuriya coal mine area over 34 years. Settlements increased from 9% to 17% between 1989 and 2019, but decreased by 3% between 2019 and 2023. Meanwhile, agricultural land rose from 64% to 71% during the same period, though it also declined after 2019. The research showed an overall accuracy of 85%, with a kappa coefficient exceeding 0.75. This paper shows the current LULC conditions as well as spatial and temporal changes patterns of settlement and their drivers like shaking buildings for underground explosions, Sinkholes, cracks in buildings, Damaged infrastructure, waterlogging, agriculture land deformation, loss production of agriculture, coal ashes, soil pollution with heavy metal etc behind displacement for settlements by implementing FGD tool for Qualitative data collection, the research shows the importance of using digital techniques in the settlement changes in Bangladesh's Coal Mining Areas. The insights gained will aid policymakers in formulating effective mining and LULC management policies to support the goals of Sustainable Development Goal (SDG) 15: Life on Land.

Keywords: *Coal mining; Boropukuriya; LULC; Settlement Displacement; changes;*

CRYSTAL STRUCTURE, X-RAY DIFFRACTION ANALYSIS, AND COMPUTATIONAL STUDY OF A NEW ORGANIC–INORGANIC COMPOUND: 2-ETHYL-N-PHENYLMETHANAMINIUM DIHYDROGEN PHOSPHITE

El.Majdi
S. Zerraf
Said Belaaouad
Laboratory of Physical Chemistry of Applied Materials, Ben M'Sick Faculty of Sciences, Hassan II University of Casablanca, Casablanca, Morocco.

Abstract: This work presents a comprehensive characterization of a novel organic-inorganic phosphite, 2-ethylanilinium phosphite $[CH_3CH_2C_6H_4NH_3]PO_3$, starting by chemical preparation, crystal structure characterization, and computational techniques (DFT, HAS, and ELF). The compound was synthesized by reacting phosphorous acid with N,N-Dimethylaniline. Single crystal X-ray diffraction analysis revealed its triclinic crystal system with the space group $P\bar{1}$. The structure was refined using the least-squares method. The compound's structure comprises anions and cations linked through strong hydrogen bonds, forming a 3D framework. A comparative study between X-ray diffraction and DFT-minimized geometrical descriptors showed slight bond lengths and angle discrepancies. Local and global reactivity, molecular orbital contributions, and intermolecular interaction properties were assessed using 3D-MEPs, FMO (HOMO/LUMO), DOS, and Hirshfeld surface analyses (HSA), respectively. The primary intermolecular interactions responsible for stabilizing the crystal structure were identified as N–H···O and C–H···O hydrogen bonds. The combined experimental and computational approach provided a detailed understanding of the synthesized material at both the molecular and crystalline levels.
Keywords: 2-ethylanilinium-phosphite; X-ray diffraction; (HSA; ELF, DFT**)-**calculations.

THE IMPACT OF PRICING STRATEGIES ON CUSTOMER BEHAVIOR AND THE BENEFITS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Anna Maria KOSOVA
Polis University, Faculty of Information Technology, Department of Research and Development, 1051 Tiranë, Albania
ORCID: 0009-0001-6998-5085
Marsida KRASNIQI
University of Aleksandër Moisiu Durrës, Faculty of Professional Studies, Department of Medical Technical Sciences, 2001 Durrës, Albania
ORCID: 0000-0001-7823-6361

ABSTRACT
This article thoroughly researches the deep impact of various pricing approaches on consumer behavior and loyalty, highlighting the transformative nature of Artificial Intelligence (AI). The traditional pricing strategies, such as cost-plus pricing, competitive pricing and value-pricing are discussed and assessed in terms of their high impact on customer perceptions, buying behaviour and retention in the long term. The existing dynamic marketplace environment with extensive data highlights the limitations of static pricing. As a result, AI-based dynamic pricing acquires a major place in the list of innovations, providing an unparalleled opportunity for businesses to maximize revenue, reach personalized customer satisfaction and gain a specific competitive edge. AI algorithms can read large volumes of data and predict changes in demand correctly, segment customer bases well, and adjust prices instantaneously. The result is more accurate strategic choices, increased operational effectiveness and responsiveness to the market. The article provides a synthesis of the current academic literature on the topic, critically analyzing its benefits and underlying issues related to the concept of AI in pricing. It specifically underscores the necessity of sound ethical principles to preserve consumer confidence and fair practices. The general purpose is to provide a complete insight regarding the way that pricing, deployed strategically, with the powerful support of AI, will foster sustainable business development and create a lasting customer relationship.
Keywords: Customer Retention, Pricing Strategies, Customer Behavior, Artificial Intelligence (AI), Dynamic Pricing, Machine Learning, E-commerce, Value-Based Pricing, Competition-Based Pricing, Ethical Pricing

AI-ASSISTED JUDGING IN BALLROOM DANCE COMPETITIONS: POTENTIAL, PRACTICE, AND ETHICAL CONSIDERATIONS

Milos Rabrenovic
Montenegro Dance Sport Federation, Montenegro

Abstract

Ballroom dance competitions, particularly in the Standard and Latin American categories, demand a high level of technical precision, artistry, and synchronization between partners. Traditionally judged by expert panels, these performances are evaluated based on criteria such as posture, timing, musicality, and partnership dynamics. However, the inherently subjective nature of judging has led to increasing interest in the potential of Artificial Intelligence (AI) to provide greater objectivity and consistency.

This paper explores current developments and future prospects in the use of AI-assisted systems for dance competition judging. Utilizing technologies such as computer vision, pose estimation, and motion capture, AI algorithms can analyze dancer movements in real time or via recorded footage. These systems are capable of detecting biomechanical features—angles, symmetry, timing deviations—and offering quantitative assessments that complement human judgment. Early-stage implementations and experimental platforms have demonstrated promising results in identifying technical errors, ranking performance quality, and even comparing dancers across events.

Despite these advancements, significant challenges remain. AI cannot yet evaluate the emotional expressiveness, partner chemistry, or stylistic nuance that are core to dance as an art form. Moreover, the introduction of AI into competitive judging raises ethical and procedural questions regarding transparency, accountability, and the balance between data-driven evaluation and human expertise.

Through a review of recent research, pilot projects, and interviews with dance professionals and technologists, this paper critically examines the role of AI in transforming competitive ballroom dance judging. It argues for a hybrid model where AI serves as an assistive tool rather than a replacement, ensuring both fairness and the preservation of the art's human essence.

Keywords: Artificial Intelligence (AI), Ballroom Dance, Dance Judging, Pose Estimation, Competitive Dance, Human-AI Collaboration

PROPOSED TOURIST CENTRE
Optimisation of Safety Using Landscape Elements JOURNAL PREPARED BY

Aliyu Suleiman Mohammed
Department of Architecture, Federal University of Technology Minna.

Abstract
Background:
Tourism in Nigeria remains an underdeveloped sector, primarily due to safety concerns and poor infrastructural development. Proposed tourist centres such as the one envisioned at Tagwai in Minna have strong natural and cultural potential but face challenges related to inadequate landscape planning and the absence of integrated safety strategies. The neglect of safety-focused design continues to hinder the growth and sustainability of tourism, calling for an urgent reconsideration of how landscape elements can serve as protective and organizing tools.
Aim:
This study explores the optimisation of safety in Nigerian tourist environments through the intentional use of landscape elements. Using the proposed Tagwai Tourist Centre as a case study, the research seeks to develop a design framework that enhances user safety through environmental design principles and landscape-based strategies.
Methods:
A qualitative methodology was employed, including interviews with stakeholders such as planners, architects, and tourism officials. On-site environmental analysis and document reviews were also conducted to understand existing conditions and identify safety vulnerabilities. Data were analysed using thematic analysis to uncover patterns that could inform a safety-conscious landscape design proposal.
Findings:
The findings indicate that factors such as poor visibility, lack of defined movement paths, and the absence of passive surveillance features contribute significantly to perceived and actual insecurity. While global best practices in landscape-based safety exist, their application within Nigerian tourism contexts remains minimal. The study confirms that incorporating landscape elements using approaches like Crime Prevention Through Environmental Design (CPTED) can substantially improve safety in proposed tourist environments.
Conclusion:
The research presents a context-sensitive design framework aimed at optimising safety through the thoughtful use of landscape elements. It recommends embedding safety-focused strategies in the early planning stages of tourist centre development and calls for the integration of such frameworks into national tourism design policies.
Keywords: Safety design, landscape architecture, CPTED, tourism development, Tagwai, Minna.

EFFECT OF SHORT-DURATION MODERATE-INTENSITY PHYSICAL ACTIVITY ON GLYCAEMIC CONTROL AND ANTIOXIDANT CAPACITY OF PREDIABETIC POPULATION

Associate Professor Zubia Shah
Assistant Professor Dr. Sarah Shahid
Assistant Professor Dr. Farida Ahmad
Assoc. Professor Dr. Afsheen Mahmood
Department of Physiology, Khyber Girls Medical College, Peshawar, Pakistan.

Objectives: To determine the effect of moderate-intensity physical activity on glycaemic control and antioxidant capacity in the prediabetic population.
Methods: This experimental study was carried out in the Physiology Department, Institute of Basic Medical Sciences, Khyber Medical University, Peshawar, Pakistan. A total of 50 adult prediabetic subjects, 22 females and 28 males, aged 18 to 35 years, were included. Diagnosis of prediabetes
The condition was diagnosed based on glycated haemoglobin levels ranging from 5.7% to 6.4% and impaired fasting glucose (100-125 mg/dL). Anthropometric measurements and biochemical assays were performed before and after the exercise intervention. Participants engaged in moderate exercise for 30 minutes, with a maximum heart rate of 7% ± 5%, five days a week for eight weeks, monitored using a pedometer. An enzyme-linked immunosorbent assay was used to measure individual and total antioxidants.
Results: Anthropometric parameters decreased significantly after exercise. Similar changes were observed for fasting glucose ($p < 0.001$) and glycated hemoglobin ($p < 0.001$). A slight increase was noted in uric acid ($p<0.005$) and total antioxidant concentration ($p<0.001$). However, levels of superoxide dismutase, glutathione peroxidase, vitamin C, and nitric oxide decreased ($p<0.001$).
Conclusion: Moderate physical activity for 8 weeks significantly reduced individual antioxidant levels, led to a nominal increase in total antioxidant capacity and uric acid, and was associated with an explicit decline in the anthropometric and diabetic profile of the prediabetic population.
Keywords: anthropometry, antioxidants, physical activity, prediabetes, total antioxidant capacity

TURKISH ADAPTATION OF THE CLIMATE CHANGE LITERACY SCALE: A VALIDITY AND RELIABILITY STUDY

Nihan TÜRKOĞLU
Atatürk University, Faculty of Nursing, Department of Public Health Nursing, Erzurum, Turkey
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5843-9097
Dilek KILIÇ
Atatürk University, Faculty of Nursing, Department of Public Health Nursing, Erzurum, Turkey[2]
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-1799- 2475
Büşranur TOK
Atatürk University, Faculty of Nursing, Department of Public Health Nursing, Erzurum, Turkey3
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-8423-2034

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Climate change literacy encompasses individuals' understanding of climate science, the health impacts of climate change, adaptation and mitigation strategies, as well as effective communication and advocacy skills on this issue. For future healthcare professionals such as nursing students, these knowledge and skills are essential for recognizing and preventing climate-related health threats and for conducting community awareness activities. Therefore, the present study was conducted to adapt the Climate Change Literacy Scale into Turkish and to test its validity and reliability.

Materials and Methods: This methodological study was completed with nursing students over the age of 18 studying at Atatürk University Faculty of Nursing between June and July 2025. The sample of the study consisted of 400 participants who agreed to take part in the research and were selected using a non-probability sampling method. The data were collected using the "Descriptive Information Form" and the Turkish version of the "Climate Change Literacy Scale." For the internal consistency testing of the Turkish version of the scale, item–total score correlations, Cronbach's alpha, and exploratory and confirmatory factor analyses were used.

Results: In the exploratory factor analysis of the Climate Change Literacy Scale, two items were found to have cross-loading characteristics and were removed from the scale. In the repeated exploratory factor analysis with 18 items, four factors with eigenvalues greater than 1 were identified, explaining 54.488% of the total variance. In the confirmatory factor analysis (CFA), one item was determined to have standardized factor loadings below 0.40. CFA was repeated with the 17-item scale. The fit indices were $x^2/df = 2.309$, RMSEA = 0.057, CFI = 0.929, GFI = 0.931, NFI = 0.883, TLI = 0.913, and AGFI = 0.905. The Cronbach's alpha reliability coefficient of the Climate Change Literacy Scale was found to be 0.855. In the internal consistency analysis, the item–total score correlations ranged between 0.314 and 0.594, and no items were removed from the scale.

Conclusion: The Turkish form of the Climate Change Literacy Scale was determined to be a valid and reliable instrument for assessing climate change literacy levels among nursing students aged 18 years and older. This scale can serve as a useful tool for determining nursing students' climate change literacy, supporting nurses in strengthening health system resilience, promoting environmental sustainability practices, and playing an active role in public health crises.

Key Words: Validity; reliability; literacy; climate

İKLIM DEGISIKLIGI OKURYAZARLIGI ÖLÇEGI'NIN TÜRKÇE UYARLAMASI: GEÇERLIK VE GÜVENIRLIK ÇALISMASI

ÖZET

Giriş ve Amaç: İklim değişikliği okuryazarlığı, bireylerin iklim bilimini, bu değişikliğin sağlık üzerindeki etkilerini, uyum ve azaltım stratejilerini, aynı zamanda bu konuda etkili iletişim ve savunuculuk becerilerini anlamasını kapsar. Özellikle hemşirelik öğrencileri gibi geleceğin sağlık profesyonelleri için bu bilgi ve beceriler, iklim kaynaklı sağlık tehditlerini tanımada, önlemede ve topluma yönelik bilinçlendirme çalışmalarında vazgeçilmezdir. Bu nedenle mevcut çalışma, İklim Değişikliği Okuryazarlığı Ölçeğini Türkçeye uyarlamak, geçerlilik ve güvenilirliğini test etmek amacıyla yapılmıştır.

Materyaller ve Yöntemler: Bu metodolojik çalışma, Haziran ve Temmuz 2025 tarihleri arasında Atatürk Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi'nde okuyan 18 yaş üstü hemşirelik öğrencileri ile tamamlanmıştır. Araştırmanın örneklemi araştırmaya katılmayı kabul eden ve olasılıksız örnekleme yöntemiyle belirlenen 400 kişi oluşturmuştur. Çalışma verileri, "Tanıtıcı Bilgi Formu" ve "İklim Değişikliği Okuryazarlığı Ölçeği" nin Türkçe versiyonu kullanılarak toplanmıştır. Ölçeğin Türkçe versiyonunun iç tutarlılık testi için madde-toplam puan korelasyonları, Cronbach alfa ve açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi kullanılmıştır.

Bulgular: İklim Değişikliği Okuryazarlığı Ölçeği'nin Açımlayıcı faktör analizinde, iki maddenin binişik madde özelliği gösterdiği belirlenmiş ve ölçekten çıkarılmıştır. 18 madde ile tekrarlanan açımlayıcı faktör analizinde, açıklanan varyansın %54.488'sini açıklamış ve özdeğeri 1'in üzerinde olan dört faktörlü bir yapı ortaya çıkmıştır. Yapılan DFA sonucunda bir maddenin standardizasyon katsayıları 0.40'nin altında kaldığı belirlenmiştir. 17 maddelik ölçekte DFA tekrarlandı. Uyum endeksleri x2/df=2.309, RMSEA = 0.057, CFI=0.929, GFI=0.931, NFI=0.883, TLI=0.913 ve AGFI=0.905 şeklindedir. İklim Değişikliği Okuryazarlığı Ölçeği'nin Cronbach alfa güvenirlik katsayısı 0.855 olarak bulunmuştur. Ölçeğin iç tutarlılık analizinde madde-toplam puan korelasyonları incelenmiş, değerler 0.314 ile 0.594 aralığında bulunmuş ve ölçekten hiçbir madde çıkarılmamıştır.

Sonuç: İklim Değişikliği Okuryazarlığı Ölçeği'nin Türkçe formu, 18 yaş üstü hemşirelik öğrencilerinde iklim değişikliği okuryazarlığı düzeylerini belirlemede geçerli ve güvenilir bir araç olduğu saptanmıştır. Bu çalışma hemşirelerin sağlık sistemlerini daha dirençli hale getirme, çevresel sürdürülebilirlik uygulamalarını destekleme ve halk sağlığını tehdit eden krizlerde etkin rol alabilme de hemşirelik öğrencilerinin iklim değişikliği okuryazarlığı düzeylerini belirlemek için kullanabilecekleri bir ölçüm aracı niteliği taşımaktadır.

Anahtar Sözcükler: Geçerlilik; güvenilirlik; okuryazarlık; iklim

USING DIGITAL EDUCATION PRACTICES TO EMPOWER UNDERSERVED COMMUNITIES THROUGH QUADRUPLE HELIX MODEL

Abubakar Sidiq Nurudeen
Federal Polytechnic, Kaltungo. Gombe State, Nigeria
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0006-0740-8094

Abstract
Digital education embraces important potential for associating educational differences and upgrade of new chances in underserved communities. This paper considers the possible of digital education practices to empower the communities through the request of the Quadruple Helix model an innovative framework that integrates the efforts of universities, industry, government, and civil society. By harnessing the unique strengths and resources of these four sectors, we can create inclusive and sustainable digital learning strategies tailored to the specific needs of marginalized populations. The research identifies essential practical strategies, including the development of accessible digital tools, the promotion of collaborative partnerships among local stakeholders, and the encouragement of community-driven innovation initiatives. Ultimately, this study aims to demonstrate how implementing the Quadruple Helix model in digital ducation efforts can enhance not only skills and knowledge but also social engagement, economic participation, and the long-term resilience of communities. Through this approach, we aspire to contribute to the broader discourse on effective educational practices that support equity and inclusion in the digital age.
Keywords: *Digital Education, Underserved Communities, Quadruple Helix Model, Social Inclusion, Economic Participation, Community Resilience.*

NEUROBIOLOGICAL MECHANISMS THROUGH WHICH PHYSICAL EXERCISE MAY SLOW THE PATHOPHYSIOLOGY OF ALZHEIMER'S DISEASE: A MINI-REVIEW

Jihane HILALI
Institute of Sports Professions, Interdisciplinary Laboratory of Sport Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco
ORCID: 0009-0001-2727-156X
Rochdi DAIBI
Laboratory of Biology and Health, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco
ORCID: 0009-0004-8344-7891
Anas ANAAYOUB
Laboratory of Nervous System Diseases, Neurosensory Disorders and Disability, Faculty of Medicine and Pharmacy of Casablanca (FMPC), Hassan II University of Casablanca, Morocco
ORCID: 0009-0006-7417-1242
Mariam BEN SAGUA
ORCID:0009-0002-6120-953X
Faculty of Medicine and Pharmacy of Rabat, Mohammed V University in Rabat, Morocco
Amine ARFAOUI
ORCID: 0000-0002-5705-2536
Bouchra TAIB
ORCID: 0009-0006-2585-3933

ABSTRACT

Alzheimer's disease (AD) emerges from a multifactorial cascade involving amyloid-β accumulation, Tau hyperphosphorylation, chronic neuroinflammation, mitochondrial impairment, vascular dysfunction, and progressive synaptic loss. Growing evidence identifies physical exercise as a potent, multi-target intervention capable of modulating several biological pathways central to AD pathophysiology. Findings from mechanistic studies, translational animal models, human biomarker trials, and recent systematic reviews highlight converging effects of exercise on neuronal, inflammatory, metabolic, and vascular processes.Exercise enhances neuronal resilience by upregulating BDNF, promoting synaptic plasticity, and stimulating hippocampal neurogenesis. Activation of the FNDC5/irisin axis further contributes to improved neuroplasticity and reduced amyloidogenic burden. Exercise also directly modulates AD-related pathology by decreasing amyloid precursor protein processing toward Aβ production, enhancing Aβ clearance mechanisms, and attenuating Tau hyperphosphorylation through improved kinase–phosphatase regulation.Anti-inflammatory actions constitute another major mechanism. Exercise promotes microglial polarization toward reparative phenotypes, reduces pro-inflammatory cytokines, and enhances mitochondrial efficiency, thereby lowering oxidative stress. These neuroimmune effects are complemented by exercise-induced improvements in vascular health, including increased cerebral blood flow, greater angiogenesis, improved endothelial nitric oxide function, and enhanced glucose utilization and insulin sensitivity factors increasingly recognized as early contributors to AD vulnerability.Emerging evidence highlights a role for myokines such as irisin, cathepsin B, and lactate signaling in regulating hypothalamic and neuroendocrine pathways linked to metabolic and cognitive resilience.

Overall, physical exercise engages an integrated set of neurobiological mechanisms that collectively support brain homeostasis and may slow AD progression. Refining optimal

exercise modalities and elucidating the therapeutic potential of myokines remain key priorities for future research.
Key words: Neurobiological mechanisms; physical exercise; Alzheimer’s disease; neuroplasticity; BDNF; FNDC5/irisin pathway; amyloid-β; Tau pathology; neuroinflammation; neurovascular and metabolic regulation.

COMBINED EXPERIMENTAL AND THEORETICAL INVESTIGATION OF MELAMINIUM DIHYDROGEN PYROPHOSPHATE: SYNTHESIS, CRYSTAL STRUCTURE, HIRSHFELD SURFACE ANALYSIS, AND REACTIVITY MAPPING

Elmehdi Majdi

Soufiane Zerraf

Said Belaaouad

Laboratory of Physical Chemistry of Materials, Ben M'Sick Faculty of Sciences, Hassan II University of Casablanca, Casablanca, Morocco.

Abstract

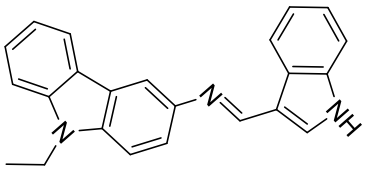
A new hybrid organic–inorganic compound, melaminium dihydrogen pyrophosphate $(C_3N_6H_7)_2(H_2P_2O_7)$ (MDP), was prepared in ambient conditions (296.15 K, 1.01325 bar) and its structure was determined by single-crystal X-ray diffraction. The compound crystallizes in the monoclinic system with space group P1 and its structure is characterized by a strong three-dimensional lattice structure that is consolidated by an extensive network of strong intermolecular interactions such as N–H···O and O–H···O hydrogen bonds formed between the melaminium cations and the pyrophosphate anions, as well as Van der Waals forces. The contribution of particular contacts to the crystal packing was evaluated by means of Hirshfeld surface analysis and 2D fingerprint plots. Theoretical DFT calculations were also carried out at B3LYP/LANL2DZ level (in solvents water) and utilized to perform optimized geometry and to predict the compound's electronic reactivity using FMO and NBO analyses. An excep- tionally low HOMO–LUMO gap of 0.30 eV indicates high electronic reactivity, and, thus, possible functional applications. Theoretical geometry parameters were in very good agree- ment with the XRD data with low standard deviation on bond lengths (0.06%) and bond an- gles (0.016%). The geometries of hydrogen bondings, in aqueous solution, were unchanged with respect to gas phase calculation with deviations below 2%, further demonstrating the reliability of the computed model and the solvent effect on geometry. Moreover, molecular electrostatic potential (MEP) mapping and Electron localization function (ELF) analyses un- veiled charge distribution and reactive sites. All in all, the experimental and theoretical meth- ods combined here can help to have a complete knowledge of the structural, electronic and the intermolecular interactions in this hybrid molecule, in addition in silico predictions revealed a promising pharmacological profile of the MDP compound, with anticancer, antiangiogenic, and anti-inflammatory activities (Pa > 0.7). Molecular docking on the TIE-2 receptor (PDB: 2GY7) showed a strong affinity of MDP (–14.1 kcal/mol) compared to Rebastinib (–10.7 kcal/mol), suggesting a superior inhibitory potential. These results support the interest in MDP as a therapeutic candidate targeting tumor angiogenesis.

Keywords: Crystal structure; Density functional theory; X-ray diffraction; Hirshfeld surface; Pyrophosphate compound.

ELECTROCHEMICAL BEHAVIOR AND ELECTROPOLYMERIZATION OF A NEW CARBAZOLE-BASED IMINE MONOMER

Assala Marir
Mounia Guergouri
Laboratory of Materials Chemistry, Constantine, Frères Mentouri University, Constantine 25000, Algeria.

Rafik Bensegueni
Laboratory of Materials Chemistry, Constantine, Frères Mentouri University, Constantine 25000, Algeria.
Mohamed Cherif Messaadia University, 41000 Souk Ahras, Algeria.



The imine derivative *N-(9-ethyl-9H-carbazol-3-yl)-1-(1H-indol-3-yl)methanimine* (IIC) was synthesized through a Schiff-base condensation between 3-amino-9-ethylcarbazole and 3-formylindole in ethanol under reflux conditions. The structure of the compound was fully confirmed by spectroscopic methods, including FT-IR, UV–Vis, and NMR analyses.
The electrochemical behavior of IIC was evaluated by cyclic voltammetry in Bu_4NBF_4/CH_2Cl_2 (0.1 M). The molecule exhibits a reversible oxidation process associated with the carbazole unit, allowing the estimation of its frontier molecular orbital energies. Electropolymerization was successfully achieved under the same electrolyte conditions, forming a conductive polymer film on the platinum electrode. The resulting polymer displays modified redox potentials and a reduced band gap compared to the monomer, demonstrating increased conjugation and improved electronic delocalization within the polymeric backbone. These results highlight the potential of IIC as an attractive electroactive monomer for the development of organic electronic and optoelectronic materials.
Keywords: Schiff-base monomer, Electropolymerization, Conjugated polymer, and Conducting polymer.

EFFECT OF RISK COMMITTEE INDEPENDENCE ON FINANCIAL PERFORMANCE OF COMMERCIAL BANKS IN NIGERIA

Yusuf Ahmed Tijjani
Department of Business Administration, Faculty of Management Science, Ahmadu Bello University Zaria
Zaharaddeen Khamis
Department of Banking and Finance, Kaduna Polytechnic

Abstract
This study investigates the effect of risk committee independence on the financial performance of commercial banks in Nigeria, focusing on the period 2013–2024. Despite extensive research on corporate governance, empirical evidence on how independent risk committees influence bank profitability in emerging markets remains limited. Using a purposive sample of 14 Nigerian commercial banks, the study examines three proxies of risk committee independence: risk committee independence ratio (RCI), independent chair dummy (RIC), and CEO membership on the committee (RCE). Financial performance is proxied by return on assets (ROA) and return on equity (ROE), while bank size (logTA) and leverage (Equity/Assets) are included as control variables. Data were extracted exclusively from audited annual reports, and panel fixed-effects regression with clustered standard errors was employed. The results show that RCI and RIC have a positive and significant relationship with both ROA and ROE, while CEO membership (RCE) exhibits a weaker, but still positive, influence. The models achieved R^2 values above 0.65, and all diagnostic tests for autocorrelation, heteroskedasticity, and multicollinearity were within acceptable thresholds. Findings support agency, resource dependency, and stewardship theories, suggesting that independent risk committees enhance monitoring effectiveness and improve bank profitability. The study contributes to governance literature in emerging economies and provides practical guidance for regulators and bank boards seeking to strengthen risk oversight frameworks..

Keywords: Risk Committee Independence; Corporate Governance; ROA; ROE; Commercial Banks; Nigeria.

FUNGI AND BIOPOLYMERS: AN ECO-FRIENDLY ROUTE FOR CHITOSAN PRODUCTION

Zakaria FAHYM
Biotechnology and Sustainable Development of Natural Resources Unit (UB2DRN), Polydisciplinary Faculty, Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal (MOROCCO)
Chemical Processes and Applied Materials Laboratory (LPCMA), Polydisciplinary Faculty, Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal (MOROCCO)

Amine MOUBARIK
Chemical Processes and Applied Materials Laboratory (LPCMA), Polydisciplinary Faculty, Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal (MOROCCO)

Abdelouahed HAJJAJI
Biotechnology and Sustainable Development of Natural Resources Unit (UB2DRN), Polydisciplinary Faculty, Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal (MOROCCO)
Chemical Processes and Applied Materials Laboratory (LPCMA), Polydisciplinary Faculty, Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal (MOROCCO)

ABSTRACT:Chitosan, traditionally obtained from crustacean shells, suffers from several limitations including seasonal availability, compositional variability and the use of harsh chemical treatments. Fungal biomass emerges as a sustainable and eco-friendly alternative for chitosan production. Fungi offer continuous and controlled biomass generation, with rapid growth rates on simple or agro-industrial waste substrates, supporting circular bioeconomy strategies. Their cell walls contain chitin of high purity, requiring fewer demineralization and deproteinization steps, thereby reducing energy and chemical consumption during extraction.This approach enhances process efficiency while providing a more standardized and high-quality chitosan suitable for biomedical, food and environmental applications. Advancements in fungal strain selection and bioprocess optimization further reinforce the potential of fungi as a reliable and sustainable source for future chitosan production.
Key words : Fungal biomass – Sustainable source – Chitin – Chitosan – Eco-friendly

NUMERICAL SIMULATION OF THE PROTON EXCHANGE MEMBRANE ELECTROLYZER PERFORMANCE

Ibrahim NACHIT
https://orcid.org/0009-0003-6238-8434, Laboratory of Renewable Energy and Dynamic of Systems, Faculty of Sciences Ain Chock, PO Box 5366 Maarif, Casablanca, MOROCCO.

Abstract:
In the global pursuit of sustainable energy solutions, hydrogen has emerged as a cornerstone for a cleaner future, offering a versatile and carbon-free alternative to fossil fuels. Among the various methods of hydrogen production, water electrolysis using Proton Exchange Membrane (PEM) electrolyzer has garnered significant attention due to its seamless integration with renewable energy sources such as wind and solar power. PEM electrolyzers are particularly valued for their high efficiency, fast dynamic response, and compact design, making them ideal for decentralized hydrogen production in renewable energy ecosystems.
This study delves into the critical influence of current density and temperature on the performance of PEM electrolyzer, parameters that are essential for optimizing hydrogen production. Utilizing a robust theoretical model, we examine the interplay between these parameters and their impact on key performance metrics, including cell voltage, output power, efficiency, and the hydrogen production rate. The results reveal that while increasing current density can significantly boost hydrogen output, it also raises cell voltage and reduces efficiency. On the other hand, higher operating temperatures enhance reaction kinetics, resulting in lower cell voltages and improved efficiency, though caution is required to prevent material degradation at extreme temperatures.
These findings offer valuable guidance for optimizing PEM electrolyzer operation, balancing hydrogen production with efficiency, and ensuring the durability of the system. This research contributes to the refinement of PEM electrolyzer technologies, enabling their effective integration into renewable energy systems and advancing the broader goal of a sustainable and resilient energy future.
Keywords: Electrolyzer; Hydrogen; Proton Exchange Membrane; Current density; Temperature.

VALORIZATION OF THE ALGAL BIOMASS OF *DUNALIELLA SALINA* FROM THE WESTERN SALT FLATS OF ALGERIA

ADJOUDJ Abdellatif
Department of Ecology and Environment, Faculty of Nature and Life Sciences, University of Tipaza, Algeria.

Dunaliella salina is a chlorophyceous microalgae that has evolved to live in extreme environmental conditions. It is known for its powers to synthesize beta carotene and glycerols in cases of stress caused by high temperatures and high salinities.

An eco-biological study of this species was carried out in the two sebkhas of western Algeria: the salt pans of Bethioua (Arzew) and the Sebkha of Oran. Sampling of water and red-spotted salts was carried out during the four seasons of the year and in several sites to identify the presence of *Dunaliella salina* in the two Sebkhas. A comparison with a productive strain was tested in the laboratory to compare the performance in multiplication and production of beta carotene.

The results confirmed the presence of *Dunaliella salina* in the Bethioua salt pans and its absence in the sites visited in the sabkha of Oran. Cultures in the laboratory are being carried out and other surveys are planned to carry out screening in the salt pans of western Algeria with the aim of knowing and selecting high-performance strains for small-scale production.

Keywords: *Dunaliella salina*, Bethioua Saltworks, Sebkha of Oran, beta carotene.

DEVELOPMENT AND FORMULATION OF ANTIBIOTIC-LOADED MICROPARTICLES LOADED IN HYDROGEL FOR TOPICAL APPLICATION OF DFU

Amit Magar
Dr Aamir Mirza
Prof. Zeenat Iqbal
Ayesha Siddiqui, Fairy
Rahmuddin Khan
School of Pharmaceutical Education and Research, Jamia Hamdard, New Delhi 110062

Background:

Diabetic Foot Ulcer (DFU) is a chronic, non-healing wound on the foot of a person suffering from diabetes for a long time. Diabetes hampers normal wound healing via multiple interconnected pathways, such as peripheral neuropathy, ischemia, and poor blood supply, leading to poor healing of wounds that persist for weeks to months. If not treated in time, there is a further complication of Diabetic Foot Infection (DFI), where the microenvironment of the wound and compromised immune system provides the best condition for microbes to grow without any interference, which then forms biofilms, which are the main reason behind antibiotic resistance pathways. Ultimately, this leads to lower extremity amputation and morbidity.

Objective:

1. To perform in silico validation of the inhibitory action of the antibiotic against the MRSA biofilm-related gene.
2. To perform preformulation of API
3. To formulate and optimize the formulation
4. To perform in vitro and in vivo studies.

Result and Discussion:

Molecular docking of antibiotics against Alpha Fold-predicted IcaA, IcaB, and IcaC from MRSA strains revealed the strongest binding to IcaA (-8.4 Kcal/mol), supporting its primary role in antibiofilm activity via PNAG synthesis inhibition for DFU therapy. Lower affinities for Ica B (-6.2 kcal/mol) and IcaC (-7.9 kcal/mol) indicate secondary interactions.

The drug was characterized by physicochemical methods. The physical parameter includes appearance, colour, and odour, observed to be white crystalline powder with no odour. The solubility was determined in distilled water, phosphate buffer saline (pH 7.4), and methanol and found to be 2.8 mg/ml, 3.4 mg/ml, and 6.2 mg/ml, respectively.

UV spectroscopy of the drug was performed in distilled water, phosphate buffer saline (pH 7.4), and methanol. The spectrum was obtained. They were found at 251nm, 251nm, and 257nm, respectively. FTIR of the drug sample was determined, and the peaks were observed within the standard frequency range of the drug.

Keywords: Diabetic Foot Ulcer (DFU), Diabetic Foot Infection (DFI), biofilm

ASSESSING COGNITIVE FUNCTIONING AND BASIC CONCEPT DEVELOPMENT IN CHILDREN WITH AUTISM AND TYPICALLY DEVELOPING CHILDREN

Soyed Rakibuzzaman Roky
M.Sc Student,Clinical & Counseling Psychology, Jagannath University,Dhaka,
(Responsible Author) ORCID: 0009-0008-9436-5401
Dr. Akram Uzzaman
Professor, Department of Psychology,Jagannath University,Dhaka,
Akhi Akter Dola
M.Sc Student,Clinical & Counseling Psychology, Jagannath University,Dhaka,
Al Amin Shuvo
M.Sc Student,Clinical & Counseling Psychology, Jagannath University,Dhaka,
Rakibul Islam Jehad
M.Sc Student,Clinical & Counseling Psychology, Jagannath University,Dhaka,
Sagota Deb
M.Sc Student,Clinical & Counseling Psychology, Jagannath University,Dhaka,

Abstract
This study examines cognitive functioning and basic concept mastery in children with Autism Spectrum Disorder (ASD) compared to their typically developing (TD) peers. The research aims to explore cognitive differences, their implications for learning, and the role of socio-cultural factors in shaping cognitive development. A comparative research design was utilized, employing the Cognitive Failure Questionnaire to assess cognitive abilities and the Boehm Test of Basic, selected through convenience sampling from educational and therapeutic institutions. Statistical analyses, including t-tests and correlation analyses, examined group differences and relationships between cognitive functioning and basic concept mastery. Results indicated that children with ASD scored significantly lower in basic concept mastery ($M = 29.30$, $SD = 8.517$) than TD children ($M = 47.96$, $SD = 2.368$). Similarly, cognitive failure functioning was higher in children with ASD ($M = 58.55$, $SD = 11.532$) compared to TD children ($M = 34.67$, $SD = 17.322$), with statistically significant differences ($p < .05$). A significant correlation between cognitive functioning and basic concept mastery reinforced the interconnected nature of executive functioning and conceptual learning in ASD. Gender-based differences within the ASD group were not statistically significant. These findings underscore the need for targeted interventions and culturally adapted educational strategies to enhance cognitive development in autistic children. Future research should focus on longitudinal studies and culturally relevant assessment tools to better support children with ASD in diverse socio-economic contexts.
Keywords: Autism Spectrum Disorder (ASD), Cognitive functioning, Basic concept mastery, Executive functioning

INTEGRATED SOLAR DESALINATION SYSTEM WITH THERMAL STORAGE AND ENERGY RECOVERY

Badre Zinaoui
Pr.Labjar Najoua
Pr.EL Hajjaji souad
Chemistry Department, Mohammed V University in Rabat
4 Avenue Ibn Battouta, P.O. Box 1014, Rabat, Morocco

Abstract:
This work focuses on the development and optimization of an integrated solar desalination system that combines photothermal evaporation, thermal energy storage, and energy recovery to enhance freshwater production. The system uses high-efficiency photothermal materials to convert solar radiation into heat, enabling rapid water evaporation under low energy consumption. A thermal storage unit - typically based on molten salts or phase-change materials ensures continuous desalination during periods of low or no sunlight, thereby stabilizing the system's performance. Additionally, energy recovery components, such as heat exchangers or thermoelectric modules, are incorporated to capture and reuse waste heat, improving the overall thermodynamic efficiency. The integration of these technologies results in a highly sustainable, autonomous, and cost-effective desalination solution suitable for remote and coastal regions facing water scarcity. This approach contributes to reducing reliance on conventional, energy-intensive desalination methods while promoting clean and renewable water production.

Keywords:
Solar desalination, photothermal materials, thermal energy storage (TES), molten salts
Thermal efficiency, Hybrid solar system, Freshwater production

AN OVERVIEW OF THE SOCIAL PROTECTION SYSTEM IN INTERWAR ROMANIA

Cristian-Alin BORDEA
"Aurel Vlaicu" University of Arad, Faculty of Educational Science, Psychology and Social Work
Arad, Romania.
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-1584-0762
Professor Dr. Remus RUNCAN
"Aurel Vlaicu" University of Arad, Faculty of Educational Science, Psychology and Social Work
Arad, Romania.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-1282-4942

Abstract. ***This paper offers a descriptive examination of the development of Romania's social protection system during the interwar period, outlining the institutional, legislative, and conceptual changes that shaped early forms of social assistance and social work. Beginning with the establishment of the Ministry of Labor, Health and Social Protection in 1920, the study traces the shift from fragmented, charity-based practices to a more organized framework of state-administered welfare. The analysis also reviews the contributions of key actors and institutions that influenced emerging professional practices in the field. Drawing on document analysis and a review of the existing literature, the paper reconstructs the chronological development of social protection mechanisms, identifies the major institutional structures involved, and clarifies how the concepts of social protection, social insurance, and social assistance were defined and applied within the interwar Romanian context.***

Keywords: social protection, interwar, social assistance, social work, system, service, law, ministry

EFFECT OF SEAWEED ENRICHED HUMIC ACID ON GROWTH AND YIELD OF BT. BRINJAL (*SOLANUM MELONGENA* L.)

Md. Nazmul Hasan Arfin
Sylhet Agricultural University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Chemistry, Sylhet- Bangladesh

Nabiha Tasnim Ruhi
Sylhet Agricultural University, Faculty of Agriculture, Department of Agronomy, Sylhet-Bangladesh,

MD.Rakibul Islam
International University of Business Agriculture and Technology

Sazib Akan
International University of Business Agriculture and Technology

Abdullah Al Kafi
Sylhet Agricultural University, Department of Horticulture,

Dewan Hasan Al Mostakim
X »Department of Entomology, Sylhet Agricultural University,Sylhet-3100,

Md. Rabbu Pramanik Samiu
Sylhet Agricultural University,Sylhet-3100,

Abstract
Bt. brinjal (*Solanum melongena* L.), a member of the Solanaceae family, is an economically important vegetable crop cultivated worldwide across tropical, subtropical, and warm temperate regions. It has been genetically developed to resist lepidopteran pests, particularly the Brinjal Fruit and Shoot Borer (*Leucinodes orbonalis*), through the expression of *Bacillus thuringiensis* (Bt) toxin that forms pores in the insect's digestive system. In Bangladesh, where brinjal is locally known as "Begoon," it ranks second only to potato in acreage and production. The present study evaluated the effect of seaweed-enriched humic acid on the growth and yield of Bt. brinjal using a Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications. Four treatments were applied: T_0 (control), T_1 (recommended fertilizer), T_2 (10 kg seaweed-enriched humic acid ha^{-1}), and T_3 (20 kg seaweed-enriched humic acid ha^{-1}). Humic acid enhances nutrient availability, stimulates seed germination and viability, and primarily promotes root growth. Growth parameters—plant height, leaf number, branch number, and flower number—were recorded at 30, 50, and 80 days after sowing (DAS). The highest values were observed at DAS 80, with plant height (119 cm), leaf number (130.33), branch number (26.67), and flower number (63.35). Yield performance revealed maximum production in T_2 (21.15 ton ha^{-1}), followed by T_3 (16 ton ha^{-1}), T_1 (12 ton ha^{-1}), and minimum in T_0 (12 ton ha^{-1}). The findings indicate that seaweed-enriched humic acid significantly enhances growth and yield attributes of Bt. brinjal. Therefore, its application can be regarded as an effective, eco-friendly, and sustainable supplement to improve productivity and promote sustainable agricultural systems in Bangladesh.

Key words : Bt brinjal, Fruit and Shoot Borer, Sea weed, Humic acid, Recommended fertilizer.

SUSTAINABLE NITROGEN MANAGEMENT FOR REDUCING ENVIRONMENTAL IMPACTS IN AGRICULTURE

ELABBARI Chaimaa
Pr. Labjar Najoua
Pr.EL Hajjaji souad
Chemistry Department, Mohammed V University in Rabat
4 Avenue Ibn Battouta, P.O. Box 1014, Rabat, Morocco

Abstract

In agriculture, soil and water pollution by nitrates is significantly exacerbated by the excessive use of nitrogen fertilizers, which can lead to major environmental impacts such as eutrophication, groundwater contamination, and health risks.

Several strategies have been developed to address these issues by reducing nitrogen inputs while improving nitrogen use efficiency and maintaining agricultural productivity.

These strategies include adjusting fertilizer application rates, using slow-release fertilizers, applying precision fertilization tailored to crop needs, introducing nitrogen-fixing crops such as legumes, practicing crop rotation, and improving agricultural techniques.

These approaches not only help limit nitrogen losses to the environment but also enhance the quality of agricultural products and reduce costs for farmers. They form part of a broader effort to ensure the sustainability of agricultural systems in the face of climate change, balancing productivity, environmental protection, and resilience.

Keywords

Nitrate pollution, Nitrogen fertilizers, Groundwater contamination, Eutrophication, Precision fertilization, Sustainable agricultura, Environmental protection, Climate change resilience

EXPLOITING INDIGENOUS LEGUME BIODIVERSITY TO ENHANCE DROUGHT TOLERANCE: GERMINATION RESPONSES UNDER OSMOTIC STRESS

Dr. Meriem CHEBAANI
Département de science naturelle, Ecole Normale Supérieure Cheikh Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi – Kouba Alger. Laboratoire de Biotechnologie et Valorisation des Ressources Biologiques faculté des sciences

Dr. Fahima NABI
Université Dr Yahia Farès de Médéa [1], Laboratoire de Biotechnologie et Valorisation des Ressources Biologiques faculté des sciences, Département Sciences de la nature et de la vie, Médéa, Algérie
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-9046-6546

Dr. Habıb MOUISSA
Université Ziane Achour Djelfa, faculté SNV, Département Agrovéterinaire, Djélfa, Algérie

Abstract
Water deficit is currently one of the most critical challenges affecting agricultural production, prompting researchers to investigate plant adaptive strategies and identify drought-tolerant genetic resources. In this context, the present study examines the effects of osmotic stress—artificially induced using polyethylene glycol (PEG 6000)—on the germination behavior of selected legume species commonly cultivated in Algeria. Given the predominance of arid and semi-arid conditions in the region, assessing the early-stage response of local legume ecotypes to water shortage is essential for improving crop sustainability.

Four legume species—the 4X4 Bean, Chickpea, Sidi Aich Faba Bean, and Kalvedon Wonder Pea—were exposed to increasing PEG 6000 concentrations (0%, 5%, 10%, 15%, and 20%) under controlled laboratory conditions. Seeds were allowed to germinate in Petri dishes for seven days, during which key germination parameters, including final germination percentage, mean germination time, germination pattern, and seedling vigor, were monitored and analyzed. The experiment revealed significant interspecific differences in drought response. Sidi Aich Faba Bean and 4X4 Bean displayed higher tolerance to PEG-induced osmotic stress, whereas Chickpea and Pea exhibited lower germination performance as stress intensity increased. These findings highlight the potential of certain local genotypes as promising candidates for breeding programs aimed at enhancing drought resilience in Algerian cropping systems.

In conclusion, this study advances our understanding of legume germination under simulated water-deficit conditions and confirms PEG 6000 as a reliable agent for screening drought-tolerant germplasm. The results may support the development of more resilient legume varieties and inform improved agricultural management strategies in water-limited regions.

Keywords: osmotic stress, PEG 6000, legume germplasm, germination traits, drought resilience, Algeria.

CONTRIBUTION TO THE SPATIOTEMPORAL STUDY OF THE IMPACTS OF POLLUTION ON THE TIPAZA COASTLINE « NORTH OF ALGERIA »

Kamel BELHADJ TAHAR
University Morsli Abdellah of Tipaz*, Algéria.*
Abdellatif ADJOUDJ
University Morsli Abdellah of Tipaz*, Algéria.*
Mohammed missoum BENMEDDAH
University Abdelhamid Ibn Badis of Mostaganem*, Algéria.*

Abstract :
The Tipaza coastline is characterized by remarkable biodiversity, but is also threatened by contaminants present in the water.
Preserving the quality of the marine environmentrequires knowledge of different types of pollutants, the use of physicochemical parameters and microbiological indicators for assessing and determining the level of contamination. A multi-parameter approach is used, including monitoring microbial pollution indicators (total coliforms, fecal coliforms) and estimating nutrient concentrations in the surface waters of various stations along the port of Tipaza.
The objective of this study is to assess the impact of pollution on the water quality of the Tipaza coastline. Physico-chemical, microbiological and nutritional analyzes were carried out in different stations. The results show significant contamination, particularly in organic matter, fecal coliforms and nutrient salts, due to untreated urban waste and port activities.
The study highlights the need to improve wastewater management and step up environmental monitoring. and after the spatiotemporal determinations of the different pollutants, it is imperative to propose integrated management in the form of a legal status to the Tipaza coastline. Such a status will provide leaders with a legal instrument capable of containing any threat; this will constitute the only alternative for the future and will guarantee true preservation of the site.
Keywords: Pollution, impact ,coastline of Tipaza, spatio-temporal.

ISOLATION, IDENTIFICATION AND PHENOTYPIC ANALYSIS OF THE ORAL BACTERIAL SPECIES FROM SUPRAGINGIVAL DENTAL PLAQUE AND THEIR ASSOCIATION WITH DIFFERENT FACTORS

Dr. Mehwash Kashif *(Corresponding author)
BDS, FCPS, (M.Phil.), PhD scholar, Head of the department, Associate Professor, Department of Oral Pathology,Karachi Medical and Dental College, Karachi Metropolitan University,block M, North Nazimabad, Karachi, Pakistan
ORCID Id: 0000-0002-3125-8616
Prof. Dr. Mehmooda Kazmi
PhD Microbiology Chairperson,Dept. of Microbiology,Jinnah University for Women
Prof. Dr. Farzeen Tanwir
(PhD Periodontology, Postdoc, Sweden and Canada, BDS)
Vice Principal &Head of Department, Dept. of Periodontology, Bahria University of Health Sciences
ORCID Id: 0000-0003-0320-7544
Prof. Dr. Shazia Akbar
(PhD Microbiology, BDS)Head of the Department,Dept. of Oral Pathology,Dow Dental College
ORCID Id: 0000 -0003- 1921-2006
Fatima Mujtaba
(BS Microbiology)Jinnah University for Women
Prof. Dr. Somia Gul*(Corresponding author)
(PhD, Pharmaceutical Chemistry) Professor, Faculty of Pharmacy Jinnah University for Women
RCID Id: 0000-0002-9742-8753

Introduction:
The oral microbiome is a highly dynamic microbial ecosystem made up of Gram-positive and Gram-negative bacteria, viruses, fungi, and protozoa that contribute to the etiopathogenesis of dysbiosis, which leads to dental diseases.
Hypothesis/ Gap Statement:
Isolation, characterization, and identification of oral bacterial species from the supragingival plaque of local isolates are important for developing strategies for the prevention and early management of dental diseases.
Aim:
The objective of this study was to isolate and characterize oral aerobic, facultative anaerobic, and microaerophilic bacterial species from supragingival plaque and to evaluate the association of different demographic, phenotypic, and biochemical characteristics with the identified organisms. **Methodology:**
In this prospective cross-sectional study one hundred and one supragingival bacterial isolates were isolated from the plaque samples using a sterile swab followed by cultur. Oral bacterial species were identified through biochemical and phenotypic analysis using standardized methods.
Results:
A variety of bacteria were identified, with Gram-positive species predominating. The identified Gram positive cocci include *Staph aureus* (n=8), *Staph epidermidis* (n=7), *Staph caprae* (n=4), *Strept mitis* (n=2), *Strept angiosus* (n=1), *Strept bovis* (n=1), *Strept canis*(n=1), *Strept intermedius* (n=3), *Allaicoccus otitis* (n=2), *Enterococcus feacalis* (n=5), *Entercococcus feacium* (n=1), *Rothia mucilaginosa* (n=8) and *Micrococcus luteus* (n=5) . The Gram negative

cocci include *Neissaria mucosa* (n=1) and *Gamella haemolysans* (n=2). *Corynebacterium matruchotii* (n=6), *Lactobacillus Salivarious* (n=7), *Lactobacillus casei (*n=12), *Bacillus coagulans* (n=1), *Bacillus megaterium* (n=3), *Bacillus licheniformis* (n=1), *Actinomyces odontolyticus* (n=4), *Actinomyces viscosus* (n=1) and *Rothia dentocariosa*(n=8) were identified as Gram positive bacillus species. While Gram negative bacillus species includes *Acinetobacter lwoffi* (n=2), *Acinotobacter calcoaceticus* (n=1), *Citrobacter fruendii* (n=1) and *Enterobacter gergovea* (n=1). Statistical significant variables included gender, age, occupation, hemolysis on blood agar, bile esculin hydrolysis, catalase, oxidase, ONPG, CIT, MALO, ODC, UREA, VP, GEL, nitrate, sucrose, mannitol, melibiose, and raffinose.

Conclusion:

It has been concluded that multiple and variable Gram-positive and negative bacterial species have been isolated from supragingival dental plaque of local isolates. The demographic, phenotypic, and biochemical characteristics demonstrated statistically significant associations with the identified organisms.

Keywords:

Biofilm; Oral Health, Oral Bacterial Species, Supragingival Plaque

POTENTIAL OF BIOMATERIALS DERIVED FROM AGRICULTURAL WASTE FOR THE TREATMENT OF HOSPITAL EFFLUENTS: APPLICATION TO DATE PITS AND CLOVES

SAYERH Fatimazahra
MOUHIR Latifa
SAAFADI Laila
Laboratory of Process Engineering and Environment, Faculty of Science and Technology of Mohammedia, Hassan II University, Casablanca, Morocco.

Hospital effluents are a major source of emerging pollution due to their high load of organic pollutants, pharmaceutical residues, pathogens, and antibiotic resistance genes, posing a significant risk to aquatic ecosystems and public health. In light of these threats, the implementation of advanced and effective treatment strategies is essential to limit the spread of these pollutants and protect environmental health. This not only eliminates micropollutants and pathogens, but also recovers a valuable resource for other uses such as cleaning, irrigation of green spaces, cooling circuits, etc. Due to the economic and environmental limitations of conventional treatment technologies, there is growing interest in exploring sustainable solutions based on the recovery of agricultural waste. This is the subject of the present study, which aims to explore the potential of biomaterials derived from agricultural waste, in particular date pits and cloves, for the treatment of hospital effluents. Date pits were used as a natural filter material after preparation and conditioning, while cloves were studied for their antimicrobial and adsorbent properties. The performance of the biomaterials was evaluated through the analysis of physicochemical and microbiological parameters.

The results obtained show a significant improvement in the quality of treated effluents, with a notable reduction in organic load and microbiological contamination. This innovative approach offers an environmentally friendly and economically viable alternative for complementary treatment of hospital effluents, particularly suited to developing countries, and opens up promising prospects for the development of water treatment technologies based on local natural resources.

Keywords: Hospital effluents, biomaterials, date pits, cloves, wastewater treatment.

EPIDEMIOLOGY OF CHRONIC KIDNEY DISEASE IN MOROCCAN ADULT POPULATION

Moustakim Rachida
Friki Firdaous
Barakat Imane
EL Hendaoui Hajar
Liba Habiba
Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, Training and Research Unit on Nutrition & Food Sciences, LABS, El Jadida 24000, Morocco.

Mziwira Mohamed
Laboratory of Bio-Geosciences and Materials Engineering, Higher Normal School of Hassan II University, Casablanca 50069, Morocco.

Belahsen Rekia
Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, Training and Research Unit on Nutrition & Food Sciences, LABS, El Jadida 24000, Morocco.

Introduction : Chronic kidney disease (CKD) is a growing public health problem, it represent a high economic and social burden being prevention and early detection the main strategies to decrease its burden. This study aimed to estimate the prevalence of chronic kidney disease and its associated risk factors among Moroccan population sample from Sidi Bennour province.
Subjects and Methods : The study involved 210 adult participants of 18 and over years, of both sexes, sampled from urban and rural areas of Sidi Bennour province in Morocco. Sociodemographic, baseline characteristics, Systolic and diastolic blood pressure, weight, height, and waist circumference were measured and body mass index (BMI) was calculated. Blood total cholesterol, triglycerides, glucose, and serum creatinine were determined. Subsequent glomerular filtration rate(GFR) was estimated by the modification of diet in renal disease formula and the CKD was defined by an estimated GFR (eGFR) <60 mL/min/1.73m².
Results : The participants mean age was 54,18 ±13,45 years. And the prevalence of chronic kidney disease was 4.4%. The risk factors associated with chronic kidney disease were age, hypertension, abdominal obesity metabolic syndrome and nephrotoxic treatment, that are significantly correlated with renal impairment in this study.
Conclusions : Our findings indicates that chronic kidney disease is an important global health challenge as well as its associated risk factors ; The sudy results support the need of the develepment of a strategy for prevention, detection and treatment of CKD in order to reduce its morbidity and mortality worldwide.
Keywords : Chronic kidney disease, hypertension, metabolic syndrome, abdominal obesity, nephrotoxic treatment.

SYNTHESIS OF NANOMATERIALS TO REMOVE ORGANIC IMPURITIES AND HEAVY METALS FROM AQUEOUS SOLUTIONS

Djellouli Amir
Center for Scientific and Technical Research on Arid regions CRSTRA, Biskra, 07000, Algeria
Laboratory of Water Treatment and Valorization of Industrial Wastes, Department of Chemistry, University Badji Mokhtar,
B.P.12, 23000 Annaba, Algeria

Berredjem Yamina
Laboratory of Water Treatment and Valorization of Industrial Wastes, Department of Chemistry, University Badji Mokhtar,
B.P.12, 23000 Annaba, Algeria

Yagoub Mohamed
Department of Civil Engineering and Hydrauliv,Mohamed *Khider University,Biskra*
ORCID :0000-0001-5092-2212

Guesmia Hadjer
Center for Scientific and Technical Research on Arid regions CRSTRA, Biskra, 07000, Algeria

ABSTRACT
This study's goal was to prepare and synthesize cationic and anionic biomaterials. In waters contaminated by various adsorbates that were probably present in the environment, these materials were employed as adsorbents. The various materials will be described using various methods (IRTF, DRX, MEB, BET, and ATG/DTA). Many parameters, including pH, mass, concentration, and temperature, will be controlled in order to conduct the studies of adsorption by these materials.
Removal of effluents in aqueous media, particularly the adsorption technique, which appears to be well suited to remove pollutants due to its demonstrated effectiveness and also for financial reasons, using inexpensive adsorbents like industrial and agricultural wastes.
Keywords: Water treatment, characterization, various materials, bioadsorbents, and adsorption

COMPARATIVE STUDY OF THE PHYTOCHEMICAL COMPOSITION OF *FUMARIA PARVIFLORA* FROM THREE REGIONS OF MOROCCO

Salma MAKDOUF
Laboratory of Health and Environment, Faculty of Sciences Ain Chok, Hassan II University of Casablanca (Morocco)
Karima El Bouqdaoui
Laboratory of Health and Environment, Faculty of Sciences Ain Chok, Hassan II University of Casablanca (Morocco)
Laboratory of Care, Health and Sustainable Development, Higher Institute of Nursing and Health Techniques, Casablanca (Morocco)
Abdelhakim El Makssoudi
Laboratory of Organic Synthesis, Extraction and Valorization (LSOEV), Ain Chok, Hassan II University of Casablanca (Morocco)
Mounia Cherki
Laboratory of Health and Environment, Faculty of Sciences Ain Chok, Hassan II University of Casablanca (Morocco)
Laboratory of Care, Health and Sustainable Development, Higher Institute of Nursing and Health Techniques, Casablanca (Morocco)

Abstract
Species of the *Fumaria* genus are medicinal plants known for their anti-inflammatory, antioxidant, and antidiabetic effects. Our species, *Fumaria parviflora*, locally known under different names, is a green, herbaceous, annual plant that grows in wheat fields, plains, and low hills. It is a ubiquitous species that can be found in Europe, Africa, America, Australia, and especially in high prevalence in India, Pakistan, and Iran.
In traditional medicine, this species has been used to treat numerous diseases and infections such as diabetes, digestive disorders, eczema, burns, fever, flu, headaches and toothaches, poisoning, hepatobiliary dysfunction, blood disorders, urinary diseases, and male infertility.
Despite these remarkable therapeutic potentials, few scientific studies have aimed to evaluate its biological activities. Hence, the objective of our research is to carry out a comparative study of the phytochemical composition of *F. parviflora* harvested from three different Moroccan regions (Casablanca, El Jadida, and Khouribga).
Lipids, carbohydrates, proteins, minerals, and pigments were determined using standard methods. Secondary metabolites were assessed through screening techniques. Our results showed that the chemical composition varies depending on the harvesting region, with the Casablanca sample being particularly rich in polyphenols.
Thus, we can conclude that the environmental conditions of each region influence the chemical composition of this plant.
Keywords: *Fumaria*; chemical composition; harvesting region; comparative study.

DECODING INHERITANCE PATTERNS AND HETEROSIS FOR AGRONOMIC TRAITS IN HALF-DIALLEL HYBRIDS OF *BRASSICA RAPA* L.

Mst. Shamima Yesmin
Kazi Md. Kamrul Huda
Shahanaz Parveen
Md. Harun-Ur-Rashid
Department of Genetics and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Sher-e-Bangla Agricultural University, Dhaka-1207, Bangladesh

Abstract
The experiment was carried out to evaluate the seven parents and 21 F_1 hybrid that came from 7×7 half diallel cross of *Brassica rapa*, excluding reciprocals, for twelve yield and yield contributing attributes. The half diallel mating procedure was done to develop 21 F_1 hybrids. A set of 7×7 half diallel cross (excluding reciprocals) of *B. rapa* along with their parents were evaluated to estimate genetic variability, correlation among the characters, path coefficient analysis, heterotic effects and general and specific combining ability of parents and crosses respectively at Sher-e-Bangla Agricultural University research field at Randomized Complete Block Design with three replications. Results revealed that all the observations exhibited high heritability in broad sense. Correlation revealed that at phenotypic level, plant height, number of primary branches per plant, number of secondary branches per plant and number of siliquae per plant showed positive and significant correlation with yield, while plant height and number of siliquae per plant showed significant positive association at genotypic level. Path analysis revealed that days to first flowering (0.049), days to 50% flowering (0.745), number of primary branches per plant (0.305), number of siliquae per plant (2.224), siliqua length (0.022), beak length (0.342), number of seeds per siliqua (1.734) and thousand seeds weight (0.821) has direct positive effects towards yield. Higher σ^2sca than σ^2gca was reported for all the characters, indicating non-additive gene action prevailing for the inheritance of the traits. The parental lines P5 and P6 were reported best general combiner for earliness, where P2 act as for dwarfness and P5 for yield. Among the hybrids, V15 (P3×P7), V3 (P1×P4) and V13 (P3×P5) found as best specific combiner for early maturity where V10 (P2×P6), V11 (P2×P7), V21 (P6×P7) and V7 (P2×P3) found best specific combiner for dwarfness. The crosses V2 (P1×P3) and V18 (P4×P7) found as best specific combiner for yield. In heterosis analysis, the hybrids V15 (-16.49%), V13 (-24.77%) and V19 (-16.49%) showed higher magnitude of negative heterosis over mid-parent, better parent and check variety, respectively for days to first flowering. For days to maturity, V14 (P3×P6) exhibited highest negative heterosis over mid parent (-7.98%), better parent (-10.69%) and check variety (-5.46%). For plant height, V10 (P2×P6) showed highest negative heterosis over mid parent (-16.41%), better parent (-17.91%) and check variety (-14.38%), which can be used for development of dwarf variety. For number of primary branches per plant, V7 (P2×P3) and V17 (P4×P6) represented significant amount of positive heterosis over mid parent, better parent and check variety. V18 exhibited significant positive heterosis for number secondary branches per plant over mid parent and better parent. The highest heterotic advantage for number of seeds per siliqua over mid parent and better parent was observed by V10 (P2×P6). The most heterotic hybrids over check variety for seed yield per plant were V4 (28.14%) which was followed by V2 (27.20%) and V13 (25.33%). Vr-Wr graph showed over dominance for days to maturity, number of primary branches per plant, number of seeds per siliqua and thousand seed weight, and thus heterosis breeding is important to improve those traits.

Key words: *Brassica rapa*, Combining ability, Correlation, Gene action, Heterosis

CLIMATE CHANGE IMPACTS AND ADAPTATION STRATEGIES FOR BUILDING CLIMATE-RESILIENT LIVESTOCK PRODUCTION SYSTEMS AMONG SMALLHOLDER FARMERS IN SABON GARI LGA, KADUNA STATE, NIGERIA

Bashir, M.B
National Agricultural Extension and Research Liaison Services, Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria
Lamus, Z.U
Emenuwa, G. C
Department of Vocational and Technical Education, Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria
Mukhtar, Y.
Department of Science Education, Zamfara State University, Talata Mafara
Isah, S.
Department of Vocational and Technical Education, Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria
ORCID ID: 0000-0003-0459-7097

This study examines the impacts of climate change and the adaptation strategies used to strengthen climate resilience in livestock production among smallholder farmers in Sabon Gari Local Government Area, Kaduna State, Nigeria. A descriptive survey design was employed, and data were collected from 100 smallholder livestock farmers using structured questionnaires. Findings revealed that changing weather patterns negatively affected livestock production (mean = 2.75). Increased temperatures reduced animal productivity such as weight gain and milk yield (mean = 3.41), while water scarcity during dry seasons (mean = 3.47) and increased disease outbreaks (mean = 3.34) were major challenges. Providing shade and adequate water during hot periods was the most common adaptation strategy (mean = 3.57). Respondents disagreed that government support and climate-related programs were sufficient (means = 2.15 and 2.18). Key constraints included limited access to finance (mean = 3.35), poor access to climate-resilient technologies and improved breeds (mean = 3.31), and inadequate extension services (mean = 3.41). The study recommends strengthening extension delivery, improving access to finance and climate-smart technologies, enhancing training and awareness on adaptation practices, and implementing supportive policies that promote climate-resilient livestock systems. These actions are crucial for sustaining productivity, food security, and livelihoods in the face of climate change.

Keywords: Climate change, livestock production, adaptation strategies, climate resilience, smallholder farmers, Sabon Gari, extension services, Nigeria.

THE GROWTH PERFORMANCE OF AFRICAN CATFISH (*CLARIAS GARIEPINUS*) FED DIET WITH VARYING LEVEL OF *SENNA TORA* LEAF MEAL

Umar Abubakar
Abdulrahman Dantani
Alhassan Abdullahi
Department of fisheries technology, Kebbi State Polytechnic Dakingari

ABSTRACT

The growth performance of African catfish (*Clarias gariepinus*) fed diet with varying level of *Senna tora* leaf meal was determined in 8 weeks feeding trial. The objective of this research was to assess the growth performance and feed utilization of African catfish fed diet containing varying percentage levels of *Senna tora* leaf meal. Four isocaloric and isonitrogenous diets with 35% crude protein level with varying proportions of *Senna tora* leaf meal were fed to twelve groups of juveniles of *Clarias gariepinus* with 10 individuals in each plastic bowls for a period of 56 days. The experiment consisted of four treatments replicated three times in a randomized complete block design (RCD). The diets numbered I, II, III, and IV contained 0% (control), 20%, 40% and 60% *Senna tora* leaf meal respectively. The result for this experiment showed that, the treatments had no negative `effect on the fish survival rate, food conversion ratio, growth performance, protein efficiency ratio and economic index ($P>0.05$). It was concluded that, *Senna tora* leaf meal can replace some conventional fish feed ingredients in fish feed formulation better without deleterious effect on fish growth performance and survival rate. It is also, highly suggested that further research should be conducted to determine the level of antinutritional factors presents in *Senna tora* leaves and also the best way of processing this plant apart from sun drying.

KEY WORDS: *Clarias gariepinus, Senna tora,* diets, Growth performance, meal

MODELING SPATIAL DEPENDENCE OF CHILDHOOD MALNUTRITION IN THAILAND USING OLS AND SPATIAL REGRESSION MODELS

Most. Jannatul Fardos Asha
Md. Aminur Rahman
Md. Ashraful Islam Khan
Department of Population Science & Human Resource Development, Faculty of Science, University of Rajshahi, Rajshahi-6205, Bangladesh.

Childhood malnutrition is a significant and daunting global health issue, accounting for 45% of deaths among children under five years of age. Although Thailand has achieved notable improvements in child nutrition, the spatial distribution of childhood malnutrition remain underexplored. This study examined the province-level spatial distribution and clustering of childhood malnutrition in Thailand and investigate the spatial environmental dependencies. Using data from the Thailand MICS-2022, spatial autocorrelation was assessed through Global and Local Moran's I statistics. To assess spatial dependence, we employed the OLS Regression, Spatial Lag Model, and Spatial Error Model by incorporating environmental covariates. Model performance was evaluated using the Akaike Information Criterion (AIC), likelihood ratio tests, and residual spatial autocorrelation. About 12.46% of Childhood malnutrition showed significant spatial clustering (Global Moran's $I = 0.47, p < 0.01$) with high prevalence hotspots concentrated in the northern and northeast part of Thailand and cold spots in central region. Spatial regression indicated high population density ($SLM\ \beta = 0.35,\ SEM\ \beta = 0.74;\ p < 0.001$) and household size ($SLM\ \beta = 0.22, SEM\ \beta = 0.30;\ p < 0.001$) for positively while exclusive breastfeeding ($SLM\ \beta = -2.20, SEM\ \beta = -2.59, p = 0.05$) and maximum temperature ($SLM\ \beta = -1.24\ , SEM\ \beta = -1.76\ , p = 0.05$) for negatively correlated diabetes prevalence. The SEM provided the best fit, explaining 54% ($p < 0.001$) of the spatial variation. Overall, the spatial clustering of childhood malnutrition across Thai provinces highlights the significance of region-specific, spatially informed initiatives aimed at under-five nutrition outcomes in Thailand.

Keywords
Malnutrition, Spatial modelling, MICS, Spatial dependence

GEOTECHNICAL CHARACTERIZATION OF RAW SOIL.

GACEB ASMAA CHIRAZ
Laboratory of functional and nanostructured eco-materials / University of science and technology Mohammed Boudiaf Oran
MOKHTARI FATIHA
Laboratory of functional and nanostructured eco-materials / University of science and technology Mohammed Boudiaf Oran

Abstract
A waste named V_T was characterized by geotechnical essays at the laboratory of public works west Oran Algeria, in order to define its nature: clay, binder, sand or gravel, to know some physical parameters such as plasticity, elasticity density and more. The essays applied are: grain size and sedimentometry, Atterberg limit, sand equivalent test, shrinkage limit, specific weight and density. Also, a mechanic essay was made which is shear rate. All this to divert this waste as much as a construction material.
Key words: geotechnical characterization, granulometry, Atterberg, plasticity, specific weight, density.

EXPLORING WOMEN'S PREFERENCES FOR HUSBANDS' PRESENCE IN THE DELIVERY ROOM DURING CHILDBIRTH IN NORTHERN BANGLADESH

Shah Tania Akter Sujana
Md. Mahafuzur Rahman
Begum Rokeya University, Faculty of Science, Department of Statistics, Rangpur-Bangladesh
ORCID: 0009-0008-3416-9003

Background
Despite progress in maternal health in Bangladesh, husbands are still rarely present during childbirth. Understanding women's true preferences requires looking beyond medical care to the social, cultural, and family influences. This study examines what women in northern Bangladesh feel about having their husbands by their side during childbirth and the factors that shape these preferences.
Methods
A cross-sectional study in five Rangpur districts (Oct 2023–Aug 2024) surveyed 384 women (≥18 years) via questionnaire and interviews. Demographic, sociocultural, and institutional factors were analyzed using Chi-square and logistic regression. Ethical approval was from Begum Rokeya University.
Findings
Most respondents were young (62.7% ≤30 years), and 86.2% preferred their husbands' presence during childbirth. Emotional support was the dominant motivator, with 74.2% reporting that a husband's presence would significantly improve emotional wellbeing. Preferences were strongly associated with younger age, student status, family support, positive cultural influences, and high-quality spousal communication (all $p < 0.05$). Logistic regression showed that emotional wellbeing (AOR large; $p=0.002$), communication with husbands ($p=0.006$), and supportive cultural views ($p=0.006$) were the strongest predictors of preferring husband participation. In contrast, concerns about social approval ($p=0.004$), negative family attitudes ($p=0.020$), lower empowerment ($p=0.005$), and restrictive hospital policies ($p=0.030$) significantly reduced this preference. Notably, 70% of women reported that healthcare providers had never discussed birth companionship with them, and half were unaware of facility policies, indicating significant information gaps within the health system.
Interpretation
Women's preference for husband involvement in childbirth in northern Bangladesh is driven by emotional support and sociocultural factors, while social norms, family resistance, and unclear hospital policies limit it. Promoting partner presence, empowering women, and clear facility guidelines could improve childbirth experiences.
Keywords
Husband involvement, Birth companionship, Women's preferences, Maternal health, Childbirth experience

UNVEILING CORE GENOMIC REGIONS SHAPING PRODUCTIVITY, SEED QUALITY AND STRESS RESPONSE IN SESAME (*Sesamum indicum*): INSIGHTS FROM META-QTL STUDY INTO BREEDING TARGETS

Md. Yeamin Hossain
Md. Shohag Rana
Mahfuj Ahmed
Md. Ridwanul Islam
Nishat Tasnim Ananty
Department of Genetics and Plant Breeding, Sher-e-Bangla Agricultural University, Dhaka-1207, Bangladesh
Abu Yousuf Hossin
College of Agricultural Sciences, IUBAT—International University of Business Agriculture and Technology, Dhaka, Bangladesh.
Mst. Sufara Akhter Banu
Bangladesh Agricultural Research Council (BARC), Dhaka-1215, Bangladesh
Md. Mahmudul Hassan
Department of Genetics and Plant Breeding, Patuakhali Science and Technology University, Patuakhali
Md. Golam Rabbani
Shahanaz Parveen
Kazi Md. Kamrul Huda
Md. Harun-Ur-Rashid
Department of Genetics and Plant Breeding, Sher-e-Bangla Agricultural University, Dhaka-1207, Bangladesh

ABSTRACT

Sesame is an important oilseed crop valued for its high-quality oil and rich nutritional content. Meta-QTL analysis provides a robust approach to identifying stable genomic regions controlling quantitatively inherited traits—morphological, biochemical, seed quality, yield, and stress response— in sesame across multiple environments and genetic backgrounds. A comprehensive meta-analysis focusing on morphological, yield and yield component traits, oil content and quality, and seed and capsule traits was performed to identify the consensus genomic regions and candidate genes linked to these traits and their potential role in breeding program. Published QTLs for all the available traits of sesame were collected based on LOD, PVE, and confidence intervals and projected onto a consensus map using common markers in BioMercator v4.2. QTL meta-analysis was performed via the Veyrieras algorithm and cross-validated with GWAS data. A total of 323 (52.6%) QTLs were projected on a high-density consensus map saturated with 38,972 markers, resulting in the identification of 92 meta-QTLs (MQTLs), with an average confidence interval of 4.25 cM, which was 2.14 times or 53.3% lower than the CI of the initial QTLs (9.11 cM). Among the 92 MQTLs, 19 high-confidence MQTLs with CI (≤ 5 cM) and a higher number of initial QTLs (≥ 4) were utilized to identify 2996 gene models. A comprehensive orthology analysis confirmed 71 highly reliable candidate genes associated for different traits within MQTLs. Furthermore, marker–trait associations (MTAs) identified in previous genome-wide association studies (GWAS) provide strong evidence supporting the significant involvement of these MQTLs in regulating multiple traits. The reduction of CI enhances the precision of trait mapping, thereby increasing the reliability of the identified MQTLs for practical breeding. To improve the prediction accuracy of genomic selection in sesame, the tightly linked markers associated with MQTLs for different traits can be integrated into marker-assisted breeding.

Keywords: candidate gene, genomic selection, marker trait association, meta-QTL, and sesame

TRADITIONAL MEDICINAL PLANT KNOWLEDGE AND PRACTICES IN NORTHERN ALGERIAN COMMUNITIES

Dr. Meriem CHEBAANI
[3]Département de science naturelle, Ecole Normale Supérieure Cheikh Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi – Kouba Alger. Laboratoire de Biotechnologie et Valorisation des Ressources Biologiques faculté des sciences.

Dr. Fahima NABI
Université Dr Yahia Farès de Médéa [1], Laboratoire de Biotechnologie et Valorisation des Ressources Biologiques faculté des sciences, Département Sciences de la nature et de la vie, Médéa, Algérie
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-9046-6546

Abstract
This study presents an ethnobotanical assessment of medicinal plant usage across several localities within the province of Médéa. Its objectives are to document the medicinal flora employed by local communities, characterize their therapeutic applications, and shed light on the longstanding interactions between inhabitants and their plant resources. The investigation also aims to explore the region's cultural heritage as reflected through traditional knowledge systems and ancestral healing practices.
Ethnobotanical data were collected through structured questionnaires addressing both informant characteristics and the medicinal species they utilize. A total of 250 respondents were surveyed across five areas of the Médéa region (Médéa Centre, Derrag, Berrouaghia, Ksar El Boukhari, and Aziz).
The study identified 111 medicinal plant species distributed across 53 botanical families, with Lamiaceae and Apiaceae being the most prevalent, followed by Asteraceae. Among the commonly cited species, *Mentha viridis*, *Zingiber officicinale*, and *Thymus vulgaris* were the most frequently used. Leaves constituted the most harvested plant part, and preparation methods were dominated by decoctions and infusions, most often administered orally as herbal teas. Digestive disorders represented the most commonly treated category of ailments.
Overall, the findings underscore the widespread reliance on traditional medicine in the Médéa region. They illustrate the strong connection between local communities and their medicinal plant heritage, highlighting the cultural significance and persistence of ethnobotanical knowledge in this area.

Keywords:
Medicinal plants; Ethnobotany; Traditional medicine; Herbal preparations; Lamiaceae; Apiaceae; Indigenous knowledge; Therapeutic practices; Cultural heritage.

MORPHOLOGY AND DNA BARCODES REVEAL THE PRESENCE OF THE DUCK FRESHWATER LEECH *THEROMYZON TESSULATUM* (HIRUDINIDA: GLOSSIPHONIFORMES: GLOSSIPHONIIDAE) IN NORTH AFRICA

Raja BEN AHMED
Faculté des Sciences de Tunis, Université de Tunis El Manar,
Laboratoire d'Ecologie, Biologie et Physiologie des Organismes Aquatiques LR18ES41,
Tunis, Tunisia

Abstract
We report the first confirmed occurrence of *Theromyzon tessulatum* in North Africa. In this study, species identification was supported by both morphological characters and mitochondrial DNA sequences. The taxonomic attribution was based on diagnostic morphological traits and on divergence levels observed in a fragment of the mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I (COI) gene from Tunisian specimens. The morphology of all examined individuals was consistent with the original description of the species. A DNA barcoding dataset was constructed using newly generated sequences from Tunisia together with related sequences retrieved from GenBank.
Keywords: *Theromyzon tessulatum*, DNA barcoding, first record, North Africa, Tunisia

FROM DISRUPTION TO ADAPTATION: AN INTERRUPTED TIME SERIES ANALYSIS OF COVID-19'S ECONOMIC IMPACT ON MOROCCO'S TEXTILE INDUSTRY

ARBAOUI RANIA
PHD Candidate in Management Sciences, Laboratory of Studies and Research in Management Sciences (LERSG), Faculty of Legal, Economic and Social Sciences, Mohammed V University, Rabat, Morocco,
AMZILE RAJAA
Professor of Higher Education, Laboratory of Studies and Research in Management Sciences (LERSG), Faculty of Legal, Economic and Social Sciences, Mohammed V University, Rabat, Morocco,

ABSTRACT
The Moroccan textile and apparel industry is a central pillar of the country's export-oriented industrial structure, yet its strong integration into global value chains has increased its vulnerability to external shocks. The COVID-19 pandemic constituted an unprecedented disruption, simultaneously affecting international demand, supply chains, and industrial activity. This study quantitatively evaluates the short- and long-term impact of the pandemic on Morocco's textile trade using a time-based econometric approach.
The analysis is based on monthly data on textile imports and exports, in both quantities and values, obtained from the Moroccan Exchange Office (Office des Changes) and covering the period 2014–2024. An Interrupted Time Series (ITS) design is applied, with March 2020 defined as the intervention point corresponding to the implementation of national containment measures. Segmented regression models are estimated to capture immediate level changes and post-intervention trend variations, allowing for the identification of structural breaks and recovery dynamics.
The results indicate a statistically significant negative level effect at the onset of the pandemic, particularly for trade values, reflecting sharp contractions driven by border closures, supply-chain disruptions, and reduced international demand. Import and export quantities were comparatively less affected, while export values experienced a pronounced decline, suggesting a price-driven adjustment rather than a sustained collapse in physical trade flows. Post-intervention trends reveal a gradual and persistent recovery, with trade volumes rebounding faster than values.
Overall, the findings highlight the resilience and adaptive capacity of Morocco's textile sector and demonstrate the relevance of ITS methods for assessing crisis-induced structural changes in industrial trade.
Keywords Interrupted Time Series; COVID-19; Textile Industry; International Trade; Morocco; Industrial Resilience

DESIGN, SYNTHESIS, COMPUTATIONAL STUDIES AND BIOLOGICAL EVALUATION OF PYRIDYLPIPERAZINE HYBRID DERIVATIVES AS UREASE INHIBITORS

Sumayya Akram
PhD Scholar, Department of Chemistry, Government College University Faisalabad, Pakistan
Prof. Dr. Matloob Ahmad
Department of Chemistry, Government College University Faisalabad, Pakistan
Dr. Sana Aslam
Department of Chemistry, Government College Women University Faisalabad, Pakistan

Abstract:
Urease, a nickel-dependent enzyme presents in various organisms, facilitate the decomposition of urea, executing nitrogen metabolism by producing ammonia and carbamate. This process increases pH levels, promotes pathogen survival, and may result in infections, including gastric issues like ulcers and cancer in humans. *Helicobacter pylori* utilizes urease to endure the acidic conditions in stomach and facilitates in protein synthesis. To address these infections and prevent the growth of pathogens, it is essential to inhibit urease activity; thus, derivatives of 1-(3-nitropyridin-2-yl)piperazine were synthesized. All of these newly synthesized compounds were examined for their urease inhibition potential by *in vitro* inhibition protocols. The results showed that two compounds are the potent inhibitors, having IC_{50} values of 2.0 ± 0.73 and 2.24 ± 1.63μM, respectively that are lower than the IC_{50} value of the standard thiourea, 23.2 ± 11.0 μM. The hemolysis potential of all the synthesized compounds was also determined; two compounds demonstrated good biocompatibility in human blood cells. Both these potent inhibitors exhibited feasible interactions with the active site of urease, having binding energies of −8.0 and −8.1 kcal/mol, determined by *in silico* analysis. The binding energy of thiourea was −2.8kcal/mol. Consequently, both compounds can act as important inhibitors of urease.

OPTICAL AND DIELECTRIC PROPERTIES OF MN^{2+}, CO^{2+}, NI^{2+}, ZN^{2+} FE^{3+}, AND RU^{3+}, COMPLEXES FILMS DERIVED FROM AZO-AZOMETHINE LIGAND FOR PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS

W. N. El-Sayed
Chemistry Department, Applied College in Alkamel, University of Jeddah, Jeddah, Saudi Arabia
M. M. Ebrahium
Applied College at Khulais, University of Jeddah, Jeddah, Saudi Arabia
M. Mohery
Department of Physical Sciences, College of Science, University of Jeddah, Jeddah, Saudi Arabia
J. Alkabli
Chemistry Department, College of Science, University of Jeddah, Jeddah, Saudi Arabia
Anas J. Rasras
Department of Chemistry, Faculty of Science, Al- Balqa Applied University, 19117 Al-Salt, Jordan
K. A. Aly
Applied College at Khulais, University of Jeddah, Jeddah, Saudi Arabia

Abstract

The focus of this investigation is designing and characterizing of azo-azomethine ligand, comprising a heterocyclic triazole moiety known as (2-((1H-1,2,4-triazol-5-yl)imino)methyl)-5-((4-chlorophenyl)diazenyl)phenol (**H_2L, 1**). Furthermore, monometallic Mn^{2+}, Co^{2+}, Ni^{2+}, Zn^{2+}, Fe^{3+}, and Ru^{3+} complexes were also synthesized in a simple way with an equimolar ratio. Consequently, using a range of molar conductivity, elemental, thermal, and magnetic moment measurements together with spectroscopical techniques (UV-Vis, E-mass, NMR, and FT-IR) and computational studies, the synthetics' structures were investigated. The data of various analyses revealed that the azo-azomethine ligand bonded with the Ni^{2+}, Co^{2+}, Mn^{2+}, Zn^{2+}, Fe^{3+}, and Ru^{3+} ions as a monobasic bidentate chelator, via the azomethine nitrogen and unprotonated hydroxylic oxygen atoms, adopting a tetrahedral or distorted octahedral geometry. Furthermore, computational studies utilizing DFT/B3LYP/LanL2DZ include assessment of dipole moment, global reactivity descriptors, optimized geometry, LUMO-HOMO energy gap, and molecular electrostatic potential image (MAP), which were estimated, to support the synthetics' geometrical structure. Furthermore, the optical parameters, viz. the refractive index (n) and extinction coefficient of azo-azomethine ligand and its complexes, have been precisely estimated within 233-2500 nm wavelength. The values of the optical gap (E_g) of the complex films under study decreased from 3.42 eV for H_2L to 2.44 eV for the Fe^{3+} film, while the n values (n) take the opposite trend. The values of n and E_g found are identical to those that were observed for several semiconducting materials. This implies that these films under investigation might replace several other semiconductors due to their low cost and simplicity preparation i.e., the azo-azomethine ligand can replace ZnO in photovoltaic cells, light emitted and laser diodes where the Fe^{3+} complex film can replace CdTe in solar cells and InGaAs in infrared detectors and high-speed electronics. Additionally, the dielectric and non-linear optical characteristics have been thoroughly discussed.

Keywords: optics, Azo-azomethine, DFT, dielectric properties, metallic complexes, and triazole

EVOLUTION OF UKRAINIAN SOLO SONG: FROM THE 19TH-CENTURY ROMANCE TO MODERN CHAMBER LYRICISM

Prof., PhD, Oksana Pysmenna
Department of Music Theory,Mykola Lysenko Lviv National Music Academy, Lviv, Ukraine
ORCID ID: http://orcid.org/0000-0003-0899-8613

Assoc. Prof., PhD., Svitlana MYSHKO
Department of Multicultural Education and Translation, Faculty of History and International Relations, Uzhhorod National University, Ukraine,
ORCID ID: https://orcid.org 0000-0001-6773-8219

ABSTRACT

Chamber vocal music represents one of the most organic and expressive layers of the Ukrainian professional tradition, where intimacy of expression, psychological depth, and poetic synthesis are revealed most fully. From the 19th century to the first half of the 20th century, Ukrainian solo song (solospiv) developed intensively, forming a coherent national style grounded in the interaction of poetic language, folk intonational idioms, and European compositional models. Deeply connected with the folk song heritage, this repertoire embodied both emotional naturalness and the authentic spiritual code of the nation. The lyricism and cantilena of folk melody decisively shaped the romance genre, influencing the stylistic formation of Ukrainian art song in the late 19th century.

A pivotal role belongs to Mykola Lysenko, whose cycle Music to "Kobzar" laid the foundation of a national vocal style. His synthesis of individual expression and folk intonationality became a paradigm for later composers. In the early 20th century, Kyrylo Stetsenko and Yakiv Stepovyi continued Lysenko's tradition, enriching it with new lyrical and civic dimensions. Stepovyi's cycle Barvinky (Periwinkles) demonstrates a wide range of expressive types – from intimate lyricism to socially engaged and folk-inspired styles.

During the interwar period, the genre expanded stylistically in the works of Victor Kosenko, Dmytro Klebanov, Kostiantyn Dankevych, and Yulii Meitus. Kosenko's romances display refined psychological depth, melodic lyricism, and polyphonic texture, while the lyricization of imagery became a hallmark of the era. The creative contributions of Borys Liatoshynskyi and Mykhailo Verykivskyi introduced new harmonic and expressive means – declamatory intonation, coloristic piano writing, and modernist tension. Lyatoshynsky's early vocal cycles reveal dramatic intensity and psychological reflection, crystallizing a modern type of Ukrainian chamber-vocal thinking.

The evolution of Ukrainian solo song thus traces a path from romanticized folkloric lyricism to psychologically complex modernist expressiveness. The synthesis of poetry and music, folk and professional technique, lyricism and civic pathos, created a distinctive artistic tradition that became the foundation for the further development of Ukrainian chamber-vocal art.

Keywords: Ukrainian solo song; chamber vocal music; Mykola Lysenko; Victor Kosenko; Borys Liatoshynskyi; folk intonationality; musical modernism

IDENTIFYING HIDDEN STRUCTURES IN THE TAOUDENI BASIN USING GRAVITY DATA INTERPRETATION

Yassine Charikki
Driss Khattach
Mohammed-Rachid Houari
Radia El Gout
Mohamed First University, Faculty of Sciences, Geology Department, Oujda, Morocco

Abstract
The main part of northwestern Africa is covered by the West African Craton (WAC) which manifest as two Precambrian basement shields, the Reguibat Shield (RS) to the north and the Man Shield (MLS) to the south. These shields are separated by the Taoudeni Basin (TB), an intracratonic basin mainly filled with sedimentary formations dating from the late Precambrian to Cambrian periods. The boundaries of the craton are the Anti-Atlas from the north, the Trans-Saharan belt (Pharusian and Dahomeyan Belts) to the east (PVE), the Rockelides and the Bassarides and along the Mauritanides to the West (PCW).
The Taoudeni Basin stratigraphy shows coherent sedimentary successions; Above a significant thickness of the Proterozoic series, a discordant Paleozoic succession from Cambrian to Carboniferous sediments. The basin marks a sedimentary hiatus between the Permian and the end of the Jurassic, and overlain in places by the Cretaceous and Neogene. The TB is divided into eight different sub-basins but only three sub-basins contain a large amount of Paleozoic sediments (Adrar Basin in NW, Hodh Basin in center, and the Hank Basin in the NE)
The objective of this work is to determine the main discontinuities, faults, and hidden structures delimiting the Taoudeni Basin, its sub-basins, their structure, and their structural relationship with its surrounding regions. The methodology involves using several processing techniques on gravimetric data, including upward-continuation, horizontal and vertical gradient, multi-scale analysis of lineaments.
Initial results highlight two major lineament segmentations: the first, east-west, separating the TB with the RS and MLS, and the second, mainly north-south, involving the thrusts of the Pan-African and Variscan belts to the east and west (PVE & PCW).
For the detail of the Taoudeni basin, several lineaments with variable directions segment the basin into successions of sub-basins and ridges; The E-W lineaments of significant order allow to identify the high zones which separate the sub-basins, other E-W of less significant order and with other variable directions allow the identification of the limits of the different sub-basins (Adrar, Richat, Hodh, Tambaoura, Hank, Gourma).
Keywords: Gravity data, West African Craton, Taoudeni Basin, Hidden geological units, structural units.

DESIGN AND MANUFACTURING OF MISSILE LONG SHELL COMPONENT BY CNBC TURN-MILL CENTER

Helal Uddin
Md. Naimul Haque
Department of Mechanical Engineering, Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University, Dinajpur-5200, Bangladesh

Abstract
Production of vital military components, including missile long shells, requires complete dependability and adherence to strict industry standards (AS9100, ITAR). Thin-walled, high-aspect-ratio forms force us to use high-tech machining techniques on rather hard, high-strength metals. Excessive clamping contributes to the destruction of the micro-level precision and structural integrity required for mission-critical components, while conventional serial machining and poor work holding continue to collect misalignment errors and cause the parts to deform owing to heat. This research aims to design and validate an optimized, integrated manufacturing protocol for the component utilizing a multi-axis CNC turn-mill center, focusing on single-setup efficiency, precision enhancement, and low-deflection work holding design. We are operating with Computer-Aided Process Planning (CAPP) to standardize the sequence of operation. Another adaptive work holding system, such as multi-layered sacrificial liners, which I introduced, is used to maintain the dynamism of the part during the process of cutting off the residual stress brought about by clamping. Machine settings and tool paths are optimized with the help of simulation programs to control the thermal loads and cutting forces. The turning strategy turned out to be a big improvement; with a single setup of Turn-Mill, we eradicated mistakes in re-fixturing and achieved an enormous increase in efficiency, an overall reduction in machining cycle time of over 32% in comparable projects with Turn-Mill. Measurements obtained with high-precision Coordinate Measuring Machines (CMMs) after finishing the task showed that we have reached all the critical dimensional and geometric tolerances. The proven integrated manufacturing process provides a highly accurate, repeatable, and efficient process of manufacturing these complex and thin-walled defense parts with high-quality standards and structural integrity, which are required in the aerospace environment that is challenging.
Keywords: *CNC; Missile; SolidWorks Nose Cone; Long Shell; Gyros*

ASSESSING EFFECTS OF AGRICULTURE AND INDUSTRY ON CO_2 EMISSIONS IN BANGLADESH

Md. Mahafuzur Rahman
Shah Tania Akter Sujana
Begum Rokeya University, Faculty of Science, Department of Statistics, Rangpur-Bangladesh
ORCID: 0009-0001-0871-4126

Abstract
Climate change is a critical global issue, driven primarily by the continuous rise in carbon dioxide (CO_2) levels. Addressing this challenge requires innovative solutions and proactive measures to mitigate its impact. This study investigates the impact of Bangladesh's industrialization, agriculture, and imports on CO_2 emissions, exploring both linear and asymmetric relationships to inform sustainable development strategies. Advanced modeling techniques, namely autoregressive distributed lag (ARDL) and nonlinear autoregressive distributed lag (NARDL) models are used to evaluate the impact of Bangladesh's agricultural and industrial sectors on CO_2 emissions. Time-series data ranging from 1990 to 2022 are analyzed to ensure data stationarity, employing the augmented Dickey-Fuller (ADF) test. Subsequently, the existence of non-linear associations is validated using the Brock-Dechert-Scheinkman (BDS) test, with further confirmation through bounds testing to establish both symmetric and asymmetric long-run cointegrating relationships. Long and short-run coefficients are assessed using linear and asymmetry ARDL models, revealing that industrialization contributes to increased carbon emissions in Bangladesh. While the ARDL model reports that the effect of agriculturalization on CO_2 emissions is insignificant in the long-run, the asymmetry ARDL model suggests a rapid reduction in carbon emissions due to agriculturalization, observed both in the long and short-run. Additionally, imports have considerable impact on carbon emissions. Diagnostic tests have confirmed the adequacy of the model, while stability tests have validated the estimated parameters' stability. Finally, the direction of association between variables is determined by applying linear and nonlinear Granger causality tests. This study underscores the importance of promoting sustainable industrial practices, enhancing agricultural efficiency, and regulating imports as pivotal strategies for mitigating CO_2 emissions and achieving enduring environmental sustainability in Bangladesh.
Keywords: Effect, CO_2, Emission, Agriculture, Industry, Bangladesh

MEDT INSIGHTS INTO THE REGIO AND STEREOSELECTIVITY OF 1,3-DIPOLAR CYCLOADDITIONS BETWEEN FUSED PYRROLE-2,3-DIONES AND NITRONES

Soukaina AMEUR
Molecular Modeling and Spectroscopy Research Team, Faculty of Science, ChouaïbDoukkali University, P.O. Box 20, 24000. El Jadida, Morocco

Abdellah ZEROUAL
Molecular Modeling and Spectroscopy Research Team, Faculty of Science, ChouaïbDoukkali University, P.O. Box 20, 24000. El Jadida, Morocco

Noureddine MAZOIR
Bioorganic Chemistry Team, Department of Chemistry, Faculty of Sciences, ChouaïbDoukkali University, P.O. Box 24, 24000. El Jadida, Morocco

The 1,3-dipolar cycloaddition between 1H-pyrrole-2,3-diones and nitrones was investigated using Molecular Electron Density Theory (MEDT) and DFT calculations at the B3LYP/6-311G(d,p) level in the gas phase and polar solvents. The reaction follows a concerted but asynchronous mechanism involving competing endo and exo pathways, with the endo transition state being energetically favored due to stabilizing electrostatic interactions. Regioselecivity was rationalized through activation energy analysis and frontier molecular orbital considerations, while Electron Localization Function (ELF) analysis provided detailed insight into bond formation. In parallel, molecular docking studies were performed to evaluate the biological potential of selected cycloadducts. Ligand 1 exhibited the highest binding affinity (-6.9 kcal/mol), surpassing Ligand 2 and the reference compound AZT. This work highlights the effectiveness of MEDT-based theoretical approaches in elucidating reactivity and supporting rational drug discovery.
Keywords: MEDT, DFT, ELF, 1,3-Dipolar Cycloaddition, ELF, ADME, Molecular Docking, Anti-HIV Drug Design.

POTASSIUM NITRATE HALOPRIMING ENHANCES DROUGHT STRESS RESPONSES AND TOLERANCE IN TOMATO

Amira Mufida ZHARFA
Universitas Gadjah Mada, Faculty of Agriculture, Department of Agronomy, Indonesia
ORCID: 0009-0004-8392-0204

Rudi Hari MURTİ
Universitas Gadjah Mada, Faculty of Agriculture, Department of Agronomy, Indonesia
ORCID: 0000-0002-0791-1750

Budiastuti KURNIASIH
Universitas Gadjah Mada, Faculty of Agriculture, Department of Agronomy, Indonesia
ORCID: 0000-0002-1443-637X

ABSTRACT
The problem with increasing tomato production is the impact of global climate change, which can lead to crop failure due to drought stress. One technology to overcome drought stress is halopriming with potassium nitrate (KNO_3). The study aimed to evaluate the response of tomato to halopriming with KNO_3 under various levels of drought stress. The study was conducted in April–June 2025 at Banguntapan District, Bantul Regency, Special Region of Yogyakarta, Indonesia. The experimental design used a Randomized Complete Block Design (RCBD) factorial 2×4 with three blocks as replication. The first factor was KNO_3 concentration, which consisted of 0% and 4%. The second factor was the watering interval, which consisted of once every 2, 4, 6, and 8 days. The observations were environmental, morphological, physiological, and biochemical variables. The results showed that most variables did not show an interaction between KNO_3 halopriming and watering interval, except for proline content and photosynthesis rate. Application of 4% KNO_3 increased fruit weight per plant by 9.74% compared to the control without KNO_3. A watering interval of every two days produced the fruit weight per plant of 564.24 g, while intervals of 4, 6, and 8 days reduced yields by 44.62%, 65.38%, and 84.25%, respectively. These findings indicate that the improvement in physiological responses due to KNO_3 halopriming is independent of drought stress level. In contrast, water restriction still has a substantial direct impact on reducing tomato yield.
Keywords: drought stress, potassium nitrate, seed halopriming, tomato

STRUCTURE-BASED DRUG REPURPOSING TO INHIBIT THE DNA GYRASE OF *MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS*

Balasubramani G L
School of Biotechnology, Jawaharlal Nehru University, New Delhi - 110067.
Rinky Rajput
School of Biotechnology, Jawaharlal Nehru University, New Delhi - 110067.
Manish Gupta
School of Biotechnology, Jawaharlal Nehru University, New Delhi - 110067.
Pradeep Dahiya
National Institute of Plant Genome Research, Aruna Asaf Ali Marg, New Delhi.
Jitendra K Thakur
National Institute of Plant Genome Research, Aruna Asaf Ali Marg, New Delhi.
Rakesh Bhatnagar
Banaras Hindu University, Banaras, Uttar Pradesh-221005, India
Abhinav Grover
School of Biotechnology, Jawaharlal Nehru University, New Delhi - 110067.
National Institute of Plant Genome Research, Aruna Asaf Ali Marg, New Delhi.

Short Introduction:
Drug repurposing is an alternative avenue for identifying new drugs to treat tuberculosis (TB). Although TB can be cured with anti-tubercular drugs, the emergence of multidrug-resistant and extensively drug-resistant strains of *Mycobacterium tuberculosis* H37Rv (Mtb), as well as the significant death toll globally, necessitate the development of effective drugs to treat TB.

Experiments and Key result findings:
In this study, drug repurposing approach was employed to address this drug resistance problem by screening drugbank database to identify novel inhibitors of the Mtb target enzyme, DNA gyrase. The compounds were screened against the ATPase domain of gyrase B subunit (MtbGyrB47), and the docking results showed Echinacoside, Doxorubicin, Epirubicin, and Idarubicin possess high binding affinities against MtbGyrB47. Comprehensive assessment using fluorescence spectroscopy, SPR, and CD titration studies revealed that Echinacoside as a potent binder against MtbGyrB47. Further, ATPase, and DNA supercoiling assays exhibited IC_{50} values of 2.1-4.7 μM for Echinacoside, Doxorubicin, Epirubicin, and Idarubicin. Among these compounds, the least MIC_{90} of 6.3 μM and 12 μM were observed for Epirubicin and Echinacoside, respectively. Hence, our findings indicate that Echinacoside and Epirubicin target mycobacterial DNA gyrase, inhibit its catalytic cycle, and retard mycobacterium growth. Further these compounds exhibits potential scaffolds for optimizing novel anti-mycobacterial agents that can act on drug-resistant strains.

References:
1. Agrawal A, Roué M, Spitzfaden C, Petrella S, Aubry A, Hann M, Bax B, Mayer C. *Biochem J*. 2013 Dec 1;456(2):263-73.
2. Stanger F V, Dehio C, Schirmer T. *PLoS One.* 2014 Sep 9; 9 (9):e107289. doi: 10.1371/journal.pone.0107289.

HIGH-RESOLUTION DROUGHT ASSESSMENT USING PYTHON-BASED REMOTE SENSING AND SENTINEL-2 DATA

Ziaul Haider CHOWDHURY
Hajee Mohammad Danesh Science & Technology University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, 5200 Dinajpur, Rangpur
ORCID ID: 0009-0000-7910-5304
Md. Osman Gani RASEL
Hajee Mohammad Danesh Science & Technology University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, 5200 Dinajpur, Rangpur
ORCID ID: 0009-0004-2983-8664
Md. Mahfuj Ahmed SIZAN
Hajee Mohammad Danesh Science & Technology University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, 5200 Dinajpur, Rangpur
ORCID ID: 0009-0007-6962-3942

ABSTRACT
Drought is a recurring climatic hazard that significantly impacts agricultural productivity, water availability, and rural livelihoods in northern Bangladesh. Dinajpur, a crucial agricultural district in this region, faces frequent drought conditions that affect crop yields and food security. This study introduces a novel approach by using Python-based remote sensing techniques to assess drought conditions in Dinajpur. Rather than relying on traditional GIS software, Python libraries such as SentinelHub-Py and geopandas are employed to collect and process high-resolution Sentinel-2 satellite imagery via API access. The Vegetation Condition Index (VCI) is calculated to identify agricultural drought through the detection of stress patterns in crop fields. Meteorological drought is analyzed using the Standardized Precipitation Index (SPI), which tracks rainfall anomalies over different time scales. Hydrological drought is assessed using the Standardized Water Level Index (SWI), based on groundwater-level data. These indicators—VCI, SPI, and SWI—are integrated into a Composite Drought Index (CDI), offering a comprehensive view of drought severity and spatial distribution. The Local Indicators of Spatial Autocorrelation (LISA) technique identifies significant drought hotspots and cold spots across the district. The results highlight significant spatial variability in drought conditions, demonstrating the value of Python-based remote sensing for high-resolution monitoring. This research contributes to more effective drought management, agricultural planning, and climate resilience strategies in the region, providing a cost-effective alternative to traditional GIS-based methods.
Keywords: agricultural drought, composite drought index, geopandas, groundwater-level data, python, remote sensing, sentinel-2, standardized precipitation index

THE IMPACT OF NATIONAL CULTURE ON ORGANIZATIONAL CULTURE AND ORGANIZATIONAL SUCCESS

Dr. Vivien Vágner
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-2818-8589
Eötvös Loránd University
Faculty of Education and Psychology
Budapest

Abstract

This study examines how national culture influences organizational culture and shapes the conditions required for achieving long-term organizational success. Using Hofstede's cultural dimensions as the theoretical foundation, the research analyzes the effects of power distance, uncertainty avoidance, masculinity–femininity, individualism–collectivism, long-term orientation, and indulgence on organizational structures, practices, and behaviors. A central element of the study is the comparative analysis of Hungary and Sweden, two countries that differ considerably in several cultural dimensions. While both nations score low on power distance and high on individualism, they diverge markedly in their levels of masculinity, uncertainty avoidance, and indulgence. These cultural differences lead to contrasting approaches in leadership, decision-making, conflict management, and employee expectations, which in turn shape organizational processes and knowledge management practices.

The research conceptualizes organizational success through the lens of the learning organization, emphasizing adaptability, continuous development, innovation, and collaboration. Learning organizations are viewed as essential for sustaining long-term performance, supporting knowledge retention, and enhancing competitiveness in dynamic environments. The findings highlight that cultural characteristics not only influence day-to-day organizational behavior but also determine how organizations develop, implement, and sustain effective knowledge management strategies. Understanding these cultural dynamics is crucial for designing practices that foster sustainable organizational success.

Keywords: national culture, organizational culture, Hofstede's dimensions, organizational success

DFT-BASED CHEMO- AND STEREOSELECTIVITY ANALYSIS OF THE 1,3-DIPOLAR CYCLOADDITION BETWEEN 5,5-DIMETHYL-3-METHYLENEPYRROLIDIN-2-ONE AND PHENYL(PHENYLDIAZEN-1-IUM-1-YLIDENE)METHANIDE WITH DOCKING AND ADMET EVALUATION

Fatima MOUTAKIF
Soukaina AMEUR
Ahmed BENDAOUD
Habib EL ALAOUI ABDELLAOUI
Abdellah ZEROUAL
Molecular Modeling and Spectroscopy Research Team, Faculty of Science, ChouaïbDoukkali University, P.O. Box 20, 24000. El Jadida, Morocco

A comprehensive theoretical investigation of the 1,3-dipolar cycloaddition between **5,5-dimethyl-3-methylenepyrrolidin-2-one** (R1) and **phenyl(phenyldiazen-1-ium-1-ylidene)methanide** (R2) is reported. Density Functional Theory (DFT) calculations were performed to elucidate the reaction mechanism and to rationalize the observed **chemo- and stereoselectivity**. The results indicate a highly chemoselective process, with preferential cycloaddition at the exocyclic C=C bond of the dipolarophile. The origin of Chemo and stereoselectivity was analyzed using Frontier Molecular Orbital theory, Electron Localization Function (ELF), and Parr functions. These analyses reveal that the favored transition state is governed by optimal orbital interactions and minimized steric repulsion, leading to the exclusive formation of a single cycloadduct. Thermodynamic parameters confirm that the reaction pathway is both kinetically and thermodynamically favorable. In addition, molecular docking calculations were carried out to explore the interaction modes of the theoretically generated cycloadduct with selected protein models, providing further insight into its structural and electronic features from a computational perspective.
Keywords: MEDT, DFT, ELF, 1,3-Dipolar Cycloaddition, ELF, ADMET, Molecular Docking

EXISTENCE OF PANMICTIC HILSA SHAD (*TENUALOSA ILISHA*) POPULATIONS FROM TWO LARGE RIVER ECOSYSTEMS IN BANGLADESH REVEALED BY MITOCHONDRIAL CONTROL REGION

Mumtahina Khatun
Md. Rashedul Kabir Mondol
Sharmeen Rahman
Department of Fisheries, University of Rajshahi, Bangladesh

ABSTRACT
The Hilsa shad (*Tenualosa ilisha*), or Ilish, constitutes the largest single-species fishery in Bangladesh. Hilsa is an anadromous fish, migrating from the sea to major rivers, including the Padma and Meghna, for breeding purposes. Given the increasing vulnerability of the inland Hilsa fishery due to factors like overexploitation and resource degradation, studying the genetic diversity and differentiation of riverine populations is a prerequisite for sustainable management and conservation.
This study was undertaken to estimate the genetic diversity and reveal the population structure of Hilsa shad from two large river ecosystems, the Padma and Meghna, using the mitochondrial control region (D-loop). Fin tissue samples of 60 individuals were collected from the Padma (ChapaiNawabgonj) and Meghna River (Chandpur). The analysis of 35 sequences resulted in the detection of 14 haplotypes and 16 polymorphic sites.
Both populations exhibited high haplotype diversity (H_d) (e.g., 0.901 in the Padma and 0.863 in the Meghna) but low nucleotide diversity. Critically, the estimate of genetic differentiation(F_{st}) was 0.058 ($P=0.07$), suggesting insignificant genetic differentiation between the Meghna and Padma populations. Furthermore, non-significant neutrality tests (Tajima's D and Fu's F_S) indicated the absence of selection pressure, supporting a stable, genetically equilibrium population.
All results strongly suggest panmixia (random interbreeding) in T. ilisha populations between the Meghna and Padma River systems. Therefore, the study concludes that a similar, single management plan could be effective for the sustainable Hilsa fishery in these two riverine populations in Bangladesh. This information is beneficial for effective management and conservation projects.
KEYWORDS: Hilsa Shad, Mitochondrial DNA, Genetic structure, Population.

IMMUNE CELL TYPE CLASSIFICATION AND IDENTIFICATION OF CELL TYPE-SPECIFIC GENES USING MACHINE LEARNING IN SINGLE-CELL RNA-SEQ DATA WITH FUNCTIONAL ANALYSIS AND DRUG REPURPOSING

Shah Tania Akter Sujana
Md. Mahafuzur Rahman
Begum Rokeya University, Faculty of Science, Department of Statistics, Rangpur-Bangladesh
ORCID: 0009-0008-3416-9003

Abstract
Single-cell RNA sequencing (scRNA-seq) has revolutionized the understanding of cellular heterogeneity, particularly in complex immune systems. In this study, we present a robust ensemble based computational pipeline to classify major immune cell types and identify biologically informative gene signatures using three publicly available and well-annotated Peripheral Blood Mononuclear Cell (PBMC) datasets: PBMC1, PBMC2, and PBMC3K. These datasets span nine canonical immune cell types and were preprocessed using the Seurat package with log-normalization and Z-score scaling to ensure data harmonization and comparability. We employed a one-vs-rest classification approach, independently applying three machine learning algorithms—Support Vector Machine (SVM) with a linear kernel, Random Forest (RF), and LASSO—for each cell type. Feature importance was derived through absolute SVM weight magnitudes, Mean Decrease Accuracy (RF), and non-zero coefficients (LASSO). A nested cross-validation strategy was adopted to determine the optimal number of top ranked genes, defined as the largest gene set before F1 score decline. The SVM model consistently outperformed other methods, achieving an average F1 score exceeding 98%, followed by RF with ~95%, and LASSO with a lower but reasonable ~90 % performance, particularly limited in classifying rare cell populations. The union of the top-performing gene sets from all models was subjected to Gene Ontology (GO) and KEGG pathway enrichment analysis using DAVID, revealing key immune-related biological processes and signaling cascades. To explore clinical relevance, gene-disease association networks were constructed by integrating data from OMIM, UniProt, and DisGeNET. Diseases were selected based on an adjusted Benjamini-Hochberg (BH) p-value threshold, and associated genes were identified using a kappa similarity score of 1 to ensure strong functional relatedness. Finally, gene-drug interaction analysis using DrugBank uncovered several potential repurposable therapeutic candidates targeting the identified genes. Our integrative pipeline demonstrates high accuracy and clinically meaningful gene signatures, paving the way in precision medicine.
Keywords: Immune cell classification, Machine learning, Feature selection, Drug repurposing, Gene enrichment analysis.

NARTA–VJOSA DELTA AS A CLIMATE-SENSITIVE WETLAND AND EMERGING ECOTOURISM DESTINATION: LAND-USE TRANSFORMATION, VULNERABILITY, AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT OPPORTUNITIES

Phd. Esmeralda Laçi
University of Vlora, Faculty of Human Sciences, Department of Education

Asoc. Prof. Dr. Sonila Papathimiu
University of Tirana, Faculty of History and Philology, Department of Geography

ABSTRACT

The Narta–Vjosa Delta, located along Albania's central Adriatic coast, is a highly dynamic wetland system shaped by coastal processes, river activity, and human land use. Composed of lagoons, salt marshes, agricultural areas, and coastal dunes, the region has experienced noticeable landscape changes over recent decades. This study examines spatial patterns of land-use/land-cover change and selected climate-related pressures to better understand environmental vulnerability within the delta.

Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing (RS) techniques were applied using multi-temporal satellite imagery and existing land-cover datasets to analyze changes in wetland extent, agricultural expansion, and built-up areas. Various patial indicators, including proximity to the coastline, elevation, and land-cover transitions, were used to highlight areas more exposed to flooding and coastal influence. GIS overlay and change-detection methods supported the identification of zones experiencing the most significant transformations.

Results indicate that the Narta–Vjosa Delta is undergoing continuous land-use change, driven primarily by agricultural intensification, coastal dynamics, and infrastructure development. Despite these pressures, large portions of the wetland retain high ecological value and remain sensitive to environmental disturbance. The study demonstrates that GIS and RS provide effective and accessible tools for monitoring landscape change and supporting environmental assessment in data-limited wetland environments. The findings offer a practical basis for future management strategies and contribute to improved spatial understanding of coastal wetland vulnerability.

Keywords: Wetland Dynamics, Land-Use Change, Climate Vulnerability, GIS and Remote Sensing, Ecotourism Development, Vjosa Delta, Coastal Management

AERODYNAMIC DESIGN AND PERFORMANCE EVALUATION OF BLADE ANGLE VARIATIONS IN A SMALL HORIZONTAL-AXIS WIND TURBINE

Helal Uddin
Mizanur Rahman Howlader
Md. Ashikur Jaman Sakib
Md Sohag Ahasan
Mohammod Rasel
SHARIF IBNE MIZAN AL MAHMUD
Department of Mechanical Engineering, Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University, Dinajpur-5200, Bangladesh

Abstract
The proper aerodynamic design of the rotor blade is crucial to the extraction of kinetic energy from wind using Horizontal-Axis Wind Turbines (HAWTs). Optimal blade geometry selection is crucial for small HAWTs, particularly those operating in low wind speed regimes (2–6 m/s), to maximize produced power and efficiency. The blade's chord and twist distributions must be methodically optimized to improve overall aerodynamic performance and boost produced power. To achieve peak power while maintaining ideal flow conditions around the blade's radius, this intricate design challenge necessitates thorough modeling. This study aims to utilize the Blade Element Momentum (BEM) theory for the aerodynamic design and analysis of small HAWT blades, develop a computational method for rotor design, and evaluate the effect of various blade angles on the turbine's output power. A developed Fortran program is used to optimize rotor geometry using a design approach based on the Blade Element Momentum (BEM) theory. The blade design was chosen to use the NACA 4412 airfoil. The aerodynamic performance of the blade cross-section at different blade angles was then assessed using computational fluid dynamics (CFD) analysis using ANSYS Fluent. With a peak power of 554 W at 374 rpm, the BEM optimization produced an ideal power coefficient (Cp) of 0.58 for the NACA 4412 profile. According to CFD analysis, power increases as blade angle increases, but it reaches maximum when blade angle equals 90^0. This suggests that power generation varies slightly for angles between 20^0 and 60^0. The results validate that high-efficiency rotors can be produced through careful BEM design. However, the optimal blade profile and its orientation (blade angle), which crucially controls the airflow impact and subsequent energy extraction, are both essential to the turbine's final power output.
Keywords: *Aerodynamic Optimization, Blade Element Momentum (BEM) Theory, Horizontal-Axis Wind Turbine (HAWT), NACA 4412 Airfoil, Computational Fluid Dynamics (CFD)*

MICROPLASTIC CONTAMINATION IN COMMERCIALLY IMPORTANT MARINE FINFISH AND SHELLFISH: A SYSTEMATIC REVIEW

Sayeed Hasan-Al-Banna Tanim
Department of Marine Bioresource Science, Faculty of Fisheries, Chattogram Veterinary and Animal Sciences University

Abstract:
Microplastic (MP) pollution is a prevalent threat to marine ecosystems worldwide, with great risks for seafood safety and human health, in particular for commercially harvested finfish and shellfish from coastal zones and estuaries. In this study MP prevalence, physicochemical properties, quantification and associated ecological as well as human health hazards in global coastal water were summarized using a systematic review. The studies included different commercial species (finfish: Harpadon nehereus, Engraulis encrasicolus and Micropogonias furnieri; shellfish: bivalves, gastropods and penaeid shrimp) sampled from anthropogenically impacted areas such as the Bay of Bengal, the Arabian Sea and the Northern Adriatic Sea. Finfish/crustaceans GIT or bivalves whole soft tissue were mainly digested using chemical procedures usually with 10% KOH or 30% H_2O_2 in many organs. Quantitation was done visually under a stereo microscope with polymer confirmation being obtained mostly by spectroscopic methods such as (including ATR-FTIR) and Raman analysis, the latter being an essential quality control tool. MP ingestion was documented in virtually all species examined, often at relatively high contamination levels (e.g. 100% prevalence for Micropogonias furnieri and some crab/molluscan species). Overall, abundances were highly variable and ranged from 0.07 ± 0.15 items/g (bivalves) to as high as 36.87 ± 21.03 items/g wet weight in molluscs and regressed at a range of values between 12.1 ± 6.2 items/individual (finfish). Fibers/threads were the most prevalent morphology (up to 98% of total particles, in some studies). Exclusive of size was in most cases <1 mm and common colors were transparent, blue, and black. The selected polymers types were Polyethylene (PE), Polypropylene (PP), Polystyrene (PS), Polyamide (Nylon) and Polymethyl methacrylate (PMMA). Statistical analyses often showed the great contribution of location (nearness to urban input area) and feeding habit there is higher accumulation in benthic feeders. Also, a few of the polymers were rated as indifferent to high in terms of PHI risk categories indicating sought ecological considerations. The widespread occurrence of MP contamination indicates that species of commercial interest, particularly those bivalves which are consumed whole, could be important routes for human dietary exposure. Notable drawbacks are continued lack of methodological harmonization between worldwide studies, which prevents robust quantification comparisons, and low evidence available on nanoplastics. We recommend the enactment of impactful laws targeting plastic waste management and development of integrated, standardized surveillance programs to prevent short- and long-term acute ecological risks and human health impacts.
Keywords: Microplastic ingestion, Contamination, Finfish and Shellfish, Polymer

APPLICATION OF BIOINFORMATIC TOOLS IN CELL TYPE CLASSIFICATION FOR SINGLE-CELL RNA-SEQ DATA

Shah Tania Akter Sujana
Md. Mahafuzur Rahman
Begum Rokeya University, Faculty of Science, Department of Statistics, Rangpur-Bangladesh
ORCID: 0009-0008-3416-9003

Abstract
The advancements in single-cell RNA sequencing (scRNAseq) technology have significantly transformed geno-mics research, enabling the handling of thousands of cells in each experiment. As of now, 32,068 research studies have been cataloged in the Pubmed database. The primary aim of scRNAseq investigations is to identify cell types, understand the antitumor immune response, and identify new and uncommon cell types. Traditional techniques for identifying cell types include microscopy, histology, and pathological characteristics. However, the complexity of instruments and the need for precise experimental design make it difficult to fully capture the overall heterogeneity. Unsupervised clustering and supervised classification methods have been used to solve this task. Supervised cell type classification methods have gained popularity as large-scale, high-quality, well annotated and more robust results compared to clustering methods. A recent study showed that support vec-tor machine (SVM) gives a high-quality classification performance in different scenarios. In this article, we compare and evaluate the performance of four different kernels (sigmoid, linear, radial, polynomial) of SVM. The results of the experiments on three standard scRNA-seq datasets indicate that SVM with linear and SVM with sigmoid kernel classify the cells more accurately (approx. 99 %) where SVM linear kernel method has remarkably fast computation time and we also evaluate the results using some single cell specific evaluation matrices F-1 score, MCC, AUC value. Additionally, it sheds light on the potential use of kernels of SVM to give underlying information of single-cell RNA-Seq data more effectively.
Keywords: scRNAseq, Cell type, Classification, Support vector machine (SVM), Kernel functions.

IDENTIFYING KEY INFLUENCERS OF PATIENT SATISFACTION USING AN EXPLAINABLE MACHINE LEARNING APPROACH

Md. Mahafuzur Rahman
Shah Tania Akter Sujana
[1]Begum Rokeya University, Faculty of Science, Department of Statistics, Rangpur-Bangladesh
ORCID: 0009-0001-0871-4126

Abstract
Background: Patient satisfaction is a crucial measure of healthcare quality, influencing both health outcomes and care experiences. This study aims to identify the factors influencing patient satisfaction in healthcare facilities using machine learning algorithms due to their strong predictive capabilities.
Methods: A cross-sectional survey was conducted with 312 patients from two private hospitals in Rangpur, Bangladesh. Machine learning models, including LightGBM, Random Forest, XGBoost, and CatBoost, were used to predict patient satisfaction, and SHAP value analysis was employed for interpretation.
Results: The LightGBM classifier (before SMOTE) outperforms other models across metrics, with the highest accuracy, MCC, and ROC-AUC scores, establishing it as the optimal predictive model for this study. SHAP analysis further reveals that factors such as treatment plan, age, appointment ease, waiting time, and medication details significantly influence satisfaction levels. Overall, results indicate that structured interactions, shorter waiting times, and clear communication are associated with higher satisfaction, while extended waiting times and lack of decision involvement negatively impact patient experiences.
Conclusion: To enhance patient satisfaction, healthcare providers should prioritize improving communication, reducing wait times, and offering clear treatment plans. Future research should explore additional factors to refine predictive models. The LightGBM classifier provides valuable insights into the key determinants of patient satisfaction, enabling healthcare practitioners and researchers to utilize it for targeted prediction and analysis in their specific contexts.
Keywords: Patient satisfaction, machine learning, Bangladesh, LightGBM, SHAP

THE EFFECTIVENESS OF HIGH-TONE THERAPY IN THE COMPLEX REHABILITATION OF SERVICEMEN WITH TRAUMATIC BRAIN INJURY

Alexander Plakida
State Institution «Ukrainian Research Institute of Medical Rehabilitation and Resort Therapy of the Ministry of Health of Ukraine», Odessa, Ukraine
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-7537-7596
Kostyantyn Babov
State Institution «Ukrainian Research Institute of Medical Rehabilitation and Resort Therapy of the Ministry of Health of Ukraine», Odessa, Ukraine
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-2066-6152
Sergey Gushcha
State Institution «Ukrainian Research Institute of Medical Rehabilitation and Resort Therapy of the Ministry of Health of Ukraine», Odessa, Ukraine
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-3097-5258

Abstract

Background. The vast majority of military personnel exposed to combat stress during their participation in local wars in recent decades suffer from combat post-traumatic stress disorder. One of the most frequent (and most severe) comorbidities in this category of patients is a traumatic brain injury. The use of pharmacological agents for rehabilitation is undesirable; preference should be given to physiotherapeutic procedures; so we investigated the impact of using such a physiotherapeutic treatment method as high-tone therapy. **The study aims** to investigate the possibility of using high-tone therapy in the complex rehabilitation of servicemen with traumatic brain injury. **Material and methods.** We examined 50 patients with post-traumatic stress disorder in combination with closed traumatic brain injury. Group 1 - 25 patients received standard treatment at the spa stage of rehabilitation (diet therapy, climatotherapy, balneotherapy, physical therapy, psychotherapy). Group 2 - 25 patients received a course of high-tone therapy in addition to the standard treatment. **Results.** Medical rehabilitation of patients with using high-tone therapy contributes to a significant decrease in asthenic-neurotic ($p < 0.05$), asthenic-depressive ($p < 0.01$) syndromes, has a psycho-relaxing effect in anxiety syndrome ($p < 0.01$). The use of high-tone therapy helps to reduce the severity of pyramidal symptoms and regression of the vestibular-ataxic syndrome ($p < 0.05$). The course application of high-tone therapy was accompanied by the restoration of the elastic-tonic properties of the vascular wall and the improvement of cerebral perfusion ($p < 0.05$). Under the influence of high-tone therapy, there is a positive dynamics of electrophysiological parameters, harmonization of the bioelectrical activity of the brain: a decrease in the level of intensity of slow rhythms against the background of an increase in the frequency and intensity of the alpha rhythm in both hemispheres ($p < 0.05$). **Conclusions.** The technique of high-tone therapy can be recommended in the complex rehabilitation of patients with traumatic brain injury.

Keywords. High-tone therapy, traumatic brain injury, electroencephalography

PREDICTING EXTREME EVENTS CAUSED BY CLIMATE CHANGE IN NIGERIA USING MACHINE LEARNING AND REANALYSIS OF CLIMATE DATA

ALIU, Olaniyi Habib
Federal Polytechnic Ilaro, Department of Computer Engineering, Ogun State, Nigeria
ORCID: 0009-0000-4116-1159
OLAYIWOLA, Joy Oluwabukola
Federal Polytechnic Ilaro, Department of Computer Engineering, Ogun State, Nigeria
ORCID: 0000-0001-6580-2432

ABSTRACT
Several extreme reactions to climatic conditions, such as high rain and heat waves, have been increasing in the past decades, putting immense pressure on the lives of people and infrastructure as well as the socio-economic stability of the people in Nigeria. The high rate of urbanization, alterations in the land-atmosphere interactions, and the fluctuation in climate have only made the country more susceptible to weather hazards. This paper introduces a machine learning workflow based on data to forecast the probability of extreme weather patterns due to climate in Nigeria using the ERA5 Reanalysis Dataset. The aim is to create an effective and reproducible classification model that is capable of providing support to early warning systems and climate adaptation plans with the use of easily accessible meteorological information. RA5 reanalysis data were obtained daily at the Copernicus Climate Data Store and were extracted in the case of Nigeria, and the data were collected in terms of primary atmospheric variables, i.e., near-surface temperature, total precipitation, wind speed, and surface pressure. The identification of the extreme events was reported by climatologically relevant thresholds, and the prediction problem was developed as a binary classification problem to denote extreme and non-extreme events. A balance between interpretability and predictive performance was achieved by applying three baseline machine learning models, i.e., logistic regression, decision tree, and random forest. Standard classification metrics, such as accuracy, precision, recall, F1-score, and confusion matrices, were used as model evaluation techniques. The findings suggest that the Random Forest model is better than the Logistic Regression and Decision Tree classifiers, with a better ability to represent nonlinear relationships and complex relationships among climate variables. The analysis of the feature importance shows that in Nigeria, the occurrence of the extreme events is the most important driver of precipitation and the temperature-related variables. The suggested framework is efficient in computation and is scalable; therefore, it can be deployed by climate scientists, disaster management officers, and policy formulators. This paper highlights the opportunities provided by machine learning and reanalysis datasets towards the scientific progress and innovation in climate risk forecasting and resilience planning in Nigeria.
Keywords: Climate-Induced Extreme Events, ERA5 Reanalysis Dataset, Machine Learning Classification, Random Forest, Nigeria

HOSTILE TAKEOVERS IN CORPORATE MARKETS: TRENDS, DRIVERS, AND IMPACT

Geanina Gabriela PRODAN
Alexandru Ioan Cuza University, Doctoral School of Economics and Business Administration, Department of Finance, 700057 Iasi, Romania
ORCID: 0009-0009-4860-0391

ABSTRACT
Hostile takeovers represent one of the most contentious and strategically complex forms of corporate acquisition. Unlike friendly M&A transactions, hostile bids occur when the acquiring firm seeks control of a target without the approval of its management, relying instead on direct shareholder persuasion or aggressive market tactics. This study examines the dynamics, determinants, and outcomes of hostile takeovers, emphasizing their evolution across economic cycles and regulatory environments. Implications for firm value, stakeholder relations, and long-term strategic performance are found. Friendly acquisitions are driven by synergy, while hostile takeovers target firms with poor performance and low market value relative to fixed assets. More, hostile takeovers are often disciplinary, while friendly takeovers are typically synergistic.
Keywords: Hostile takeovers, mergers and acquisitions, company development

NEUTRONIC MODELING OF A NUSCALE-TYPE SMR WITH OPENMC: ANALYSIS OF K_{EFF} AND BURNUP BEHAVIOR

CHAKROUNE Soukaina
MAGHNOUJ Abdelmajid
Laboratory of Engineering, Modeling and Systems Analysis, Department of Physics, Faculty of Sciences Dhar El Mahraz, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco

EL MAHJOUB Chakir
SIMO-LAB, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco

Abstract

As the world transitions toward cleaner and more sustainable energy systems, Small Modular Reactors (SMRs) are emerging as a promising nuclear energy solution, offering enhanced safety, operational flexibility, and improved efficiency. This study presents a neutronic analysis of a NuScale-type SMR core using the Monte Carlo simulation code OpenMC. A detailed three-dimensional model of the reactor core has been developed to perform reference calculations, including the evaluation of the effective multiplication factor (k_{eff}) and neutron flux distribution under nominal operating conditions. Additionally, a preliminary fuel depletion (burnup) study is conducted using OpenMC's depletion module to assess the evolution of the reactor's neutronic behavior over time. These simulations aim to track changes in fuel composition and their impact on core performance throughout the irradiation cycle. The initial results will be compared with available benchmark data to evaluate the accuracy and reliability of the developed model. This comparison contributes to the validation of OpenMC for advanced reactor physics studies and reinforces its credibility for neutronic simulations of industrial-scale SMR concepts.

Keywords: OpenMC, Small Modular Reactor, NuScale, Monte Carlo Method, Neutronic Modeling, Burnup Analysis, Reactor Physics

WHERE TO USE GROUNDED THEORY IN RESEARCH FOR BETTER RESULTS?

Dr. Bhawana Pal
Faculty Member, Bankers Institute of Rural Development, Kolkata

Abstract
Good research depends on correct usage of theory and methodology. Qualitative research is always considered difficult compared to quantitative and grounded theory usage is further filled with many myths. This article aims to burst those myths and show the correct usage if it. Possible benefits of using this theory has also been told along with process. Martin and Turner (1986) observed, "grounded theory is best used when no explicit hypotheses exist to be tested, or when such hypotheses do exist but are too abstract to be tested in a logical, deductive manner". The key concepts, coding methods have been enumerated so that the researcher finds it as a ready reckoner. As per Glaser & Strauss,1967, "This is where grounded theory is most appropriate—where researchers have an interesting phenomenon without explanation and from which they seek to "discover theory from data".
Keywords: Grounded theory, myths, coding and deductive.

References:

Glaser, B. G., & Strauss, A. L. (1967). *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*. **Aldine Publishing Company.**
Martin and Turner (1986). **"Grounded Theory and Organizational Research," published in** *The Journal of Applied Behavioral Science*, **Volume 22, Issue 2, pages 141-157**.

DIGITALIZATION OF DECISION-MAKING PROCESSES AND TOTAL FACTOR PRODUCTIVITY IN LARGE-SCALE ENTERPRISES: A COMPREHENSIVE REVIEW OF ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL EVIDENCE

Elmira Azizi Norouzabadi
PhD student in Financial Economics, Faculty of Economics and Management, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-2273-9855
Pegah Ghorbanpour
PhD student in Development Economics, Faculty of Economics and Management, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-5863-3761

ABSTRACT
In the era of digital transformation, the digitization of decision-making processes has emerged as a key lever for enhancing total factor productivity (TFP) in large-scale enterprises. This non-systematic review, drawing on existing organizational and technological evidence, examines the complex relationship between decision-making digitization and TFP. Advanced digital tools, such as artificial intelligence, big data analytics, cloud-based decision support systems, and the Internet of Things, shift decision-making processes from traditional and intuitive approaches toward data-driven, real-time, and predictive models. The findings indicate that these transformations significantly enhance TFP through mechanisms such as reduced operational and managerial costs, strengthened organizational innovation, improved resource allocation, and increased organizational agility. However, the positive effects in large enterprises are often accompanied by challenges, including high initial costs, organizational resistance, data security issues, and the need for technological absorptive capacity. This study emphasizes the importance of synergy between organizational changes and technology and recommends that managers of large enterprises focus on developing a data-driven culture, workforce training, and process redesign to achieve sustainable productivity. Ultimately, the results of this study provide pathways for industrial policymaking and future research in the domain of integrating digital technology into complex organizational structures.
Keywords: decision-making digitization, total factor productivity, large-scale enterprises, digital transformation, organizational innovation.

DESIGN AND DEVELOPMENT OF NOVEL APPROACH FOR FILE SHARING FOR SECURITY USING BLOCKCHAIN TECHNOLOGY : LITERATURE REVIEW

Deepak Bansal
Indian Institute of Finance, Greater Noida, India
ORCID number:0009-0001-0777-3300

Abstract: File sharing is a fundamental aspect of data management, and it is essential for collaboration, communication, and data exchange. However, file sharing systems are susceptible to security threats and data breaches, which can compromise data confidentiality, integrity, and availability. A novel approach for file sharing using blockchain technology is required which would ensures secure and decentralized file sharing. The novel approach for file sharing would use a hybrid consensus mechanism, combining proof-of-work and proof-of-stake algorithms, to ensure network security and prevent malicious attacks.

It would use multi-layer encryption to enhance file security, where files are encrypted at the user level and the blockchain level. The proposed Novel approach would also incorporates smart contract technology for file access control, where users can set permissions for file sharing and access. The proposed approach was developed and tested using a prototype implementation, and the results show that the system is secure, efficient, and scalable. The system also provides a high level of data privacy and security, making it suitable for various applications, including healthcare, finance, and government.
Keywords: Novel Approach, File sharing; Security; Blockchain, Technology

ENCOURAGING PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIPS AT THE UNIVERSITY, TOWARDS A RETURN ON INVESTMENT

Doctor RAHMOUNI Hanane
University of Oran 2 Mohamed Ben Ahmed, Faculty of economic, commerce and manag**e**ment, Department of commerce, Oran-Algeria
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-1052-6188

ABSTRACT

The university receives significant funding to strengthen scientific research and technological development, as well as for practical and teaching activities. Through the acquisition of heavy equipment, technology, and industrial facilities, the university is compelled to establish public-private partnerships to implement service delivery, which is referred to as the return on investment for the equipment and investments acquired.

An investment in a university must be profitable from an economic, social and environmental perspective.

From an economic point of view, the funding provided must be profitable through consideration of the university-business relationship, not only the business but also services within the university, just a regulatory involvement for the control and conformity of services.

The creation and encouragement of these services implies a professional life at university, a profitable job.

On a social level, these investments will also allow the university to meet the social needs of the university community and the wider public.

Encouraging the profitability of university investments is paramount, as is the creation of financial and human resources, as well as the development of ideas and projects for students.

Promoting public-private partnerships and even local university partnerships brings financial and social benefits and encouragement for the project of young researchers.

Keywords: university, profitability, investments, public-private partnership.

STRENGTHENING CYBERSECURITY AND SHARIA COMPLIANCE IN THE DIGITAL TRANSFORMATION OF SHARIA BANKING TOWARDS 2025 TECHNOLOGY TRENDS

Khaniyatun Nafiyah
Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Banking, Central Java, Indonesia
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-3516-4405
Rima Aulia
Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Tarbiyah and Teacher Education, Department of Islamic Education, Central Java, Indonesia
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-6826-5393
Faza Alfina
Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Tarbiyah and Teacher Education, Department of Islamic Education, Central Java, Indonesia
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-6826-5393

Abstract
The rapid digital transformation occurring within the Islamic banking industry offers significant opportunities to enhance service quality, operational efficiency, and customer outreach. However, the acceleration of digitalization also introduces serious challenges, particularly the growing threat of cyberattacks that may disrupt system stability, compromise data integrity, and undermine public trust. This study aims to comprehensively examine the strategies implemented by Islamic banks to strengthen cybersecurity, while simultaneously integrating compliance with Sharia principles in mitigating digital risks in anticipation of technological trends in 2025. The research employs a descriptive qualitative approach through the analysis of academic literature, Islamic finance industry reports, regulations issued by the Financial Services Authority (OJK) related to digital technology and security, as well as international standards on financial data protection.
The findings reveal that Islamic banks are adopting several cybersecurity enhancement strategies, including the use of artificial intelligence–based threat detection systems, advanced encryption technologies, biometric authentication, and the implementation of a zero-trust security architecture to prevent unauthorized access. Furthermore, the reinforcement of digital security governance must align with Sharia values such as *amanah* (trustworthiness), transparency (*shiddiq*), and justice (*'adl*), ensuring that every technological innovation preserves transactional integrity and ethical conduct in Islamic finance. Trends leading up to 2025 indicate that collaboration between Islamic banks and fintech companies, the adoption of blockchain for transactional transparency, and the improvement of cyber resilience will be key factors in building a secure and sustainable digital ecosystem. This study concludes that strengthening cybersecurity is not only a technical necessity but also an integral component of safeguarding trust and ensuring the long-term sustainability of the Islamic banking industry in the digital disruption era.
Keywords : Cybersecurity, Islamic Banking, Digital Transformation

EFFECTIVENESS OF IMPLEMENTATION OF SOCIAL INCLUSION PROGRAM FOR PERSONS WITH PHYSICAL DISABILITIES AT THE SOCIAL REHABILITY CENTER FOR PERSONS WITH PHYSICAL DISABILITIES (BRSPDF) IN MAKASSAR CITY INDONESIA

Nurul Amira Syakila
Abdul Mahsyar
Ihyani Malik
Nur Suqya Rahma
Public Administration Science Muhammadiyah University of Makassar

ABSTRACT

This study aims to analyze the effectiveness of the implementation of the Social Inclusion Program for People with Physical Disabilities at the Wirajaya Social Rehabilitation Center for People with Physical Disabilities (BRSPDF) in Makassar City using a five-indicator approach: relevance, efficiency, effectiveness, impact, and sustainability. This study uses a qualitative method with in-depth interview techniques, observation, and documentation studies of people with disabilities, program managers, and other stakeholders. The results of the study indicate that the program has high relevance to the needs of participants, especially in job skills training such as automotive, sewing, and photography, which are in accordance with the needs of the labor market. In terms of efficiency, the implementation of the program still faces budget and human resource limitations, although the management of activities is quite structured. The effectiveness of the program can be seen from the increase in self-confidence, work skills, and social participation of beneficiaries. However, not all participants have been successfully absorbed into the formal workforce. The impact of the program is marked by changes in community attitudes towards disabilities and increased individual capacity to live independently. Meanwhile, in terms of sustainability, the program still requires strengthening of post-training support, cross-sector collaboration, and funding continuity in order to provide long-term benefits. This study recommends the integration of cross-actor strategies and community-based policies to strengthen sustainable program implementation.

KEYWORDS: Social inclusion; Program Effectiveness; Phusical Disabilities

EFFECTS OF COVID-19 ON THE SHELLFISH INDUSTRY OF BANGLADESH

Maruf Hasan
Md. Nishat Hawlader
Tareq Rashid
Md. Mizanur Rahman
Department of Fisheries Technology, Patuakhali Science and Technology University, Dumki, Patuakhali-8602, Bangladesh.

Abstract: Shellfish industry is one of the most important export earning sectors in Bangladesh. However, the shellfish industry specially shellfish farming and processing industries were severely affected by the COVID-19 pandemic, which disrupted its entire value chain. The study aimed to assess the overall effects of the pandemic on shrimp, prawn, and crab farms, processing industries in three coastal districts (Khulna, Bagerhat and Satkhira), and consumer attitudes in the nationwide. Data were collected through structured questionnaires from 60 farmers, 8 processing industries, and 120 consumers via onsite and online surveys. The findings revealed significant ($p<0.05$) decrease in production capacity, price, labor supply, and consumer demand during post-COVID-19. In Bagerhat, shrimp, prawn and crab prices significantly ($p<0.05$) decreased by 67.6%, 34.9%, and 9.7%, respectively. A significant ($p<0.05$) labor shortages affected 45–70% of farms, particularly seasonal workers, and average wages also decreased. Feed and drug costs significantly ($p<0.05$) increased across all three districts, further burdening producers. Processing industries also experienced significantly ($p<0.05$) decreased in production especially Southern and Bright Seafood reported 53.24% and 68.97%, respectively. Employment in processing industries significantly ($p<0.05$) decreased to 55–60%, with employee incomes falling to 40–60%. Consumer behavior shifted notably, with shellfish consumption significantly ($p<0.05$) reduced by 7.53% respectively, with a marked change toward the alternative sources of protein, such as eggs and chicken. The rate of shellfish consumption decreased significantly ($p<0.05$) at an accelerated rate and fewer individuals consumed it on a regular basis. These results highlight the urgent need for targeted government support and policy interventions to revive shrimp, prawn, and crab farming and related processing industries in both the short and long term, ensuring resilience against future disruptions.

Key words: COVID-19, Shellfish industry, Shellfish consumption, Lockdown effects.

ACADEMIC PERFORMANCE AND FINANCIAL STRESS AS STUDENT DROPOUT PREDICTORS: EVIDENCE FROM A SECONDARY DATA

Md Shahanur Hosen
Department of Development Studies, Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University, Dinajpur, Bangladesh,

Mst Sumaiya AKter
Department of Finance and Banking, Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University, Dinajpur, Bangladesh

Pranto Roy
Department of Development Studies, Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University, Dinajpur, Bangladesh

Abstract
High levels of student dropout continue to be a significant concern for higher education, with adverse impacts on both individual student outcomes and the overall effectiveness of higher institutions. This study will explore the factors associated with student dropout based on archived secondary data from the dataset Predicting Students' Dropout and Academic Success (available through the UC Irvine Machine Learning Repository). The dataset contains information on the demographic, financial, and academic performance indicators for the 4,424 higher education students through their administrative records. In order to explore the relationship between factors and student dropout, this study used a quantitative research design, containing descriptive statistics, Chi-square testing, and a binary logistic regression to evaluate the independent variables that contributed to student dropout.
The dependent variable is the student dropout status, while the independent variables include: (a) gender; (b) tuition fee payment status; (c) debtor status; (d) admission grade; and (e) number of curricular units approved for the first semester and second semester. The overall descriptive statistic indicates 32.63% of the students dropped out from college. The Bivariate analysis found a statistically significant relationship between dropout status and gender. The multivariate analysis indicated that financial stress has the highest likelihood of promoting student dropout status; specifically, students who are unable to pay their tuition fees and have outstanding debts are at a much higher risk of dropping out of college. Also, academic performance is a significant protective factor against dropping out of college; in fact, higher admission grades and greater total number of approved curricular units, particularly in the second semester, significantly decrease the likelihood of dropping out of college. Additionally, male students appear to be more likely to drop out of college than female students.
The findings emphasize the importance of financial support mechanisms and early academic interventions to improve student retention in higher education.
Keywords: Student Dropout, Financial Constraints, Academic Performance, Higher Education

RESİM VE KONAKLAMA YÖNETİMİ: GÖRSEL SANATLAR, HİZMET ALANI VE KONUK DENEYİMİ ÜZERİNE SİSTEMATİK BİR EDEBİYAT İNCELEMESİ

Ade Irma ANGGRAENI
Universitas Jenderal Soedirman, Faculty of Economics and Business, Department of Management, 53112 Purwokerto, Central Java, Indonesia
ORCID: 0000-0001-6896-7865

Muhammad Fachrı Rahadı WARDOYO
Universitas Jenderal Soedirman, Faculty of Economics and Business, Department of Management, 53112 Purwokerto, Central Java, Indonesia
ORCID: 0009-0002-5242-1379

ÖZET
Konaklama endüstrisinin gelişimi, işlevsel hizmet odaklılığından estetik, duygusal ve anlamlı bütünsel deneyimler yaratmaya doğru bir paradigma kaymasını göstermektedir. Bu bağlamda, hizmetlerin fiziksel çevresi, misafirlerin algılarını, duygularını ve davranışlarını şekillendirmede stratejik bir rol oynamaktadır. Giderek daha fazla ilgi gören hizmet alanı unsurlarından biri, sadece dekorasyon olarak değil, aynı zamanda sembolik bir iletişim aracı, marka kimliği oluşturucu ve estetik deneyim tetikleyici olarak da işlev gören görsel sanat, özellikle de resimdir. Otelcilikte hizmet alanı ve müşteri deneyimi üzerine literatür hızla gelişmiş olsa da, otelcilik yönetiminde resim ve görsel sanatların rolünü sistematik olarak sentezleyen çalışmalar hala sınırlı ve parçalıdır.

Bu makalenin amacı, Scopus indeksli dergi makalelerine yönelik Sistematik Edebiyat İncelemesi (SLR) yaklaşımıyla, konaklama yönetiminde resmin rolünü kapsamlı bir şekilde incelemektir. İnceleme süreci, PRISMA ilkelerine göre yürütülür ve çalışma tanımlama, tarama, uygunluk ve dahil etme aşamalarını içerir. Edebiyat taraması, 2008-2025 yayın aralığıyla görsel sanatlar, resim, hizmet alanı, estetik deneyim ve konaklama yönetimi ile ilgili anahtar kelimeler kullanılarak yapılmıştır. 32 seçilmiş makale, tematik sentez tekniği kullanılarak desenleri, anahtar kavramları ve temel bulguları belirlemek için analiz edildi.

SLR sonuçları, resimlerin konukseverlikte çok boyutlu bir role sahip olduğunu göstermektedir. İlk olarak, tablolar konukların duygularını etkileyen görsel bir uyarıcı görevi görür ve seyahat memnuniyetine ve anılarına katkıda bulunan estetik bir deneyim oluşturur. İkincisi, sanat infüzyonu mekanizması aracılığıyla, resimler hizmetin değer, kalite ve lüks algısını dolaylı olarak artırır. Üçüncüsü, resim, yer duygusunu, destinasyon kimliğini ve yerel yaratıcı ekonominin sürdürülebilirliğini güçlendiren bir kültürel hikaye anlatımı aracı olarak hizmet eder. Dördüncüsü, marka konumlandırmasıyla uyumlu resim entegrasyonunun marka imajını, ağızdan ağza iletişimi ve tekrar ziyaret niyetini güçlendirmeye katkıda bulunduğu kanıtlanmıştır.

Teorik olarak, bu makale hizmet alanı, estetik deneyim ve sanat enjeksiyonu perspektiflerini tek bir kavramsal çerçevede entegre ederek konaklama yönetimi literatürünü genişletmektedir. Pratik olarak, SLR bulguları, tabloların sadece dekoratif bir unsur olarak değil, konaklama deneyimi tasarımında stratejik bir varlık olarak görülmesi gerektiğini doğrulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: resim, görsel sanatlar, hizmet alanı, estetik deneyim, sanat enjeksiyonu, konaklama yönetimi, sistematik literatür incelemesi

PAINTING AND HOSPITALITY MANAGEMENT: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW ON VISUAL ARTS, SERVICESCAPE, AND GUEST EXPERIENCE

ABSTRACT

The development of the hospitality industry indicates a paradigm shift from a functional service orientation towards creating holistic experiences that are aesthetic, emotional, and meaningful. In this context, the physical environment of the service plays a strategic role in shaping guests' perceptions, emotions, and behaviours. Although the literature on servicescape and customer experience in hospitality has grown rapidly, studies that systematically synthesise the role of painting and visual arts in hospitality management are still limited and fragmented.

This article aims to comprehensively examine the role of painting in hospitality management through a SLR approach to Scopus-indexed journal articles. The review process was conducted following the PRISMA principles. The literature search was conducted using keywords related to visual arts, painting, servicescape, aesthetic experience, and hospitality management, with a publication range from 2008 to 2025. A total of 32 selected articles were analysed using thematic synthesis techniques to identify patterns, key concepts, and main findings.

The results of the SLR show that painting has a multidimensional role in hospitality. First, paintings serve as visual stimuli that influence guests' emotions and shape an aesthetic experience, contributing to their satisfaction and travel memories. Second, through the mechanism of art infusion, paintings indirectly enhance the perception of value, quality, and luxury of services. Third, paintings serve as a medium for cultural storytelling, strengthening the sense of place, destination identity, and the sustainability of the local creative economy. Fourth, integrating paintings that align with brand positioning has been proven to contribute to strengthening brand image, word-of-mouth, and revisit intention.

Theoretically, this article expands the hospitality management literature by integrating the perspectives of servicescape, aesthetic experience, and art infusion into a single conceptual framework. Practically, the findings of the SLR confirm that paintings need to be viewed as a strategic asset in the design of hospitality experiences.

Keywords: painting, visual art, servicescape, aesthetic experience, art infusion, hospitality management, systematic literature review

CIRCULAR ECONOMY-BASED CONSTRUCTION OPTIMISATION: TECHNOLOGY, PRACTICE, AND POLICY IN CHINA AND NIGERIA

Barau Amir Sulaiman
Jiangsu University of Science and Technology, China.
ORCID ID: HTTP://ORCID.ORG/0009-0003-2952-481X

Tongsheng Zhang
South China University of Technology.

Kazeem Ibraheem Ajadi
Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria.
ORCID ID: HTTP://ORCID.ORG/0000-0002-2474-881X

ABSTRACT
With an emphasis on laws, technology, and implementation strategies that support resource efficiency, waste reduction, and sustainable material usage, this article analyzes how construction processes in China and Nigeria might be optimized using a circular economy framework. The report highlights China's comprehensive circular construction model, which is backed by a robust regulatory framework, a variety of finance options, and cutting-edge recycling technology. It does this by drawing on policy assessments, case studies, and theme synthesis. Inadequate finance, fragmented laws, low mechanization (less than 10%), and an unofficial recycling network that recovers only 18% of materials are some of the systemic obstacles that Nigeria's building industry must overcome. Critical drivers for circular optimization are identified in the study. It suggests a hybrid model that is suited to Nigeria's situation by combining community awareness efforts, training initiatives to professionalize the unorganized sector, fiscal incentives for private investment, and explicit national circular building regulations.
Keywords: Nigeria, China, Circular Economy, economic diversification, environmental sustainability.

EDUBLOCK – A BLOCKCHAIN POWERED PLATFORM FOR SECURE EDUCATIONAL CREDENTIAL MANAGEMENT AND FORGERY

O.SHRAVYA
CH.Sunil Kumar
Ms.kanimozhi R
Syeda Hifsa Naaz
Department of CSE(Artificial Intelligence and Machine Learning), Bharat Institute of Engineering and Technology,Mangalpally(v),Ibrahimpatanam,Hyderabad,501510

Abstract

Educational qualification verification is a critical process that directly impacts academic trust, employability, and institutional reputation. Traditional verification methods are often slow, paper- dependent, and vulnerable to forgery. To overcome these challenges, this project introduces ***EduBlock****, a Blockchain-powered platform for secure, transparent, and tamper-proof management of academic credentials.*

The system connects three primary stake holders ***principals, students, and employers****, And in this system, colleges and universities upload authenticated student certificates to a blockchain network, ensuring tamper-proof storage and permanent records. Once uploaded, the student receives a hash value and QR code to the register Gmail, that uniquely represents the certificate stored on the blockchain. And students can download the certificate. Students can share this QR code or hash during interviews or job applications.*

Employers and interviewers can directly verify the authenticity of the certificate by scanning the QR code or entering the hash value, retrieving the original document from the blockchain without depending on any third-party verification. Since the certificate data is stored on blockchain, it becomes immutable, transparent, and easily traceable, eliminating the chances of manipulation or duplication. This system not only prevents certificate forgery but also simplifies the verification process, reduces administrative workload, and builds trust between institutions, students, and recruiters.

This project demonstrates the transformative potential of Blockchain in academic record management by delivering a secure, reliable, and fraud-resistant verification system that benefits institutions, students, and employers alike.

Keywords: Blockchain, Credential Verification, Smart Contract, Ethereum, IPFS, QR Code, Immutability, Forgery Prevention.

AI-POWERED THREAT DETECTION IN MODERN COMPUTER NETWORKS: A COMPREHENSIVE STUDY

VINAYAKALAKSHMI T
Student of Computer Science and Engineering, Vels Institute of Science and Technology, Pallavaram, Chennai-600117
MOHANAVEL T
Student of Civil Engineering, Annamalai University, Chidambaram-608002
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0002-7877-1481

Abstract
Modern computer networks are increasingly exposed to sophisticated cyber-attacks driven by rapidly evolving threat landscapes, large-scale digitalization, and the proliferation of Internet-of-Things (IoT) devices. Traditional signature-based intrusion detection systems (IDS) are no longer adequate for identifying emerging cyber threats, particularly zero-day attacks and polymorphic malware. Artificial Intelligence (AI) has transformed network security by enabling autonomous detection, real-time analytics, and adaptive threat intelligence. This paper provides a comprehensive investigation of AI-powered threat detection methodologies, covering classical machine learning (ML) models, deep learning (DL), hybrid architectures, and behavioural anomaly detection. A robust multi-layer hybrid model combining Random Forest (RF), Autoencoders, and Long Short-Term Memory (LSTM) networks is proposed and evaluated using benchmark datasets (NSL-KDD, CICIDS2018). Experimental results demonstrate that the hybrid system significantly enhances detection accuracy (97.4%), reduces false positives, and provides high generalization capability for diverse cyber threats. This study also highlights implementation challenges, adversarial vulnerabilities in AI systems, and future research pathways in federated security, edge AI, and adversarial defence strategies.
Keywords: Artificial Intelligence, Machine Learning, Deep Learning, Intrusion Detection, Cybersecurity, Anomaly Detection, Network Security, Zero-Day Attacks, Threats.

Introduction
1.1 Background and Motivation
With the exponential growth of global digital networks, cybersecurity threats have become more sophisticated, persistent, and damaging than ever before. Organizations across domains including finance, healthcare, governments, and critical infrastructure depend extensively on interconnected systems, cloud platforms, and wireless communication. This expansion has widened the security perimeter and introduced numerous attack surfaces. Simultaneously, the rise of IoT devices has resulted in billions of insecure endpoints functioning as potential entry points for adversaries.

Traditional cyber defence strategies, based on rule-based and signature-based intrusion detection, suffer from limited adaptability. Attackers frequently modify payloads, adopt encrypted communication, or deploy stealthy strategies that evade static security systems. For example, Advanced Persistent Threats (APTs) leverage multi-stage infiltration techniques, making early detection extremely challenging.

Artificial Intelligence has emerged as a powerful solution to these limitations. AI enables systems to learn network behaviour, detect anomalous patterns, classify threats with high accuracy, and adapt to evolving threat signatures without human intervention. Machine learning models can process high-volume network logs, while deep learning architectures can extract complex temporal and spatial correlations from traffic sequences.

1.2 Problem Definition

The increasing complexity of cyber-attacks demands advanced detection mechanisms capable of:

- Identifying unknown (zero-day) attacks
- Recognizing subtle anomalies in traffic patterns
- Detecting multi-stage attack sequences
- Ensuring scalability across large networks
- Providing real-time threat intelligence

Legacy IDS fail to meet these requirements, necessitating AI-powered solutions.

1.3 Objectives of the Study

This research aims to:

1. Provide a detailed overview of AI-powered threat detection techniques.
2. Develop a hybrid multi-model architecture integrating RF, Autoencoders, and LSTM.
3. Evaluate performance across benchmark datasets.
4. Compare AI models against traditional IDS approaches.
5. Identify challenges, limitations, and future research directions.

2. Literature Review

2.1 Traditional Intrusion Detection Systems (IDS)

Classical IDS such as Snort and Suricata rely on predefined signatures. While effective against known threats, they fail when attackers modify payloads, encrypt communications, or utilize unknown exploit vectors.

Limitations

- No ability to detect zero-day attacks
- High false positives
- Dependence on manual rule updates
- Inability to learn new behaviour patterns

2.2 Evolution of Machine Learning for Cybersecurity

Early ML-based IDS applied algorithms such as:

- Support Vector Machines
- Naïve Bayes
- Decision Trees
- Logistic Regression

ML provided improved detection accuracy but required extensive feature engineering and offered limited performance in large-scale dynamic networks.

2.3 Deep Learning in Intrusion Detection

Deep learning addresses many limitations of ML:

LSTM Networks

Effective in capturing long-term dependencies in traffic sequences; notably useful for detecting slow-paced attack patterns.

Autoencoders

Learn "normal" network behaviour and identify deviations ideal for zero-day detection.

CNNs for Traffic Analytics

Used to analyse packet structures, although less effective for sequential data.

GAN-based Models

Used for advanced anomaly detection and adversarial learning frameworks.

2.4 Hybrid AI Approaches

Recent studies demonstrate that combining ML and DL yields superior performance, particularly in reducing false positives and improving generalization.

3. Methodology

The proposed hybrid threat detection system comprises several phases:

3.1 Dataset Details

NSL-KDD

- Improved version of KDD Cup 99
- Contains Normal, DoS, Probe, U2R, and R2L traffic
- Avoids redundant records

CICIDS2018

- Simulates realistic modern attack scenarios
- Includes DDoS, Botnet, Brute Force, SQL Injection, XSS, Infiltration

3.2 Data Preprocessing

- Noise removal
- Handling missing data
- Standardization using Min-Max normalization
- One-hot encoding of categorical values
- Balancing using SMOTE for minority classes

3.3 Feature Selection & Extraction

Techniques applied:

- Random Forest importance ranking
- Principal Component Analysis
- Correlation-based feature elimination

3.4 Model 1: Random Forest Classifier

RF provides robust feature interaction modelling and is highly interpretable.

3.5 Model 2: Autoencoder

Learns compact representation of normal traffic; anomalies produce high reconstruction error.

3.6 Model 3: LSTM-based DNN

Captures time-series behaviour for detecting multi-stage attacks.

3.7 Ensemble Integration Strategy

Predictions from all three models are combined using a weighted-voting mechanism.

3.8 Evaluation Metrics

- Accuracy
- Precision, Recall
- F1 Score
- ROC-AUC
- False Positive Rate (FPR)
- Confusion Matrix

4. Experimental Results

4.1 Model Performance Overview

The hybrid model achieved the highest accuracy among all tested models.

Table 1: Performance Metrics

Model	Accuracy	Precision	Recall	F1 Score
Random Forest	94.3%	92.8%	91.7%	92.2%
Autoencoder	89.5%	87.2%	88.1%	87.6%
LSTM Network	96.1%	95.4%	94.8%	95.1%
Hybrid Ensemble	**97.4%**	**96.8%**	**96.2%**	**96.5%**

4.2 Analysis of Strengths

- Hybrid approach reduces false positives by 40–60%.
- LSTM captures long-term sequential features.
- Autoencoder successfully detects zero-day activity.
- RF adds interpretability and boosts ensemble accuracy.

4.3 Real-Time Deployment Feasibility

The model was tested in simulated environments and demonstrated stable performance under high network loads.

4.4 Comparative Analysis with Existing Literature

The proposed model outperforms several recent DL-based IDS frameworks by 3–8%.

5. Discussion

5.1 Key Findings

- AI significantly enhances detection of unknown threats.
- Ensemble learning offers robust performance across diverse datasets.
- Temporal modelling is essential for identifying multi-stage attacks.

5.2 Limitations

- Deep models require high computational resources.
- Vulnerable to adversarial attacks (evasion and poisoning).
- Real-time deployment in IoT networks remains challenging.

5.3 Practical Applications

- Enterprise networks
- Cloud security
- IoT and edge systems
- Smart city digital infrastructure
- Banking and financial security

6. Conclusion

AI-powered threat
detection represents a paradigm shift in modern cybersecurity defence. The hybrid architecture proposed in this study demonstrates significant improvements over traditional IDS and single-model approaches. With high detection accuracy, low false positive rates, and adaptability to evolving threats, AI-driven systems are essential for securing large-scale network environments. Future work should focus on adversarial robustness, cross-domain model transferability, and lightweight AI models for IoT edge devices.

References

Denning, D. E. (2017). An intrusion-detection model. *IEEE Transactions on Software Engineering, 13*(2), 222–232. https://doi.org/10.1109/TSE.1987.232894

Kim, J., Kim, J., & Kim, H. (2020). Long short-term memory recurrent neural network classifier for intrusion detection. *International Journal of Computer Networks & Communications, 12*(1), 1–10. https://doi.org/10.5121/ijcnc.2020.12101

Moustafa, N., & Slay, J. (2016). The UNSW-NB15 dataset for network intrusion detection systems. *Proceedings of the Military Communications and Information Systems Conference (MilCIS)*, 1–6. https://doi.org/10.1109/MilCIS.2015.7348942

Shone, N., Ngoc, T. N., Phai, V. D., & Shi, Q. (2018). A deep learning approach to network intrusion detection. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computational Intelligence, 2*(1), 41–50. https://doi.org/10.1109/TETCI.2017.2772792

Tavallaee, M., Bagheri, E., Lu, W., & Ghorbani, A. A. (2009). A detailed analysis of the KDD CUP 99 data set. *Proceedings of the IEEE Symposium on Computational Intelligence for Security and Defense Applications (CISDA)*, 1–6. https://doi.org/10.1109/CISDA.2009.5356528

Yin, C., Zhu, Y., Fei, J., & He, X. (2017). A deep learning approach for intrusion detection using recurrent neural networks. *IEEE Access, 5*, 21954–21961. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2762418

Zhang, J., Chen, J., & Wang, X. (2021). Hybrid machine learning models for network intrusion detection: A comprehensive review. *Journal of Network and Computer Applications, 178*, 102977. https://doi.org/10.1016/j.jnca.2020.102977

Khan, M. A., Gani, A., Wahab, A. W., & Shiraz, M. (2019). Intrusion detection systems and artificial intelligence techniques: A review. *Journal of Information Security and Applications, 49*, 102405. https://doi.org/10.1016/j.jisa.2019.102405

Ring, M., Wunderlich, S., Scheuring, D., Landes, D., & Hotho, A. (2019). A survey of network-based intrusion detection data sets. *Computers & Security, 86*, 147–167. https://doi.org/10.1016/j.cose.2019.05.006

Salo, F., Injadat, M., Aboulnaga, A., & Shami, A. (2019). Data mining techniques in intrusion detection systems: A systematic literature review. *IEEE Access*, *7*, 104837–104865. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2932063

NATURAL DYE FROM ALAGE FOR TEXTILE

Noman Habib
Department of Botany, Government College University Faisalabad Pakistan

Mahwish Salman
Department of Biochemistry, Government College University Faisalabad Pakistan

Shahid Adeel
Department of Biochemistry, Government College University Faisalabad Pakistan

Muhammad Usama
Department of Biochemistry, Government College University Faisalabad Pakistan

Abstract
Among all bio-colorants, algal-based bio-colorants offer a wide spectrum of vibrant colors as well as health-beneficial properties and are extensively employed in various industries, including textile, food, nutraceutical, pharmaceutical, and cosmetic. The advancement in algal cultivation, colorant extraction protocols, and dyeing procedures has improved the color yield and stability, making these bio-colorants a promising green alternative. Moreover, production of algal based bio-colorants supports bio-economy through the utilization of wastewater as growth inputs. Despite challenges in the stability of extracted colorants and their large-scale production, current technologies are paving the pathway for their commercial application. This presentation will highlight the various algal sources of natural bio-colorant, their extraction, and applications in the textile industry, as well as in other industries.
Keywords; Bio-colorants, sustainability, textile industry, natural dyeing, and bio mordanting

AN ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF SAUDI-IRANIAN RELATIONS

Prof.Dr. Abdulhameed. AL-MOUSSAOUI
IMAM-ALKHDHEM UNIVERSITYBaghdad-iraq

The Kingdom of Saudi Arabia and the Islamic Republic of Iran are the two most important regional powers in the Arabian Gulf region.

However, despite their deep historical roots, Iranian-Saudi relations have not followed a consistent course between two politically, economically, and culturally intertwined parties in the region, due to the influence of regional and international developments on their relationship. This relationship between them has been fraught with political and security challenges, rendering it tense and unstable, particularly after the region witnessed numerous transformations, beginning with the invasion of Iraq, continuing through the Syrian crisis and the events in Yemen, and culminating in the emergence of ISIS. All of these events resulted in political, military, and sectarian polarization surrounding these two powers, directly contributing to the escalation of tension and hostility between them.

However, it can be said that the relationship between them has not followed a single path, fluctuating between periods of escalation and stability. This is due to the shift in power in Iran from conservatives to reformists, which has influenced the nature of Iranian policy towards its Arab and regional neighbors.

Relations between the two countries date back to 1929, when they signed a friendship agreement that quickly led to the opening of the first Iranian embassy in Jeddah. However, in 1943, relations soured after Saudi Arabia executed an Iranian pilgrim for alleged blasphemy in Mecca, severing ties until 1945. Tensions resurfaced after the Shah's Iran recognized Israel as a state.

In the early 1960s, relations improved after the fall of the Mutawakkilite Kingdom in Yemen in 1962, following President Gamal Abdel Nasser's military intervention. The Shah's Iran sent troops to protect the Saudi-Yemeni border. However, relations deteriorated again in 1968 after Saudi Arabia received Sheikh Isa bin Mohammed Al Khalifa and recognized Bahrain as an independent state following the British withdrawal.

It is worth recalling that Iran had previously proposed a collective security treaty to the Gulf Arab states in 1976, but Saudi Arabia rejected it. Moreover, Saudi Arabia intensified its efforts to counter Iranian hegemony, a move that later culminated in the establishment of the Gulf Cooperation Council (GCC) after the outbreak of the Iran-Iraq War, intended to prevent the victory and expansion of the Islamic Revolution. Iran viewed this council as an alliance directed against it, led by Western imperialist circles.

Following the Islamic Revolution in Iran in 1979, relations became increasingly tense, conflict-ridden, and ambiguous. A new dynamic emerged in the region, giving rise to two ideologically opposed and geopolitically competitive poles in the Gulf region. This reality, in turn, impacted relations between Iran and the Arab world in general, and Saudi Arabia in particular. The annual Hajj pilgrimage to Mecca and Medina became an occasion for clashes between Iranian pilgrims and Saudi police.

In Iran, two factions alternate in power: the conservatives and the reformists. Therefore, with the arrival of the reformist President Mohammad Khatami to power in Iran in 1997, relations between them witnessed a new opening, which resulted in the signing of the security agreement between them in 2001. The two parties realized that they were essential partners that could not be ignored in maintaining the security and stability of the Arabian Gulf region.

In reality, Iran felt it was being subjected to a policy of encirclement and containment by the United States and sought to break this encirclement and the resulting isolation and stagnation

by opening up to its regional neighbors, particularly Saudi Arabia, to bolster its position and influence in the region.

However, tensions quickly resurfaced after President Mahmoud Ahmadinejad came to power and several regional and international developments emerged, most notably Iran's development of its nuclear program and its involvement in crises and conflicts with the West, as well as the formation of regional alliances for and against Iran. This has impacted Iran's relationship with the Arab Gulf states, which have always viewed Iran's nuclear program and the stability of the Gulf region with suspicion.

In reality, Iran's pursuit of nuclear weapons is not without justification. Iran is surrounded by American bases in Afghanistan, Iraq, and the Arabian Gulf, and it also feels encircled by three dominant Sunni powers: Turkey, Pakistan, and Saudi Arabia, which lies at the forefront of the Sunni-Shia rivalry. The Gulf states, including Saudi Arabia, rely on the United States for stability and military protection and are unwilling to relinquish their role in regional security to Iran. Therefore, they are averse to Iran possessing nuclear weapons.

With the winds of change blowing after the Arab Spring uprisings in 2011, Iran provided support to Shia groups in Bahrain and the Eastern Province of Saudi Arabia. That same year, Washington revealed it had thwarted an Iranian plot to bomb the Saudi and Israeli embassies. The Saudi ambassador, Adel al-Jubeir, was assassinated in the United States, and relations between the two countries deteriorated significantly. But signs of openness returned with the arrival of President Hassan Rouhani to power in Iran in 2013, resulting in the signing of more deals and cooperation with many countries in its Arab and international sphere.

However, in 2016, matters changed drastically and became more complicated, culminating in a complete severing of relations between the two countries. This followed the execution by Saudi authorities on January 2, 2016, of 47 people on terrorism-related charges, most of whom were linked to al-Qaeda. Four of those executed were Shiites, most notably the prominent religious figure Nimr al-Nimr, a Saudi Shiite cleric with political opposition activities and ties to the Iranian regime. This sparked protests in Iran, followed by attacks on Saudi diplomatic missions by protesters.

Finally, it can be said that relations between Iran and the Arab countries, including Saudi Arabia, can only be strengthened by freeing themselves from the burden of the troubled past of the Persian and Arab peoples, and the troubled historical legacy. This means moving away from irrational rhetoric about Iran, as well as establishing greater economic relations, and perhaps establishing an economic zone or economic bloc (market) similar to the European Common Market, which would be in everyone's interest, given that the region has more than 200 million people, i.e., more than 200 million consumers, to serve everyone, and they would be safe from any economic sanctions imposed on them from the outside. It also requires a radical change in the image of Arabs in Iran and the image of Iran among Arabs, especially in books and school curricula, and overcoming border and regional disputes between Arabs and Iran to build bridges of trust between the Arab and Persian sides.

ENVIRONMENT-RESISTANT ALGAL FEED FOR SUSTAINABLE FISH PRODUCTION

Vandhana.K
Department of Biotechnology, Faculty of Science and Humanities, SRM Institute of Science and Technology, Ramapuram Campus, Chennai- 600089, Tamil Nadu, India.
Murugesan Kamaraj
Department of Biotechnology, Faculty of Science and Humanities, SRM Institute of Science and Technology, Ramapuram Campus, Chennai- 600089, Tamil Nadu, India.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-0111-8524

ABSTRACT
The use of algae in aquaculture is environmentally friendly, safe, and cost-effective, and it may successfully replace fish meal and aquatic feeds. The health of aquatic animals significantly improves by adding algae as nutritional supplements, which also benefits the aquatic ecosystem.
The natural phytoplankton community in aquaculture systems is frequently disrupted by environmental changes like rising temperatures, shifting pH levels, and decreased dissolved oxygen, which results in unstable water quality and stunted fish growth. In order to preserve pond stability under such stressful circumstances, this study investigates the creation and use of environmentally resistant algal feed, such as *Chlorella thermalis* and *Scenedesmus obliquus*. To find variations that could sustain high biomass, nutrient content, and oxygen-producing capacity, specific microalgal strains were subjected to regulated heat, light, and nutrient stress. The study covers the addition of the most resilient strains incorporated in fish ponds for experimentation and contrasted with ponds that used traditional green-water techniques. The suggested approach is to determine if stress-adapted algae can survive longer in harsh environmental conditions, resulting in more stable dissolved oxygen levels and enhanced ammonia reduction in fish ponds. The study will evaluate these hardy algae strains' ability to improve fish growth, survival, and general pond health by introducing them into controlled aquaculture environments. If effective, this approach could show how growing stress-resistant algal feed can improve aquaculture systems' ability to withstand climate change and support more environmentally friendly methods of producing fish.
Keywords: Stress-tolerant phytoplankton, Environment-resistant, algal feed, Chlorella thermalis, Scenedesmus obliquus

VIETNAMESE LAW ON COMPULSORY HEIRS IRRESPECTIVE OF THE CONTENTS OF THE WILL

Mr. Nguyen Hoang Phat
Thu Dau Mot University, Vietnam
ORCID: 0009-0009-9091-0502

ABSTRACT

Human life or existence is not infinite; at a certain point, every person must confront death. However, when a person dies, they cannot take with them any of the property or assets that they created, possessed, or owned during their lifetime. Consequently, a natural need arises: the assets of the deceased must be transferred to the living in order to meet their life needs and economic interests as beneficiaries of the estate. Therefore, in any society with social classes and hierarchical structures, the issue of inheritance is addressed within legal institutions and becomes one of the essential provisions of the Civil Code. However, to ensure the rights and interests of individuals who share a blood relationship with the testator, the 2015 Civil Code provides that, in certain circumstances, even if such persons are not designated as beneficiaries in the will, or are allocated a disproportionately small share, they shall still be entitled to a compulsory portion of the estate. This aims to safeguard their legitimate interests in comparison with other heirs who may have a more distant relationship with the deceased but are granted a larger share by testamentary disposition. Recognizing that this is an important and complex issue within inheritance law, I have chosen the topic ***"Vietnamese Law on Compulsory Heirs Irrespective of the Contents of the Will".***

Keywords: compulsory heirs, Civil Code, legal shortcomings, solutions for improvement.

FRAUD AND DEPOSIT MONEY BANKS' PERFORMANCE NEXUS IN NIGERIA

ACHUGAMONU Bede Uzoma
NWANKWO Alexius Ndudi
OMANKHANLEN Alexander Ehimare
Department of Banking and Finance, Covenant University, Ota, Ogun State, Nigeria

The prevalence of fraud within deposit money banks poses a significant threat to both the financial stability and the ongoing viability of these institutions. Given this alarming trend, it is essential to explore how such fraudulent activities impact the performance of deposit money banks in Nigeria. This study focuses on data collected over four years, from 2016 to 2020, from ten banks. To analyse the data, we employed an auto-regressive distributed lag model (ARDL), which is well-suited for examining the relationships between time series data. The findings revealed a noteworthy and statistically significant positive correlation between bank performance and the actual proportion of asset losses relative to the total amount involved in fraudulent activities. Specifically, the analysis indicated that as the proportion of actual losses increases in relation to the total sums at stake, there are adverse effects on key performance indicators in the banking sector.

Moreover, the results demonstrate a significant long-run relationship between actual losses and bank liquidity, highlighting that higher losses exacerbate liquidity challenges for banks, thereby influencing their overall operational effectiveness. Consequently, this study concludes that a long-term integrating relationship exists between the incidence of fraud and the performance of the banking system in Nigeria.

In light of these findings, it is highly recommended that banks implement robust fraud control measures aimed at mitigating the impact of fraudulent activities. By adopting enhanced security protocols and monitoring systems, banks can protect their assets and maintain sound financial health, which is crucial for the stability of Nigeria’s banking sector.

Keywords: Bank, Deposit, Fraud, Liquidity, Money, Nigeria, Performance,

STRENGTHENING PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIPS FOR DISEASE CONTROL IN NIGERIA: A REVIEW OF NCDC'S COLLABORATIONS WITH PRIVATE SECTOR STAKEHOLDERS

Unamu Emmanuel U
Adekola S.A
Musah Khadijat Toyin
Bakare Mustapha Umar
Sodiq Adetunji Adekola
Centre for Health Systems support and Development, Faculty of Nursing and Allied Health Sciences, University of Abuja.

Background: Nigeria faces persistent infectious disease threats compounded by health system weaknesses and inadequate funding. The Nigeria Centre for Disease Control (NCDC) increasingly leverages public-private partnerships (PPPs) to address gaps in epidemic preparedness, surveillance, and response. With private healthcare delivery exceeding 60% nationally, the private sector has become essential to achieving health security objectives.
Objective: This study systematically reviews NCDC-led private sector collaborations from 2014-2025, generating evidence-based recommendations for sustainable PPP models.
Methodology: A qualitative multiple case-study design incorporating document review and key informant interviews examined four collaborations: Alliance for Epidemic Preparedness and Response (A4EPR), Private Sector Coalition Against COVID-19 (CACOVID), Lassa fever response partnerships, and pharmaceutical industry collaborations on essential medicines. Data sources included NCDC reports, peer-reviewed literature, memoranda of understanding, and semi-structured interviews with 18 key informants conducted September 2024-March 2025.
Results: Collaborations evolved from ad-hoc crisis responses to structured platforms. Achievements include mobilizing ₦70 billion through CACOVID, establishing 36 state-level Emergency Operations Centers via A4EPR, integrating private laboratories into national networks, achieving 30% reduction in epidemic response time, and decreasing Lassa fever case-fatality from 20% to 15% (2021-2024). Challenges include over-reliance on philanthropy, weak regulatory frameworks, data-sharing barriers, inadequate SME inclusion, and absent legal sustainability instruments.
Conclusions: PPPs have strengthened Nigeria's disease control capacity but remain institutionally fragile. Recommendations include establishing a statutory NCDC PPP Unit, gazetting a National Health PPP Framework, institutionalizing crisis coalitions, integrating private facilities into surveillance systems, and implementing transparent tax-incentive mechanisms for essential medicines affordability.
Keywords: Public-Private Partnerships, Disease Control, NCDC, Nigeria, Health Security

ADVANCED MULTI-TECHNIQUE METHODS FOR MIXED RADIATION SEPARATION

Imane Ahnouz
Mohammed V University in Rabat, Department of physics, faculty of sciences, Rabat, Morocco.

Abstract
Neutron spectrometry using scintillation detectors has gained widespread adoption in radiation detection and medical science, particularly in radiation diagnosis and radiation therapy. These detectors are highly efficient in detecting neutrons across a broad energy spectrum, cost-effective, and feature a straightforward design that facilitates maintenance and operation. Despite these advantages, a critical challenge remains in accurately distinguishing neutron signals from accompanying gamma radiation, which is essential for precise radiation diagnosis and effective radiation therapy treatment planning. Addressing this challenge, various techniques have been proposed to differentiate neutrons from gamma radiation. This work reviews neutron-gamma discrimination methods using different types of scintillators and compares these methods based on their accuracy and the type of detector used. Additionally, potential recommendations for the research community are provided.
Keywords: Neutron-gamma discrimination, Unsupervised Learning, Pulse Shape discrimination, Scintillation detectors.

EPIFITIK LIKENLER HAVA KALITESI VE ÇEVRESEL STRESIN ETKILI GÖSTERGELERI MIDIR?

Safaa Rhoulam
Laboratory of Botany, Biotechnology, and Plant Protection, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco.
Laboratory of Biological Analysis and CCMM - National Center for Scientific and Technical Research (CNRST), Rabat, Morocco

Marouane Melloul
Laboratory of Biological Analysis and CCMM - National Center for Scientific and Technical Research (CNRST), Rabat, Morocco
ORCID NO: 0009-0005-7841-1891

El Alaoui Abdelaziz
Laboratory of Botany, Biotechnology, and Plant Protection, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco.

ÖZET

Atmosfer kirliliği günümüzde dünyanın en önemli çevresel sorunlarından biri hâline gelmiştir. Bu nedenle güvenilir ve ekonomik izleme araçlarının geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Atmosferik kirleticilere karşı yüksek duyarlılıkları nedeniyle likenler, hava kalitesini değerlendirmede en yaygın şekilde kabul edilen biyoindikatörler arasında yer almaktadır (Conti & Cecchetti, 2001). Kendilerine özgü fizyolojileri—özellikle kutikulanın bulunmaması ve geniş bir yüzey alanına sahip olmaları—onların atmosferdeki kirleticilere doğrudan maruz kalmasına ve bu maddelerin kolayca birikmesine imkân sağlar (Garty, 2003).

Son çalışmalar, likenlerin kurşun, kadmiyum, nikel ve arsenik gibi ağır metalleri (Paoli et al., 2021; Cecconi et al., 2013), ayrıca ince partikül maddeleri ve endüstriyel gazları dikkate değer şekilde biriktirebildiğini göstermiştir. Bu kirleticiler X-ışını floresansı, ICP-MS ve AAS gibi analitik tekniklerle yüksek hassasiyetle ölçülebilmektedir. Bu birikimle ilişkili biyolojik tepkiler arasında klorofil floresansında azalma, tallus üzerinde morfolojik değişiklikler ve antioksidan enzimlerin aktivasyonu yer almaktadır (Munzi et al., 2020). Moleküler düzeyde ise qRT-PCR, oksidatif stres, detoksifikasyon ve hücresel onarım süreçlerinde rol alan genlerin önemli ölçüde düzenlendiğini ortaya koymuştur (Paoli et al., 2023).

Genel olarak yayımlanan araştırmalar, likenlerin geniş alanlarda ve uzun zaman ölçeklerinde hava kirliliğini izlemek için güçlü göstergeler olduğunu doğrulamaktadır. Bununla birlikte, türler arası farklılıklar ve iklimsel etkiler, özellikle moleküler biyoloji alanında, çevresel değerlendirmelerin doğruluğunu ve karşılaştırılabilirliğini artırmak için standartlaştırılmış yöntemlere duyulan ihtiyacı vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Atmosfer kirliliği, izleme araçları, likenler, ağır metaller, moleküler biyoloji.

ARE EPIPHYTIC LICHENS EFFECTIVE INDICATORS OF AIR QUALITY AND ENVIRONMENTAL STRESS?

ABSTRACT

Atmospheric pollution has become one of the most important environmental challenges in the world today. For this reason, it is essential to develop reliable, affordable monitoring tools. As highly sensitive to atmospheric pollutants, lichens are among the most widely recognized bioindicators for evaluating air quality (Conti & Cecchetti, 2001) . their distinctive physiology, notably the absence of a cuticle and a large exchange surface, directly exposes them to pollutants in the atmosphere, facilitating the accumulation of contaminants (Garty, 2003).

Recent studies have demonstrated the remarkable ability of lichens to bioaccumulate heavy metals such as lead, cadmium, nickel, and arsenic (Paoli et al., 2021; Cecconi et al., 2013), as well as fine particulate matter and industrial gases. These pollutants can be quantified accurately using analytical techniques such as X-ray fluorescence, ICP-MS, and AAS. Biological responses associated with their accumulation include reduced chlorophyll fluorescence, morphological alterations of the thallus , and activation of antioxidant enzymes (Munzi et al., 2020). At the molecular level, qRT-PCR has revealed significant modulation of genes involved in oxidative stress, detoxification, and cellular repair processes (Paoli et al., 2023).

Overall, Published research confirms that lichens are powerful indicators of air pollution over large areas and over long time scales. However, interspecific variability and climatic influences underscore the need for standardized methodologies, particularly in molecular biology , to enhance the accuracy and comparability of environmental assessments.

Keywords: Atmospheric pollution, monitoring tools, Lichens, heavy metals, molecular biology.

BOOK CHAPTER ARTIFICIAL INTELLIGENCE – FUNDAMENTALS AND APPLICATIONS

VINAYAKALAKSHMI T
Student of Computer Science and Engineering, Vels Institute of Science and Technology, Pallavaram, Chennai-600117

MOHANAVEL T
Student of Civil Engineering, Annamalai University, Chidambaram-608002
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0002-7877-1481

Abstract
Artificial Intelligence (AI) has emerged as one of the most transformative technologies of the 21st century, influencing almost every sector including healthcare, education, finance, manufacturing, transportation, and smart systems. AI refers to the ability of machines and computer systems to perform tasks that normally require human intelligence, such as learning, reasoning, problem-solving, perception, and language understanding. This book chapter presents a comprehensive introduction to Artificial Intelligence tailored for B. Tech undergraduate students in Computer Science and Engineering. The chapter begins with the historical evolution of AI, its definitions, goals, and core characteristics. It further explores fundamental concepts such as intelligent agents, problem-solving techniques, search algorithms, knowledge representation, and reasoning. Key AI paradigms including machine learning, neural networks, expert systems, and natural language processing are discussed in detail with suitable examples. The chapter also highlights modern AI applications such as computer vision, robotics, recommender systems, and autonomous systems. Ethical considerations, challenges, and future research directions in AI are examined to provide a holistic understanding of the field. This chapter aims to bridge theoretical foundations with practical relevance, enabling undergraduate students to develop strong conceptual clarity and prepare for advanced studies and industry applications in Artificial Intelligence.
Keywords: Artificial Intelligence, Intelligent Agents, Machine Learning, Neural Networks, Knowledge Representation, Search Algorithms

1. Introduction to Artificial Intelligence
Artificial Intelligence (AI) is a branch of computer science that focuses on the creation of systems capable of performing tasks that typically require human intelligence. These tasks include reasoning, learning, decision-making, problem-solving, perception, and language understanding. The concept of AI has gained significant attention due to advancements in computing power, availability of large datasets, and improvements in algorithms.
AI plays a crucial role in modern computing systems by enabling automation and intelligent decision-making. From voice assistants and chatbots to self-driving cars and medical diagnosis systems, AI technologies have become integral to everyday life. For undergraduate students, understanding AI is essential as it forms the foundation for advanced fields such as machine learning, data science, robotics, and cognitive computing.

2. Historical Evolution of Artificial Intelligence
The term "Artificial Intelligence" was first introduced by John McCarthy in 1956 during the Dartmouth Conference. Early AI research focused on symbolic reasoning and problem-solving. The development of programs such as the Logic Theorist and General Problem Solver marked the initial success of AI.

During the 1970s and 1980s, expert systems gained popularity, using rule-based approaches to mimic human expertise in specific domains. However, limitations in computational power and data led to periods known as "AI winters." The resurgence of AI in the 21st century is driven by machine learning, deep learning, and big data technologies.

3. Goals and Characteristics of Artificial Intelligence

The primary goal of AI is to develop intelligent systems that can function autonomously and adapt to their environment. Key characteristics of AI systems include:

- Learning from experience
- Reasoning and decision-making
- Problem-solving ability
- Perception and pattern recognition
- Natural language understanding

AI aims to enhance human capabilities rather than replace them, supporting tasks that are complex, repetitive, or data-intensive.

4. Intelligent Agents

An intelligent agent is an entity that perceives its environment through sensors and acts upon that environment through actuators. Agents are the fundamental building blocks of AI systems.

4.1 Types of Intelligent Agents

Intelligent agents are classified based on their level of intelligence, internal structure, and ability to learn or reason. Each type of agent represents an evolution in capability, from simple reactive behaviour to adaptive learning systems.

4.1.1 Simple Reflex Agents

Simple reflex agents operate solely on the basis of the current percept, without considering any past experiences or future consequences. They follow condition–action rules, also known as "if–then rules." When a specific condition is perceived, a corresponding action is executed.

These agents are easy to design and implement but are highly limited in capability. They work well only in fully observable and static environments. A classic example is a thermostat, which turns the heater on or off based on the current temperature.

Advantages:

- Simple design
- Fast response time

Limitations:

- No memory of past states
- Poor performance in complex or partially observable environments

4.1.2 Model-Based Agents

Model-based agents overcome the limitations of simple reflex agents by maintaining an internal model of the environment. This model represents the agent’s understanding of how the world works and how its actions affect the environment.

By storing information about past percepts, model-based agents can make better decisions even in partially observable environments. For example, a robot navigating a room keeps track of obstacles it has already encountered.

Advantages:

- Handles partial observability
- Better decision-making than reflex agents

Limitations:

- Increased complexity
- Requires accurate environment modelling

4.1.3 Goal-Based Agents

Goal-based agents take decision-making a step further by incorporating explicit goals. These agents choose actions that help achieve a desired goal state. Instead of reacting immediately, they consider future consequences and plan sequences of actions.

For example, a GPS navigation system acts as a goal-based agent by selecting routes that lead to the destination while minimizing travel time or distance.

Advantages:

- Flexible behaviour
- Capable of planning and problem-solving

Limitations:

- Higher computational cost
- Requires goal definition and planning algorithms

4.1.4 Utility-Based Agents

Utility-based agents not only aim to achieve goals but also measure how desirable different outcomes are using a utility function. This allows the agent to choose actions that maximize overall satisfaction or performance, even when goals conflict or multiple solutions exist.

For instance, a self-driving car evaluates safety, speed, and comfort to select the most optimal driving action.

Advantages:

- Optimal decision-making
- Can handle trade-offs between competing objectives

Limitations:

- Designing an accurate utility function is complex
- Computationally intensive

4.1.5 Learning Agents

Learning agents are the most advanced type of intelligent agents. They can improve their performance over time by learning from experience. A learning agent typically consists of four components: a learning element, performance element, critic, and problem generator.

These agents adapt to dynamic environments and are widely used in machine learning and artificial intelligence applications such as recommendation systems and game-playing agents.

Advantages:

- Adaptability and self-improvement
- Suitable for complex and dynamic environments

Limitations:

- Requires large amounts of data
- Learning process may be time-consuming

5. Problem Solving and Search Techniques

Problem solving is one of the fundamental areas of Artificial Intelligence. It involves finding a sequence of actions that transforms an initial state into a desired goal state. In AI, problems are often solved by exploring a large search space using systematic search techniques. These techniques enable intelligent agents to reason, plan, and make decisions efficiently.

5.1 Problem Definition in Artificial Intelligence

In Artificial Intelligence, a problem is defined formally using the following components:

- Initial State: The starting point of the problem.
- Goal State: The desired state that the agent aims to reach.
- Actions (Operators): The possible moves or operations that can change the state.
- State Space: The set of all possible states reachable from the initial state.
- Path Cost: The cost associated with moving from one state to another.

This formal representation allows AI systems to systematically search for solutions.

5.2 State Space Representation

State space representation is a way of modelling a problem by representing all possible states and transitions between them. Each state represents a unique configuration of the problem, and edges represent actions.

For example, in a maze problem, each cell represents a state, and movements such as up, down, left, and right represent actions. The goal is to find a path from the start cell to the destination cell.

5.3 Search Strategies

Search strategies determine the order in which states are explored in the search space. They are broadly classified into uninformed (blind) search and informed (heuristic) search techniques.

5.4 Uninformed Search Techniques

Uninformed search techniques do not use any domain-specific knowledge about the problem other than the problem definition.

5.4.1 Breadth First Search (BFS)

Breadth First Search explores all nodes at the present depth level before moving to the next depth level. It uses a queue data structure.

Advantages:

- Guaranteed to find a solution if one exists
- Finds the shortest path in terms of number of steps

Disadvantages:

- High memory consumption

5.4.2 Depth First Search (DFS)

Depth First Search explores a path fully before backtracking. It uses a stack or recursion.

Advantages:

- Requires less memory than BFS

Disadvantages:

- May get stuck in infinite loops
- Does not guarantee optimal solution

5.4.3 Uniform Cost Search

Uniform Cost Search expands the node with the lowest path cost. It is optimal and complete if all step costs are positive.

5.5 Informed Search Techniques

Informed search techniques use heuristic information to guide the search more efficiently.

5.5.1 Heuristic Function

A heuristic function h(n) estimates the cost from a node to the goal. A good heuristic improves search efficiency.

5.5.2 Best First Search

Best First Search selects the node with the lowest heuristic value.

5.5.3 A* Search Algorithm

A* search combines path cost g(n) and heuristic cost h(n) using the evaluation function:

$f(n) = g(n) + h(n)$

A* is complete and optimal when the heuristic is admissible.

5.6 Comparison of Search Techniques

Search Technique	Complete	Optimal	Memory Usage
BFS	Yes	Yes	High
DFS	No	No	Low
Uniform Cost	Yes	Yes	High
A* Search	Yes	Yes	Moderate

5.7 Applications of Search Techniques

Search techniques are widely used in:

- Pathfinding and navigation systems
- Game playing
- Robotics
- Scheduling and planning problems

5.8 Limitations of Search-Based Problem Solving

- State space explosion
- High computational cost
- Dependence on heuristic quality

6. Knowledge Representation

Knowledge representation is a crucial component of Artificial Intelligence that deals with how knowledge about the world is stored, organized, and utilized by an intelligent system. Effective knowledge representation enables AI systems to reason, infer new facts, and make decisions.

6.1 Requirements of Knowledge Representation

- Represent complex real-world information
- Support reasoning and inference
- Be efficient and flexible
- Allow easy modification and updating of knowledge

6.2 Techniques of Knowledge Representation

6.2.1 Logical Representation

Uses propositional and predicate logic to represent facts and relationships. It is precise and supports formal reasoning.

6.2.2 Semantic Networks

Graph-based structures where nodes represent concepts and edges represent relationships.

6.2.3 Frames

Frame-based representation organizes knowledge into structured records with slots and values.

6.2.4 Production Rules

Uses IF–THEN rules to represent conditional knowledge, widely used in expert systems.

7. Reasoning and Inference

Reasoning and inference are central to Artificial Intelligence, enabling machines to draw conclusions, make decisions, and solve problems based on available knowledge. Reasoning refers to the process of deriving logical conclusions from known facts or rules, while inference is the mechanism through which reasoning is applied to generate new knowledge. Effective reasoning allows AI systems to behave intelligently in complex and uncertain environments.

7.1 Importance of Reasoning in Artificial Intelligence

Reasoning provides the ability to analyse situations, predict outcomes, and choose appropriate actions. It helps AI systems:

- Make decisions based on logical rules
- Solve complex problems systematically
- Infer new facts from existing knowledge
- Handle incomplete or uncertain information

Without reasoning capabilities, AI systems would be limited to simple reactive behaviour.

7.2 Types of Reasoning

AI systems employ different types of reasoning depending on the nature of the problem and the available information.

7.2.1 Deductive Reasoning

Deductive reasoning derives specific conclusions from general rules or premises. If the premises are true, the conclusion is guaranteed to be true.

Example: All humans are mortal. Socrates is a human. Therefore, Socrates is mortal.

Deductive reasoning is widely used in rule-based systems and logical inference engines.

7.2.2 Inductive Reasoning

Inductive reasoning involves drawing general conclusions from specific observations. The conclusions are probable rather than certain.

Example: Observing that the sun has risen every day leads to the conclusion that it will rise tomorrow.

Inductive reasoning is commonly used in machine learning and pattern recognition systems.

7.2.3 Abductive Reasoning

Abductive reasoning attempts to find the most plausible explanation for a given observation. It is often used when information is incomplete.

Example: If the grass is wet, a possible explanation is that it rained.

Abductive reasoning is widely applied in diagnosis and fault-detection systems.

7.3 Logical Reasoning Systems

Logical reasoning systems use formal logic to represent knowledge and perform inference.

7.3.1 Propositional Logic

Represents knowledge using propositions that are either true or false. Logical connectives such as AND, OR, and NOT are used to form expressions.

7.3.2 Predicate Logic

Extends propositional logic by including variables, quantifiers, and predicates, allowing representation of more complex relationships.

7.4 Inference Mechanisms

Inference mechanisms define how new knowledge is derived from existing facts and rules.

7.4.1 Forward Chaining

Forward chaining is a data-driven inference technique that starts with known facts and applies rules to infer new facts until a goal is reached.

Application: Used in expert systems and real-time monitoring systems.

7.4.2 Backward Chaining

Backward chaining is a goal-driven inference technique that starts with a goal and works backward to determine whether existing facts support the goal.

Application: Commonly used in **diagnostic and query-based systems.**

7.5 Reasoning under Uncertainty

Real-world problems often involve uncertainty and incomplete information. AI systems use probabilistic reasoning techniques to handle such situations.

Examples include:

- Bayesian reasoning
- Fuzzy logic

These approaches allow AI systems to make rational decisions even when exact information is unavailable.

7.6 Applications of Reasoning and Inference

Reasoning and inference are used in various AI applications, including:

- Expert systems
- Medical diagnosis
- Automated planning
- Intelligent decision support system.

7.7 Advantages and Limitations

Advantages:

- Enables logical decision-making
- Supports problem-solving and planning
- Improves system intelligence

Limitations:

- Computationally expensive for large knowledge bases
- Performance depends on quality of knowledge representation

8. Machine Learning

Machine Learning (ML) is a subfield of AI that enables systems to learn from data without explicit programming.

8.1 Types of Machine Learning

Machine Learning is broadly classified into three major types based on the way learning is performed and the nature of data available. Each type addresses different problem scenarios and application requirements.

8.1.1 Supervised Learning

Supervised learning is a type of machine learning in which the model is trained using labelled data. Each training example consists of an input along with the corresponding correct output. The objective of supervised learning is to learn a mapping function from inputs to outputs that can be used to predict results for unseen data.

In supervised learning, the learning process involves minimizing the error between the predicted output and the actual output. Common supervised learning tasks include **classification** and **regression**.

Examples:

- Email spam detection
- Student performance prediction
- Disease diagnosis

Common Algorithms:

- Linear Regression
- Logistic Regression
- Decision Trees
- Support Vector Machines (SVM)
- k-Nearest Neighbours (k-NN)

Advantages:

- High accuracy when sufficient labelled data is available
- Easy to evaluate model performance

Limitations:

- Requires large amounts of labelled data
- Labelling data can be expensive and time-consuming

8.1.2 Unsupervised Learning

Unsupervised learning deals with unlabelled data, where no prior information about output labels is provided. The system attempts to discover hidden patterns, structures, or relationships within the data.

Unlike supervised learning, there is no explicit error correction mechanism. Instead, the model organizes data based on similarity, distance, or density measures.

Examples:

- Customer segmentation
- Market basket analysis
- Topic modeling

Common Algorithms:

- k-Means Clustering
- Hierarchical Clustering
- DBSCAN
- Apriori Algorithm
- Principal Component Analysis (PCA)

Advantages:

- Does not require labeled data
- Useful for exploratory data analysis

Limitations:

- Difficult to evaluate results
- Less precise compared to supervised learning

8.1.3 Reinforcement Learning

Reinforcement learning is a type of machine learning where an agent learns by interacting with an environment. The agent performs actions and receives feedback in the form of rewards or penalties. The objective is to learn an optimal policy that maximizes cumulative reward over time.

Reinforcement learning is inspired by behavioural psychology and is well-suited for sequential decision-making problems.

Key Elements:

- Agent
- Environment
- Actions
- Rewards
- Policy

Examples:

- Game playing (Chess, Go)
- Robotics control
- Autonomous vehicles

Common Algorithms:

- Q-Learning
- SARSA
- Deep Q-Networks (DQN)

Advantages:

- Learns optimal behavior through experience
- Suitable for dynamic and complex environments

Limitations:

- Requires large training time
- Reward design is challenging

9. Neural Networks and Deep Learning

Artificial Neural Networks are inspired by the structure of the human brain. Deep learning uses multi-layer neural networks to model complex patterns.

Applications include image recognition, speech processing, and autonomous systems.

10. Expert Systems

Expert systems simulate the decision-making ability of a human expert using a knowledge base and inference engine.

Components include:

- Knowledge base
- Inference engine
- User interface

11. Natural Language Processing

Natural Language Processing (NLP) enables machines to understand and generate human language.

Applications include chatbots, machine translation, sentiment analysis, and information retrieval.

Levels of NLP

- Lexical analysis
- Syntax analysis
- Semantic analysis
- Pragmatic analysis

12. Computer Vision

Computer Vision allows machines to interpret visual information from images and videos.

Key tasks include image classification, object detection, and facial recognition.

12.1 Core Tasks

- Image classification
- Object detection
- Face recognition

12.2 Applications

- Medical imaging
- Surveillance
- Autonomous vehicles.

13. Robotics and Artificial Intelligence

Robotics is an interdisciplinary field that combines Artificial Intelligence, mechanical engineering, electronics, and computer science to design and develop intelligent machines capable of performing physical tasks autonomously or semi-autonomously. Artificial Intelligence plays a vital role in robotics by enabling perception, decision-making, learning, and adaptation in dynamic environments.

13.1 Role of Artificial Intelligence in Robotics

Artificial Intelligence provides the intelligence that allows robots to sense their environment, interpret data, and take appropriate actions. AI techniques such as machine learning, computer vision, and planning algorithms help robots operate effectively in real-world scenarios.

Key roles of AI in robotics include:

- Perception and sensing
- Decision-making and planning
- Learning and adaptation
- Human–robot interaction

13.2 Components of an Intelligent Robotic System

An intelligent robot consists of the following major components:

13.2.1 Sensors
Sensors collect information from the environment. Examples include cameras, infrared sensors, ultrasonic sensors, temperature sensors, and pressure sensors.

13.2.2 Actuators
Actuators enable physical movement and control, such as motors, wheels, robotic arms, and grippers.

13.2.3 Control System
The control system processes sensor data and determines appropriate actions using control algorithms and AI techniques.

13.2.4 AI Algorithms
AI algorithms enable robots to perform tasks such as object recognition, path planning, learning from experience, and decision-making.

13.3 Types of Robots
Robots can be classified based on their application and functionality:

- **Industrial Robots:** Used in manufacturing for welding, assembly, and packaging.
- **Service Robots:** Assist humans in healthcare, hospitality, and domestic tasks.
- **Mobile Robots:** Capable of navigation and movement, such as delivery robots and drones.
- **Humanoid Robots:** Designed to resemble human form and behavior.

13.4 Robot Perception
Robot perception involves acquiring and interpreting sensory data to understand the environment. Techniques such as computer vision and sensor fusion are widely used.

Examples:

- Object detection using cameras
- Obstacle avoidance using ultrasonic sensors

13.5 Robot Planning and Navigation
Planning and navigation enable robots to determine a sequence of actions to reach a goal while avoiding obstacles.

Common techniques include:

- Path planning algorithms
- Map-based navigation
- Simultaneous Localization and Mapping (SLAM)

13.6 Learning in Robotics
Learning allows robots to improve performance over time. Machine learning and reinforcement learning techniques are used for adaptive behavior.

Applications:

- Learning optimal movement strategies
- Adapting to changing environments

13.7 Future Trends in Robotics and AI
Future advancements include collaborative robots (cobots), autonomous robots, swarm robotics, and enhanced human–robot interaction.

14. Applications of Artificial Intelligence
AI applications include:

- Healthcare
- Finance
- Education
- Transportation
- Smart cities

15. Ethical Issues and Challenges in AI

Ethical concerns include bias, privacy, job displacement, and accountability. Addressing these challenges is crucial for responsible AI development.

16. Future Directions of Artificial Intelligence

Future AI research focuses on explainable AI, general intelligence, human-AI collaboration, and sustainable AI systems.

16.1 Explainable Artificial Intelligence (XAI)

Explainable AI focuses on developing AI systems whose decisions and actions can be easily understood by humans. Many modern AI models, especially deep learning systems, operate as "black boxes," making it difficult to interpret their reasoning.

XAI aims to:

- Improve transparency and trust
- Enable accountability in decision-making
- Support regulatory compliance

Explainable AI is especially important in critical domains such as healthcare, finance, and legal systems.

16.2 Artificial General Intelligence (AGI)

Artificial General Intelligence refers to AI systems that possess human-like intelligence and can perform a wide range of tasks across different domains without task-specific programming.

Unlike narrow AI, which is designed for specific applications, AGI aims to:

- Reason across domains
- Learn autonomously
- Adapt to new environments

Although AGI is still theoretical, it remains a major long-term research goal in AI.

16.3 Human–AI Collaboration

Future AI systems are expected to work alongside humans rather than replace them. Human–AI collaboration focuses on combining human creativity, intuition, and ethical judgment with AI's computational power and efficiency.

Applications include:

- Decision support systems
- Collaborative robots (cobots)
- AI-assisted education and healthcare

17. Conclusion

Artificial Intelligence has become a cornerstone of modern computing, transforming the way machines interact with data, environments, and humans. Through concepts such as intelligent agents, problem-solving, reasoning, machine learning, robotics, and emerging future trends, AI enables systems to perform tasks that require intelligence, adaptability, and decision-making. For B. Tech undergraduate students, understanding these foundations is essential to grasp advanced technologies and real-world applications. As AI continues to evolve, emphasizing ethical, explainable, and human-centric approaches will be crucial. A strong grounding in AI principles prepares engineers to innovate responsibly and contribute effectively to future technological advancements.

References

Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4th ed.). Pearson.

Poole, D., & Mackworth, A. (2017). *Artificial Intelligence: Foundations of Computational Agents*. Cambridge University Press.

Nilsson, N. J. (1998). *Artificial Intelligence: A New Synthesis*. Morgan Kaufmann.

Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.

Mitchell, T. M. (1997). *Machine Learning*. McGraw-Hill.
Rich, E., & Knight, K. (2009). *Artificial Intelligence*. Tata McGraw-Hill.
Jain, A. K., Mao, J., & Mohiuddin, K. M. (1996). Artificial neural networks: A tutorial. *Computer*, 29(3), 31–44.
Bishop, C. M. (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer.
Luger, G. F. (2005). *Artificial Intelligence: Structures and Strategies*. Pearson.
Russell, S. (2019). Human compatible AI. *AI Magazine*, 40(4), 10–23.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR PRE-DETECTION OF DIABETES A BIOMEDICAL ENGINEERING APPROACH

Amr Farhan
Hassan First University of Settat, Energy – Materials – Instrumentation & Telecom Laboratory (EMIT), Settat, Morocco.
Hassan First University of Settat, Higher Institute of Health Sciences (ISSS), Settat, Morocco.
Taiz University in Yemen.

Abduladeem G.M. Al-Selwi
Department: of Clinical epidemiology and medico-surgical sciences, Health and Nutrition Research Team of the mother-Child Couple, Faculty of Medicine and Pharmacy, University Mohammed V, Rabat, Morocco.
Taiz University in Yemen.
Scientific Professional Society Microbiologists Association – Yemen

Ayoub Echchahed
Hassan First University of Settat, Energy – Materials – Instrumentation & Telecom Laboratory (EMIT), Settat, Morocco.

Badreddine Labakoum
Hassan First University of Settat, Energy – Materials – Instrumentation & Telecom Laboratory (EMIT), Settat, Morocco.
Hassan First University of Settat, Higher Institute of Health Sciences (ISSS), Settat, Morocco.

Aissam Lyazidi
Hassan First University of Settat, Energy – Materials – Instrumentation & Telecom Laboratory (EMIT), Settat, Morocco.
Hassan First University of Settat, Higher Institute of Health Sciences (ISSS), Settat, Morocco.

Background
Diabetes mellitus is one of the most prevalent chronic diseases worldwide, affecting over 400 million individuals and leading to severe complications such as cardiovascular disease, neuropathy, and kidney failure. Traditional diagnostic tools often rely on fasting glucose and HbA1c levels, which typically confirm diabetes only after significant metabolic dysfunction has occurred. Biomedical engineering innovations, particularly the application of artificial intelligence (AI), provide an opportunity to analyze complex biomedical datasets and identify hidden risk patterns. Pre-detection of diabetes using AI can enable proactive monitoring, targeted lifestyle interventions, and timely clinical decisions.

Objective:
The main objective of this study is to design and validate an AI-based predictive system that can detect early diabetic risk in patients using routinely collected biomedical data. The goal is to integrate this system into biomedical engineering frameworks to support preventive healthcare and reduce the long-term burden of diabetes-related complications.
Material and Method:
A dataset comprising demographic, physiological, and biochemical indicators (age, BMI, blood pressure, fasting glucose, HbA1c, cholesterol profile, family history, and lifestyle factors) was collected from hospital records and publicly available biomedical repositories. Data

preprocessing included normalization, handling missing values, and balancing classes using SMOTE (Synthetic Minority Oversampling Technique). Feature selection was performed using correlation analysis and principal component analysis (PCA) to identify the most influential parameters. Several machine learning algorithms—logistic regression, support vector machine (SVM), random forest, gradient boosting, and deep neural networks—were trained and validated using an 80:20 split and 10-fold cross-validation. Model evaluation metrics included accuracy, precision, recall, F1-score, and the area under the ROC curve (AUC).
Results:
The deep neural network model achieved the best predictive performance with an accuracy of 92%, sensitivity of 88%, specificity of 90%, and AUC of 0.94. Random forest and gradient boosting also performed well, achieving accuracies of 85–88%. Key predictors strongly associated with early diabetic risk were fasting glucose, BMI, triglyceride levels, and family history. The AI system demonstrated the ability to identify prediabetic patients with high reliability, outperforming traditional risk scoring methods.
Conclusion:
The integration of AI into biomedical engineering frameworks enables robust pre-detection of diabetes, offering clinicians a powerful decision-support tool. Early identification of at-risk individuals allows for personalized preventive interventions, improved patient outcomes, and reduced healthcare costs. This research highlights the potential of combining biomedical data with advanced AI models to transform preventive healthcare practices and paves the way for developing real-time screening tools in clinical settings.
Keywords: Heart rate variability, diabetes mellitus, autonomic neuropathy, ECG, glycemic control.
Keywords: Artificial Intelligence (AI), Diabetes Prediction, Early Detection, Risk Assessment.

ARYLATED CARBAZOLE DERIVATIVES: SYNTHETIC STRATEGIES AND POTENTIAL APPLICATIONS

Saeeda Mubashra, Tanzeela
Department of Chemistry, Government College University Faisalabad, 38000, Pakistan

Abstract
Carbazole is a heterocyclic aromatic organic compound that is formed by the fusion of two benzene rings on either side of a five-membered nitrogen-containing ring. Currently, *N*-arylated azaheterocycles have attracted the attention of researchers in synthetic chemistry due to their applications in the fields of biology, pharmaceuticals, and materials science. Among them, *N*-arylcarbazole derivatives have become a major area of interest due to their applications in organic light-emitting diodes (OLEDs), organic solar cells, and luminescent materials owing to their high thermal stability, hole-transporting properties, and photoconductivity. The methods used for the synthesis of N-arylated carbazoles are copper-catalyzedd Ullmann coupling reactions, palladium-catalyzed reactions, nickel-catalyzed reactions, iron-catalyzed reactions, and transition metal-free reactions.

THE CURRENT TREND OF TUBERCULOSIS IN THE 21ST CENTURY: A MINI REVIEW STUDY

Babatope Sunday Meduteni
Adekola Saheed Ayodeji
Musah Khadijat Toyin
Bakare Mustapha Umar
Sodiq Adetunji Adekola
Centre for Health Systems support and Development, Faculty of Nursing and Allied Health Sciences, University of Abuja.

Background: Tuberculosis remains a critical global health challenge, accounting for approximately 10.6 million new cases and 1.3 million deaths annually. The persistent burden concentrates in low- and middle-income countries where socioeconomic inequalities, inadequate health infrastructure, and drug-resistant strains undermine control efforts. Despite effective treatments, significant knowledge gaps exist regarding contemporary epidemiological patterns, emerging drug resistance, diagnostic innovations, and systemic barriers, particularly in high-burden settings like Nigeria where only 35% of estimated cases are detected.
Objective: This study critically examines tuberculosis trends in the 21st century, assessing global and regional prevalence patterns, examining socioeconomic and biological determinants, analyzing drug-resistant tuberculosis implications, and evaluating current diagnostic and control strategies.
Methods: A systematic literature review was conducted, searching major health databases for publications from 2000 onward. Data were extracted using standardized forms and synthesized through thematic narrative analysis, with quality assessment conducted using design-appropriate criteria.
Results: Global tuberculosis incidence declined slowly at 1.5% annually, below the 4-5% reduction required for End TB Strategy targets. Eight high-burden countries account for two-thirds of cases. COVID-19 reversed progress, increasing tuberculosis deaths for the first time in over a decade. Tuberculosis persistence is driven by poverty, malnutrition, overcrowding, HIV co-infection, diabetes, delayed care-seeking, and weak health systems. Approximately 410,000 people developed multidrug/rifampicin-resistant tuberculosis in 2022; only 40% received treatment. While GeneXpert MTB/RIF improved detection by 10-20%, implementation remains uneven. An estimated 3-4 million cases annually remain undiagnosed.
Conclusion: Eliminating tuberculosis requires comprehensive, patient-centered, multi-sectoral approaches integrating biomedical advances with social protection, strengthening health services, addressing social determinants, and ensuring sustained political commitment with adequate financing.
Keywords: Tuberculosis, Drug-Resistant Tuberculosis, Global Health, Epidemiology, Diagnostic Innovations, Health Systems

PREVALENCE AND PSYCHOSOCIAL IMPACT OF LONELINESS AND SOCIAL ISOLATION ON THE WELL-BEING OF OLDER ADULTS: A SYSTEMATIC REVIEW

Bakut Janet Naman
Musah Khadijat Toyin
Dhikroh Oriyomi Adekola
Adekola Saheed Ayodeji
Obande Ifeoma Elizabeth
Sodiq Adetunji Adekola
Centre for Health Systems support and Development, Faculty of Nursing and Allied Health Sciences, University of Abuja, Abuja, Nigeria.

Background: Loneliness (subjective) and social isolation (objective) are critical and growing public health issues affecting older adults globally. This systematic review aimed to determine the prevalence, examine psychosocial impacts, and identify associated risk factors and effective interventions for loneliness and social isolation among older adults aged 60 years and above.
Methods: Adopting a systematic review design and following PRISMA 2020 Statement guidelines, a comprehensive search was conducted across major databases including PubMed, Scopus, and PsycINFO. Peer-reviewed studies published between 2019-2024 were selected using stringent inclusion criteria, focusing on older adults and psychosocial outcomes including mental health and cognitive function. Eighteen studies were included for narrative synthesis and analysis.
Results: Loneliness and social isolation were highly prevalent among older adults, with global loneliness rates ranging from 25-60%. The review consistently demonstrated significant negative psychosocial impacts, including increased risks of depression and anxiety, cognitive decline, and 50% higher dementia risk. Social isolation increased mortality risk comparable to smoking. Key risk factors included widowhood, living alone, chronic illness, and low socioeconomic status. Effective interventions involved group exercise programs, social clubs, and technology-assisted communication platforms.
Conclusion: Loneliness and social isolation represent profound public health challenges with severe psychosocial implications, threatening healthy aging. This systematic review confirms these conditions significantly impair mental health, cognitive function, and quality of life among older adults. Interventions must be relationship-centered, community-based, and targeted toward addressing identified risk factors to ensure social connectedness and promote overall well-being in aging populations.
Keywords: Loneliness, Social Isolation, Older Adults, Mental Health, Psychosocial Impact, Aging

SICK BUILDING SYNDROME AND TOXICOLOGICAL ASSESSMENT OF CONSTRUCTION MATERIALS AMONG WORKERS AND RESIDENTS IN DUTSE METROPOLIS, JIGAWA STATE, NIGERIA

Bate Garba Barde
Department of Environmental Sciences, Federal University Dutse, Jigawa State, Nigeria

Abstract: The type and quality of construction materials determine to a large extent the prevalence of sick building syndrome (SBS) which puts the occupants' lives at risk. This study was conducted to assess the prevalence and risk factors of SBS stemming from construction materials among workers and residents in the study area. A total of 1765 study subjects were involved using a structured questionnaire and observational checklists in a multistage random sampling technique, covering homes, offices, classrooms and business premises. SBS symptoms were assessed using their confirmation criteria and their risk factors were determined using adjusted odds ratio (AOR) with logistic regression analysis at 95% confidence interval (CI). Results showed the general prevalence of SBS to be 58.02% while that of skin symptoms was 5.47% and mucosal symptoms was 93.46%. The most commonly reported symptoms include rhinitis (69.92%) and headache (24.02%) which were mostly observed in the construction workers (76.37%) and residents (23.63%). Type of construction materials were significantly related to SBS symptoms as risk factors which include paint (AOR=1.93, CI=0.48 to 7.77), cement (AOR=1.67, CI=0.26 to 10.06), plastic/rubber (AOR=1.38, CI=0.05 to 3.42) and iron (AOR=0.81, CI=0.17 to 3.92). It is suggested that construction materials in the study area should be standardized and regulated, the workers be provided with personal protective equipments and residents should be properly guided on how to care for themselves while occupying such structures.
Key words: Construction; Sick building syndrome; Adjusted odds ratio; Prevalence; Building materials.

VALORIZATION OF QUINOA PROCESSING BY-PRODUCTS AS EMERGING NUTRACEUTICAL RESOURCES FOR IMPROVED HUMAN HEALTH AND WELL-BEING

BENYAHOUB Rabie
CHOUANA Toufik
Laboratory for the Protection of Ecosystems in Arid and Semi-Arid Zones, Kasdi Merbah University –Algeria-

AZIB Salim
Bioresources Laboratory, Kasdi Merbah University–Algeria-

Abstract

Background
Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) is widely recognized for its exceptional nutritional profile; however, its processing generates several by-products bran, husk, germ fractions, leaves, and saponin-rich residues that remain underutilized despite their high content of bioactive compounds. These co-products are emerging as valuable sources of nutraceutical ingredients capable of supporting metabolic, cardiovascular, digestive, and immune health. Understanding their functional potential is essential to develop sustainable and health-promoting food systems.

Methods
This work is based on a critical synthesis of recent scientific literature (2015–2025) focusing on the composition, functional properties, and health-related activities of quinoa by-products. We analyzed data on dietary fibers, polyphenols, phytosterols, tocopherols, polyunsaturated fatty acids, and saponins, and evaluated their reported antioxidant, anti-inflammatory, hypoglycemic, hypocholesterolemic, prebiotic, and antimicrobial effects.

Results
Quinoa by-products were found to contain substantial levels of bioactive compounds with demonstrated nutraceutical effects. Bran and husk fractions provide fibers and polyphenols relevant to glycemic control and gut health. Germ fractions are rich in polyunsaturated fatty acids and phytosterols, supporting cardiovascular protection. Saponin-rich residues exhibit promising antidiabetic, anticancer, and immunomodulatory activities. Collectively, these co-products show potential for use in functional foods, dietary supplements, and pharmaceutical applications.

Conclusion
Quinoa by-products represent an underexploited yet highly valuable source of nutraceutical ingredients. Their valorization can enhance human health and well-being while contributing to sustainable, circular food systems. Further experimental research is needed to optimize extraction processes, validate health claims, and develop innovative applications in the nutraceutical and functional food sectors.

Keywords: Quinoa by-products; Valorization; Nutraceuticals; Bioactive compounds; Functional foods; human health.

MENTORLUK VE ROL MODEL OLMANIN ETKİSİ: AMELİYATHANE HEMŞİRELERİNİN PROFESYONEL GELİŞİMİ

Hemşire, Hande DİYEK
Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi
Denizer Caddesi Cevizli Kavşağı No:2 Cevizli/Kartal İstanbul
https://orcid.org/0009-0000-0953-9385
Doktor Öğretim Üyesi Hatice Erdoğan
Maltepe Üniversitesi, Hemşirelik Yüksekokulu
Buyukbakkalkoy, Maltepe Unv. Marmara Egitim Koyu, 34857 Maltepe Istanbul/Turkey
H.E. ORCID no: https://orcid.org/0000-0001-6376-0267

Amaç:
Perioperatif hemşirelik, yüksek teknik beceri ve ekip uyumu gerektiren özel bir alandır. Bu derlemenin amacı, mentorluk ve rol model olma süreçlerinin ameliyathane hemşirelerinin profesyonel gelişimine olan etkilerini incelemektir.
Gereç ve Yöntem:
2022–2025 yılları arasında yayımlanan AORN, ORNAC ve PubMed veri tabanlarındaki güncel araştırmalar gözden geçirilmiştir. Mentorluk türleri (formal, informal, eşli öğrenme), rol model davranışları, profesyonel kimlik ve liderlik gelişimi ekseninde analiz yapılmıştır.
Bulgular/Öngörü:
Mentorluk programlarının, yeni başlayan hemşirelerin klinik yeterlik, özgüven ve mesleki aidiyet düzeylerini artırdığı saptanmıştır. Rol modellerin etik davranış, iletişim disiplini ve hasta güvenliği konularında örnek teşkil ettiği belirlenmiştir. Literatür, mentorluk destekli oryantasyonun hemşire devir oranını azalttığını ve profesyonel tatmini yükselttiğini göstermektedir. Simülasyon, gölgede izlem (shadowing) ve yapılandırılmış geri bildirim, perioperatif ortamda etkili yöntemlerdir.
Sonuç:
Mentorluk, ameliyathane hemşireliğinde mesleki gelişim ve güvenli bakım kültürünün temelini oluşturur. Kurumsal düzeyde sürdürülebilir mentorluk modellerinin geliştirilmesi, profesyonel kimliği güçlendirecek ve hasta güvenliği çıktılarında iyileşme sağlayacaktır.
Anahtar Kelimeler: Mentorluk, rol model, ameliyathane hemşireliği, profesyonel gelişim, liderlik

THE EFFECT OF MENTORING AND ROLE MODELING: THE PROFESSIONAL DEVELOPMENT OF OPERATING ROOM NURSES

Purpose:
Perioperative nursing is a specialized field requiring high technical skills and teamwork. The purpose of this review is to examine the effects of mentoring and role modeling processes on the professional development of operating room nurses.
Materials and Methods:
Current research published between 2022 and 2025 in the AORN, ORNAC, and PubMed databases was reviewed. Analysis was conducted on the basis of mentoring types (formal, informal, peer-learning), role model behaviors, professional identity, and leadership development.
Findings/Prediction:
Mentoring programs were found to increase the clinical competence, self-confidence, and professional commitment of novice nurses. Role models were determined to exemplify ethical behavior, communication discipline, and patient safety. The literature demonstrates that mentoring-supported orientation reduces nurse turnover and increases professional satisfaction.

Simulation, shadowing, and structured feedback are effective methods in the perioperative setting.

Conclusion:

Mentoring forms the foundation of professional development and a culture of safe care in operating room nursing. Developing sustainable mentoring models at the institutional level will strengthen professional identity and improve patient safety outcomes.

Keywords: Mentoring, role model, operating room nursing, professional development, leadership

BİR TARIM-GIDA ÜRETİM HATTININ SİMÜLASYON YOLUYLA DEĞERLENDİRİLMESİ VE OPTİMİZASYONU: KUSKUS ENDÜSTRİSİNDE BİR UYGULAMA

Prof. Dr. Boussalia latifa
Transportation engineering department, Constantine 1 university, Algeria,
ORCID:0000-0002-4995-1793

ÖZET
Tarım-gıda endüstrisinin son derece rekabetçi ortamında, üretim iş akışlarının optimizasyonu, operasyonel verimliliği maksimize etmek ve maliyetleri minimize etmek adına hayati önem taşımaktadır. Bu çalışma, endüstriyel darboğazları hafifletmek amacıyla, Simul8 yazılımı kullanılarak tanımlayıcı istatistiksel analiz ile ayrık olay simülasyonunun (DES) entegrasyonunun metodolojik değerini ortaya koymaktadır. SARL MEXICALI bünyesindeki kuskus üretim hattına odaklanan bu araştırma, sistemik verimsizlikleri teşhis etmeyi ve sağlam, veriye dayalı iyileştirme stratejileri önermeyi amaçlamaktadır.
Kullanılan metodoloji, bir aylık sistematik veri toplama sürecine dayanan titiz bir nicel analizi içermektedir. Bu teşhis aşaması, toplam üretim döngüsü süresinin %55'ini (Ortalama = 47,95 dakika, σ = 2,68) oluşturan kurutma aşamasını temel kısıt olarak belirlemiştir. Bu kısıtlamayı ele almak için, Simul8 ortamında üretim hattının bir "dijital ikizi" oluşturulmuştur. Bu modelleme, çeşitli optimizasyon senaryolarının risksiz bir sanal ortamda değerlendirilmesine olanak sağlamıştır. Simülasyon sonuçları, kurutma süresinde hedeflenen %20'lik bir azalmanın, genel üretim kapasitesinde %15-20 oranında önemli bir artış sağlayacağını nicel olarak göstermiştir.
Sonuç olarak bu yaklaşım, endüstriyel yönetim için tekrarlanabilir bir metodolojik çerçeve oluşturmaktadır. Çalışma, iyileştirme stratejilerinin sonuçlarını fiziksel uygulamadan önce öngörmede simülasyon araçlarının etkinliğini doğrulamakta, böylece operasyonel aksamaları ve yatırım riskini minimize etmektedir.
Anahtar kelimeler: Üretim performansı; tanımlayıcı istatistikler; Simul8; süreç optimizasyonu; kuskus üretimi.

EVALUATION AND OPTIMIZATION THROUGH SIMULATION OF AN AGRI-FOOD PRODUCTION LINE: APPLICATION TO THE COUSCOUS INDUSTRY

ABSTRACT
Within the highly competitive landscape of the agri-food industry, the optimization of production workflows is paramount for maximizing operational efficiency and minimizing costs. This study elucidates the methodological value of integrating descriptive statistical analysis with discrete-event simulation (DES), utilizing Simul8 software, to mitigate industrial bottlenecks. Centered on the couscous production line at SARL MEXICALI, this research aims to diagnose systemic inefficiencies and propose robust, data-driven remedial strategies.
The methodology employed a rigorous quantitative analysis predicted on one month of systematic data acquisition. This diagnostic phase pinpointed the drying stage as the primary constraint, accounting for 55% of the total production cycle duration (Mean = 47.95 minutes, σ = 2.68). To address this limitation, a digital twin of the production line was constructed within the Simul8 environment. This modeling facilitated the evaluation of various optimization scenarios within a risk-free virtual setting. Simulation results quantified that a targeted 20% reduction in drying time would yield a significant 15–20% enhancement in overall production capacity.

Ultimately, this approach establishes a reproducible methodological framework for industrial management. It validates the efficacy of simulation tools in forecasting the outcomes of improvement strategies prior to physical implementation, thereby mitigating operational disruption and investment risk.
Keywords: production performance; descriptive statistics; simul8; process optimization; couscous production.

BRIDGING THE EDUCATION GAP: THE ROLE OF FINANCIAL INCLUSION IN ENHANCING HIGHER EDUCATION PARTICIPATION OF ST YOUTH IN TAMIL NADU

Dr. Kavita Singh
Associate Professor,
Faculty of Management Studies, SRM University,
Delhi-NCR, Sonepat, Haryana
Komal
Research Scholar,
Faculty of Management Studies,
SRM University, Delhi-NCR, Sonepat, Haryana
Yaditi Singh
Student, ZHDC

Abstract
Financial inclusion has emerged as a critical enabler of educational equity, particularly for Scheduled Tribe (ST) communities who face systemic socio-economic disadvantages. This review looks at how financial inclusion programs and access to higher education among Tamil Nadu's ST youth interact. The chapter emphasizes how specific programs—like the Pradhan Mantri Jan Dhan Yojana (PMJDY), scholarship payments, and Self-Help Group (SHG) credit linkages—have increased educational enrolment by lowering financial obstacles, drawing on recent empirical research and policy analysis. Financial literacy, personality qualities, and home income have a significant impact on tribal students' decision to pursue higher education, according to data from case studies conducted in Coimbatore, the Nilgiris, and surrounding areas (Govindharaj, 2024; Veluchamy, 2019). Even while more people have access to formal banking, there are still gaps in knowledge, digital inclusion, and timely scholarship payout, which frequently cause students' academic continuity to be disrupted (IMPRI, 2023; PSGCAS, 2022). Moreover, despite legislative efforts, sociocultural elements, including migration and gender inequality, worsen educational discrepancies (Kumar, 2023). The results highlight the necessity of a human-centered strategy that combines strong institutional support, mentoring, and capacity building with financial inclusion. Although ST students' involvement in higher education has benefited from financial inclusion, this review indicates that sustainable development necessitates a comprehensive approach, including financial assistance, legislative changes, and culturally sensitive teaching.
Keywords: Financial Inclusion, Scheduled Tribes, Higher Education, Tamil Nadu, Scholarships, Educational Equity

DESIGNING HIGH-PERFORMANCE ORGANIC SOLAR CELL DONORS: A COMPUTATIONAL APPROACH USING QUINOXALINE DERIVATIVES

El mostafa Benharaf
Team of Chemical Processes and Applied Materials, Sultan Moulay Slimane University, Polydisciplinary Faculty, Beni Mellal, Morocco.
Ikram Mennas
Team of Chemical Processes and Applied Materials, Sultan Moulay Slimane University, Polydisciplinary Faculty, Beni Mellal, Morocco.
A. Arif
Team of Chemical Processes and Applied Materials, Sultan Moulay Slimane University, Polydisciplinary Faculty, Beni Mellal, Morocco.
Zidane Zohra
Research Laboratory in Physics and Engineering, Department of Physic, Polydisciplinary Faculty, University of Sultan Moulay Slimane, Beni-Mellal, Morocco.
Ayoub cherrat
LS3MN2E, CERNE2D, Faculty of Sciences, Mohammed V University in Rabat, Rabat, Morocco.
Abdellah Zeroual
Molecular Modeling and Spectroscopy Research Team, Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, El Jadida, Morocco. El Jadida, Morocco.
Mohammed El idrissi
Team of Chemical Processes and Applied Materials, Sultan Moulay Slimane University, Polydisciplinary Faculty, Beni Mellal, Morocco.

Abstract:
This theoretical study explores four quinoxaline-based derivatives (M1–M4) as potential electron donors for organic solar cells (OSCs) using DFT/TD-DFT calculations. The research evaluates their optoelectronic properties, including frontier molecular orbital energies, band gaps, and absorption spectra. Compound **M3** is identified as the most promising candidate due to its narrowest band gap, broadest absorption spectrum, and high chemical softness, which suggest superior light-harvesting and charge-transport capabilities. While **M1** and **M2** have deeper HOMO levels that could lead to higher open-circuit voltages, their larger band gaps limit their light absorption efficiency. The study confirms that molecular design can effectively tune the properties of quinoxaline derivatives for high-performance organic photovoltaic applications.
Keywords: Quinoxaline derivatives, Organic solar, TD-DFT, photovoltaic applications, Charge transport, Energy bandgap

CERRAHİ TAKIM İLETİŞİMİNDE KAPALI DÖNGÜ

Hemşire, Uğurcan AKBAŞ
https://orcid.org/0009-0007-2754-9406
Doktor Öğretim Üyesi Hatice Erdoğan
Maltepe Üniversitesi, Hemşirelik Yüksekokulu
Buyukbakkalkoy, Maltepe Unv. Marmara Egitim Koyu, 34857 Maltepe Istanbul/Turkey
H.E ORCID no: https://orcid.org/0000-0001-6376-0267

ÖZET
Etkili iletişim, ameliyathane güvenliğinin temel taşlarından biridir; ancak yoğun iş akışı, çevresel gürültü ve disiplinler arası farklılıklar nedeniyle iletişim hataları oldukça yaygındır (Etherington et al., 2019). Bu bağlamda, kapalı döngü iletişim (Closed-Loop Communication, CLC); gönderici mesajı verip alıcının tekrar ederek onaylaması, ardından göndericinin teyit etmesi şeklinde yapılandırılmış bir iletişim sürecidir (van Dalen et al., 2022). CLC'nin takımlarda uygulamaya geçirilmesi, iletişim belirsizliğini, görev karışıklığını ve yanlış anlaşılmaları azaltmakta, sonuç olarak hata riskini düşürmektedir. Eğitim programları ve simülasyonlar aracılığıyla hemşireler ve cerrahi ekip üyeleri CLC uygulamasını öğrenmekte ve pratiğe entegre etmektedir (AHRQ modülü, 2020). Bu derlemede, CLC eğitiminin hemşirelik açısından sunabileceği katkılar; kısa süreli simülasyonlar, rol-oyunları ve takım-geribildirim oturumları şeklinde özetlenmiştir. Sonuç olarak, kapalı döngü iletişiminin ameliyathane iletişim kültürüne kazandırılması, hemşirelerin rolünü güçlendirecek, ekip içi iletişim kalitesini artıracak ve hasta güvenliği süreçlerini olumlu yönde etkileyecektir. Kurumlar bu süreci desteklemek için "CLC eğitimini bakım protokollerine entegre etme", "takım iletişim ölçütlerini izleme" ve "süreç iyileştirme geri besleme mekanizmaları" oluşturma gibi stratejiler benimseyebilir.
Anahtar Kelimeler: Kapalı döngü iletişim, closed-loop communication, ameliyathane ekip iletişimi, eğitim, hemşirelik rolü

Abstract
Effective communication is one of the cornerstones of operating room safety; however, due to heavy workloads, environmental noise, and interdisciplinary differences, communication errors are quite common (Etherington et al., 2019). In this context, closed-loop communication (CLC) is a structured communication process in which the sender delivers a message, the receiver repeats it for confirmation, and the sender verifies the accuracy of the repeated message (van Dalen et al., 2022). Implementing CLC within teams reduces communication ambiguity, task confusion, and misunderstandings, ultimately lowering the risk of errors. Through training programs and simulations, nurses and surgical team members learn and integrate CLC practices into their routines (AHRQ Module, 2020). This review summarizes the contributions that CLC training can offer from a nursing perspective, including short simulations, role-playing exercises, and team feedback sessions. In conclusion, incorporating closed-loop communication into the communication culture of the operating room will strengthen the role of nurses, enhance the quality of intra-team communication, and positively influence patient safety processes. Institutions may support this process by adopting strategies such as integrating CLC training into care protocols, monitoring team communication indicators, and establishing feedback mechanisms for process improvement.
Keywords: surgical team communication, Education, nursing role, closed-loop communication

THE KHATTARAT SYSTEM: TRADITIONAL WATER GOVERNANCE IN OASES OF MIDDLE DRAA

AIT YOUSSEF Ali
Laboratory of Plant, Animal, and Agro-Industrial Productions, Department of Biology, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, B.P. 133, 14000 Kenitra, Morocco.
Zagora Experimental Domain, National Institute of Agronomic Research, Avenue Ennasr, BP 415 Rabat Principal, 10090 Rabat, Morocco.

ABSTRACT
Khattarat is an ingenious water management system that enables sustainable living in arid ecosystems, such as the palm oases of southern Morocco. This ancient technique, which dates back thousands of years, is found in many countries worldwide, with some systems originating in pre-Islamic times or even the Iron Age. The Khattarat functions as a traditional method of extracting groundwater to the surface without the need for external energy, relying solely on gravity.
In Morocco, Khattarat exist in six out of the country's twelve regions. This system has played a crucial role in expanding irrigated land by creating small oases at their outlets. It is estimated that around 300,000 Moroccans benefit, either directly or indirectly, from the economic activities linked to these water infrastructures.
These water systems have endured for centuries without causing environmental harm, with water distribution methods varying from one oasis to another. Each Khattara operates based on a set of local customs and practices, overseen by a water sheikh or a j'maa.
This paper aims to highlight the role of the Khattara in the Arguoin Oases, located in the Central Draa Basin in Zagora, southeastern Morocco, in managing water resources and supporting population stability beyond the Mezguita Oasis. It also explores the key characteristics of this oasis and the traditional knowledge associated with its water management system.
Keywords: khattara water management, traditional knowledge, Arguoine oases, Amghar n waman.

OXIDATION OF THE ORGANOBORANE AND MOLECULAR DOCKING STUDIES OF THE PRODUCED ALCOHOL

Mohammed Denzira
Ali Barhoumi
El mostafa Benharaf
Abdessamad Tounsi
Laboratory of Environmental, Ecological, and Agro-Industrial Engineering, Faculty of Science and Techniques of Beni Mellal, Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal, Morocco
Mohammed El idrissi
Team of Chemical Processes and Applied Materials, Sultan Moulay Slimane University, Polydisciplinary Faculty, Beni Mellal, 23000, Morocco

Abstract
The alcohol $C_{15}H_{26}O$ was synthesized by hydroboration-oxidation of α-transhimachalene (R) with 9-BBN and H_2O_2/OH^-in tetrahydrofuran. The chemoselectivity of the reaction was studied theoretically using molecular density theory (MEDT). Experimental chemoselectivity with optimal interaction was determined appropriately, as predicted by Parr's functions, analysis of the electron localization function (ELF) of the reactants, and energy studies. Furthermore, the hydroboration-oxidation reaction of α-trans-himachalene (R) by 9-BBN and H2O2/OH- exhibits lower activation energy in water and ethanol, demonstrating that this reaction can be carried out in environmentally friendly solvents. The mechanistic study indicates that this hydroboration-oxidation reaction follows a concerted mechanism with asynchronous bond formation. In addition, a docking study was performed by docking α-trans-himachalen (R), alcohol P"1, and alcohol P"2 with the main protease Topoisomerase II (1ZXM) relative to etoposide, and in the main protease of Tubulin (1SA0) relative to taxol. This study showed that alcohols could be candidates for cancer drugs.
Keywords: *hydroboration-oxidation, α-trans-himachalene, Molecula docking,ADME,Toxicity.*

COMPARATIVE STUDY OF FRUIT DEVELOPMENT OF FIG TREES (*Ficus carica* L.) PROPAGATED BY CUTTINGS AND *IN VITRO* TISSUE CULTURE

Dr. Chokri Bayoudh
Research Laboratory "Production and Protection for a Sustainable Horticulture" (LR21AGR03), Regional Research Centre on Horticulture and Organic Agriculture (CRRHAB), B.P. 57, 4042 Chott-Mariem, IRESA-University of Sousse, Tunisia,
ORCID ID: 0000-0002-7531-2979
Dr. Faten Zaouay
Research Laboratory "Agrobiodiversity and Ecotoxicology" (LR21AGR02), Higher Agronomic Institute (ISA), 4042 Chott-Mariem, IRESA-University of Sousse, Tunisia.
Mrs. Afifa Majdoub
Regional Research Centre on Horticulture and Organic Agriculture (CRRHAB), B.P. 57, 4042 Chott-Mariem, IRESA-University of Sousse, Tunisia.
Prof. Dr. Mars
Research Laboratory "Agrobiodiversity and Ecotoxicology" (LR21AGR02), Higher Agronomic Institute (ISA), 4042 Chott-Mariem, IRESA-University of Sousse, Tunisia.

Abstract
Fig trees of Soltani (SNI), Zidi (ZDI) and Bither abiadh (BA) varieties, propagated from hardwood cuttings and *in vitro* tissue culture, were transplanted to an experimental orchard at the Regional Research Centre on Horticulture and Organic Agriculture research station in Chott-Mariem city to study the development and the evolution of the fruits during their first fruiting. This comparative study is mainly related to the evolution of: the fruit number, fruit fresh weight, and fruit diameter and length. For all studied varieties, globally, the fruiting parameters of fig trees propagated via the two ways (*in vitro* and cuttings) showed clear variations, with a superiority over the fruits issued from trees propagated by cuttings. Indeed, during this first fruiting, the average number of fruits issued from *in vitro* culture trees was 10.93, while that of those propagated from cuttings was 9.43. The average fresh weight of the fruits from cutting propagated trees was 24.08 g, while that of *in vitro* culture propagated trees was only 18.36 g. The heaviest fruits were those of SNI variety issued from hardwood cuttings, with an average fresh weight of 28.65 g. Similarly, the fruits induced from cuttings presented the largest diameter, averaging 36.2 mm. The diameter of the fruits induced from vitroplants was slightly smaller, with 32.74 mm. The fruit lengths of the trees propagated by the two methods were nearly identical, at 40.39 mm and 39.64 mm for trees issued from cuttings and *in vitro* culture, respectively. This work provides preliminary insights to the fruiting capacity of fig trees issued from *in vitro* culture, as well as their fig production and yielding capacities.
Keywords: *Ficus carica*, fig fruits, vitroplants, cuttings, fruit parameters.

FROM CRIME SCENE TO COURTROOM: COMPARATIVE STUDY OF FORENSIC ACCOUNTABILITY FRAMEWORKS TO WRONGFUL ARRESTS AND MISCARRIAGES OF JUSTICE

Dr. Bharti Nair Khan
Assistant Professor (Senior Scale) UPES, School of Law, Knowledge Acres, Kandoli, Dehradun- 248007, Uttarakhand, India.
Orcid No. 0000-0003-0994-0616.

Abstract
Forensic science now occupies a central and often decisive role in modern criminal investigations, shaping police lines of inquiry, prosecutorial decisions, and ultimately judicial outcomes. Yet the same technical evidence that can illuminate truth also carries risks of error stemming from methodological flaws, laboratory mismanagement, cognitive bias, and opaque use of proprietary algorithms that may precipitate wrongful arrests and miscarriages of justice. This study adopts a "crime scene to courtroom" perspective to examine how accountability is assigned and operationalised at each stage of the forensic pipeline: evidence collection, analysis, reporting, disclosure, and judicial evaluation. By comparing institutional arrangements and regulatory mechanisms across India, the United Kingdom, and the United States, the paper highlights how differences in accreditation, independence of providers, disclosure obligations, and post-conviction review shape the detection and correction of forensic error. The study suggests practicable reforms which aim to preserve evidentiary utility while protecting fair-trial rights and minimizing miscarriages of justice. Recommendations are tailored for policymakers, forensic laboratories, prosecutors, defence counsel, and courts.
Keywords: Forensic evidence, reliability, wrongful conviction, miscarriage of justice

HERITAGE RESOURCES AND TOURISM DEVELOPMENT IN SOUTHWESTERN NIGERIA: FOCUSSING ON CHALLENGES AND THE WAY FORWARD.

Dr. Akintunde John Oloidi
Department of Hospitality and Tourism Studies, University of Nigeria, Nsukka

Dr. Okechukwu O. Anozie
School of General Studies, Humanities Unit, University of Nigeria, Nsukka.

Dr. Emmanuella U. Anozie
Department of Psychology, Alex Ekwueme Federal University, Ndufu-Alike Ikwo, Ebonyi State

Abstract
Ekiti State is endowed with multitudinous cultural heritage resources, which include traditional ceremonies, historical objects, sites and monuments, local games, local industries, oral traditions, traditional institutions, traditional costumes, local foods, religion and belief system. They have become major catalysts for community and national development, especially through tourism. Despite the opportunistic efficacies derived from these heritages, they are not without shortcomings that could affect the attainment of sustainable tourism development. This study centred on disclosing the challenges facing cultural heritage resources and tourism activities in Ekiti State and how they could be minimised. Qualitative method of research design was incorporated in which in-depth interviews with 160 informants and direct observation were methods of data collection. The challenges revealed include low publicity, irregular stakeholders' interest, poor preservation, intrusion of Christianity, dearth of research and documentation, poor planning and implementation, rural-urban migration, weak policy, inadequate social amenities and infrastructures. The way forward include comprehensive documentation, public awareness, regular funding, adequate social amenities and infrastructures, effective security management, active policies, hybridisation of local and modern preservative measures, religious tolerance and active involvement of stakeholders and volunteers. The outcome of the study would help heritage promoters, policymakers, custodians, and other stakeholders to plan and implement heritage and tourism activities in more sustainable way.
Keywords: Heritage resources; tourism development; Ekiti State, south western; Nigeria

CURRENT PROGRESS OF NANOCELLULOSE IN BIOMEDICINE APPLICATION

Mohamad Nurul Azman Mohammad Taib
Institute for Advanced Studies (IAS), University of Malaya, 50603 Kuala Lumpur, Malaysia

Abstract
Nanocellulose has emerged as a versatile and sustainable biomaterial with rapidly expanding applications across the biomedical sector. Derived from renewable cellulose sources, its unique characteristics including high surface area, excellent mechanical strength, tunable surface chemistry, and intrinsic biocompatibility have catalysed significant progress in recent years. Current research demonstrates the potential of nanocellulose in a variety of biomedical applications such as wound dressings, tissue engineering scaffolds, drug delivery platforms, biosensing devices, and antimicrobial systems. Cellulose nanofibrils (CNFs), cellulose nanocrystals (CNCs), and bacterial nanocellulose (BNC) each offer distinct advantages that can be engineered to meet specific clinical requirements, from enhanced cell adhesion and controlled drug release to improved structural stability in physiological environments. Recent advances also highlight functionalisation strategies that integrate nanoparticles, bioactive molecules, or responsive polymers to confer targeted therapeutic properties and improve overall performance. Despite considerable progress, challenges remain in large-scale production, standardisation, long-term biocompatibility assessment, and regulatory approval. Nevertheless, the growing body of evidence underscores nanocellulose's immense potential to drive next-generation biomedical solutions.
Keywords: Nanocellulose; Biomedicine; Tissue engineering; Drug delivery; Bacterial nanocellulose

ENDOPHYTIC BACTERIA FROM MOROCCAN MEDICINAL PLANTS: GROWTH-PROMOTING AND BIOCONTROL CAPACITIES

Hicham EL KISSANI
Hamza EL KISSANY
Biotechnology and Sustainable Development of Natural Resources Unit, Polydisciplinary Faculty of Beni Mellal, Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal, Morocco.

Kaoutar ELFAZAZI
Head of Regional Center of Agricultural Research of Beni Mellal, INRA, Morocco Food Science and technologies Researcher Scientist, INRA, Morocco.

Abdelouahed HAJJAJI
Biotechnology and Sustainable Development of Natural Resources Unit, Polydisciplinary Faculty of Beni Mellal, Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal, Morocco.

Laboratory of Biotechnology, Environment, Agri-food and Health, Faculty of Sciences Dhar El Mahraz, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco.

Abstract

Medicinal plants (MPs) play a major socio-economic and environmental role, having been used for centuries in traditional medicine and various industries. However, they face significant abiotic pressures such as salinity, heavy metals, temperature fluctuations, and water stress, as well as increasing anthropogenic pressures, including excessive pesticide use and habitat degradation, leading to a substantial decline in wild populations and threatening the sustainability of many species. In this context, endophytic bacteria represent a promising strategy to enhance plant resilience through their growth-promoting abilities and biocontrol potential. In this study, bacterial endophytes were isolated from five Moroccan medicinal plants and evaluated for their phosphate-solubilizing capacity, ammonia production, and antifungal activity against *Aspergillus niger*. Among the 47 isolates, 8.51% showed significant phosphate solubilization, while approximately 98% produced ammonia. Additionally, 14.89% of the strains exhibited strong antifungal activity against *A. niger*, with inhibition rates exceeding 60%. These results highlight the potential of selected endophytic strains as biofertilizers and biocontrol agents, offering promising prospects for the sustainable protection of medicinal plants.

Keywords: Abiotic stress; Antifungal activity; Biofertilizers; Biocontrol; Endophytic bacteria; Medicinal plants; Phosphate solubilization

BRIDGING THE DIGITAL AND VOCATIONAL SKILLS GAP FOR STREET CHILDREN: EVIDENCE FROM THE CYBERCATCH PROJECT IN NIGERIA

Nimota Jibola
Kadir ABDULLAHI
Department of Educational Management, Faculty of Education, University of Ilorin
Corresponding

Muinat Bolanle BELLO
Department of Social Science Education, Faculty of Education, University of Ilorin

Mulikat L. A. MUSTAPHA
Department of Educational Guidance and Counselling, Faculty of Education, University of Ilorin

Nafisat A. ADEDOKUN-SHITTU
Hafsat A. AMEEN
Halimat A. ABDULRAHIM
Department of Educational Technology, Faculty of Education, University of Ilorin
Department of Medical Biochemistry, University of Ilorin

Abstract
Street children are often among the most overlooked members of society, frequently missing out on formal education and the vital skills that could enhance their life prospects. The Cybercatch Project in Kwara State, Nigeria, is a four-week initiative aimed at bridging this gap by offering digital literacy, life skills, entrepreneurship awareness, and vocational training in areas like shoe-making, soap-making, and perfume production. This study assesses how the program impacts learners' digital skills, practical abilities, and self-confidence. By employing a mixed-methods approach, data were gathered through pre- and post-training assessments, observations of vocational activities, semi-structured interviews, and focus group discussions with both participants and facilitators. The results show notable improvements in learners' digital literacy, teamwork, problem-solving skills, and entrepreneurial awareness. The hands-on vocational activities not only enhanced practical skills but also promoted economic empowerment. Participants expressed a boost in self-efficacy, motivation, and a more positive outlook on future opportunities. The study highlights the effectiveness of integrating digital, life, and vocational skills in a low-literacy, non-formal education environment, presenting a model that can be adapted and expanded in similar situations. The research sheds light on how experiential, inclusive, and practical training methods can significantly transform the educational and socio-economic paths of vulnerable youth.
Keywords: CyberCatch, Street children, Skill gaps, Nigeria

DETERMINATION OF THE HYDROGEN STORAGE PROPERTIES OF TI_4ZNO_9 MXENES

Çağrı Karadeniz
Graduate School of Natural and Applied Sciences, Gazi University, 06500, Ankara, Türkiye
ORCID: https://orcid.org/0009-0002-6806-1734
Prof.Dr.Gökhan SÜRÜCÜ
Department of Energy Systems Engineering, Faculty of Technology, Gazi University, 06500, Ankara, Türkiye
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3910-8575
Prof.Dr.Özge SÜRÜCÜ
Department of Energy Systems Engineering, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Ankara Yildirim Beyazit University, 06010, Ankara, Türkiye
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8478-1267
Doç.Dr. Ayşenur GENCER
Department of Physics, K. O. Faculty of Science, Karamanoglu Mehmetbey University, 70200 Karaman, Türkiye
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2574-3516

Abstract
This study investigates a novel two-dimensional (2D) Ti_4ZnO_9 monolayer and its potential for hydrogen storage, with particular focus on the effects of lithium (Li) decoration, using first-principles density functional theory (DFT). The pristine Ti_4ZnO_9 surface is identified as an insulating material exhibiting strong thermodynamic, mechanical, and dynamic stability, highlighting its feasibility for experimental realization. Among the possible adsorption sites, the Li position is determined to be the most energetically favorable, and Li decoration at this site induces a transition to metallic behavior. Significant charge transfer from Li atoms to the Ti_4ZnO_9 framework facilitates physisorption-driven hydrogen adsorption. Extensive efforts have been undertaken to meet the target gravimetric capacity of 5.5 wt% established by the U.S. Department of Energy. While this capacity corresponds to a low adsorption energy (0.11 eV/H2) suitable for cryogenic conditions, a reversible and near-ambient storage capacity of 4.27 wt% is obtained at an optimal adsorption energy of 0.41 eV/H2. These results establish Li-decorated Ti_4ZnO_9 as a highly promising and versatile candidate for next-generation solid-state hydrogen storage systems.
Keywords: Hydrogen storage, MXenes, Ti_4ZnO_9, Density functional theory (DFT), AIMD simulations.

ACUTE GLYCEMIC REGULATION AND EPISODIC MEMORY ENHANCEMENT FOLLOWING HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING IN ADOLESCENTS: EVIDENCE OF A SEX-DEPENDENT METABOLIC RESPONSE

Rochdi DAIBI
Laboratory of Biology and Health, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco
ORCID: 0009-0004-8344-7891
Jihane HILALI
Institute of Sports Professions, Interdisciplinary Laboratory of Sport Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco
ORCID: 0009-0001-2727-156X
Youssef SQALLI HOUSSAINI
Laboratory of Biology and Health, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco
ORCID: 0009-0006-4602-2426
Jaouad ROUANE
Laboratory of Biology and Health, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco
ORCID: 0000-0002-6747-5372.
Anas ANAAYOUB
Laboratory of Nervous System Diseases, Neurosensory Disorders and Disability, Faculty of Medicine and Pharmacy of Casablanca (FMPC), Hassan II University of Casablanca, Morocco
ORCID: 0009-0006-7417-1242
El Mokhtar ELOUALI
Institute of Sports Sciences, Hassan I University, Settat, Morocco
ORCID: 0000-0003-1235-9486
Fouad BOUGHANZAI
Laboratory of Electronic Systems, Information Processing, Mechanics and Energy, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco
ORCID: 0009-0004-7632-3794
Walid Bouzid
Institute of Sports Sciences, Hassan I University, Settat, Morocco
ORCID: 0009-0003-8531-7356
Mariam BEN SAGUA
Faculty of Medicine and Pharmacy of Rabat, Mohammed V University in Rabat, Morocco
ORCID: 0009-0002-6120-953X
Abdelhalem MESFIOUI
Laboratory of Biology and Health, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco
ORCID: 0009-0007-9931-5377

ABSTRACT

Episodic memory is highly sensitive to glucose availability, yet little is known about how high-intensity interval training (HIIT) acutely shapes the glycemia–memory relationship in healthy, non-diabetic adolescents. This study examined whether acute fluctuations in blood glucose following HIIT are associated with episodic memory performance and whether this relationship differs by sex. Twenty-three healthy high-school students completed three HIIT sessions

integrated into their physical education curriculum and were compared with a non-exercising control group (n = 10). Capillary glucose levels were measured before and after exercise, and episodic memory was assessed using the Recall 10 Words Test. HIIT elicited a robust post-exercise decrease in glycemia during Intervention 2, with levels dropping from 1.09 ± 0.14 mg/dL to 0.93 ± 0.09 mg/dL ($p < 0.001$). A clear sex-dependent pattern emerged: boys showed a markedly larger reduction ($p < 0.0001$), while girls displayed a moderate yet significant decrease ($p < 0.01$). When all participants were pooled, lower post-HIIT glycemia correlated with better episodic memory performance ($r = 0.356$; $p = 0.042$), although this association was not preserved when groups were analyzed separately. These findings suggest that acute HIIT modulates glycemia in a sex-dependent manner and may selectively enhance episodic memory, highlighting glycemic regulation as a potential mechanism underlying exercise-induced cognitive benefits in school settings.
Key words: High-Intensity Interval Training; Glycemia; Episodic Memory; Adolescents; Cognitive Performance.

EPIDEMIOLOGICAL TRENDS AND EMERGING CHALLENGES OF DENGUE FEVER IN BANGLADESH: A COMPREHENSIVE ANALYSIS

Ashikur Rahman Bhuyain
Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University, Department of computer science and engineering, Dinajpur, Bangladesh.
ORCID: 0009-0002-7245-3618

ABSTRACT
Dengue fever has become one of the most critical public health concerns in Bangladesh, with cases rising sharply over the past decade due to rapid urbanization, favorable climatic conditions for vector breeding, and limitations in vector control strategies. Dengue is transmitted primarily by Aedes aegypti and Aedes albopictus, mosquitoes that thrive in densely populated urban environments. Understanding the patterns, severity, and drivers of dengue outbreaks in Bangladesh is essential for developing targeted interventions. This study provides a detailed evaluation of dengue incidence across major regions of Bangladesh, examining temporal trends, demographic variations, and environmental factors influencing disease transmission. Data from nationwide surveillance reports were analyzed to assess seasonal peaks, mortality rates, and the geographic distribution of cases. Additionally, contributing factors such as inadequate waste management, increased rainfall, and temperature fluctuations were explored for their role in facilitating mosquito proliferation. The findings indicate that the burden of dengue has expanded beyond traditionally high-risk urban centers, with rural regions increasingly reporting significant case numbers. The emergence of severe dengue forms, coupled with healthcare system constraints, highlights the urgent need for integrated vector control, improved diagnostic capacity, and community-level awareness programs. Strengthening surveillance mechanisms and promoting coordinated public health efforts are crucial to mitigating the growing threat of dengue in Bangladesh.
Keywords: Dengue, Bangladesh, Aedes mosquito, epidemiology, vector-borne disease, public health, outbreak trends.

DEVELOPMENT AND OPTIMIZATION OF A FUNCTIONAL RED BEER ENRICHED WITH BIOACTIVE COMPOUNDS FROM ROSEHIP WASTE

Andrei Borșa
University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, Faculty of Food Science and Technology, Department of Food Engineering, Cluj-Napoca, Romania
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-7887-8639
Alexandra Raluca Borşa (Bogdan)
University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, Faculty of Food Science and Technology, Department of Food Engineering, Cluj-Napoca, Romania
ORCID ID: https://orcid.org/ https://orcid.org/ 0000-0001-6343-4082
Mircea Valentin Muntean
University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, Faculty of Agriculture, Department of Technical and Soil Sciences, Cluj-Napoca, Romania
ORCID ID: https://orcid.org/ 0000-0001-6760-3058

ABSTRACT

This study investigates the valorization of rosehip (Rosa canina L.) processing waste as a source of bioactive compounds for the development of an innovative red beer with enhanced functional properties. Rosehip by-products—typically discarded after juice, jam, or puree production—are rich in antioxidants, polyphenols, carotenoids, vitamins, and dietary fibers, making them a promising ingredient for sustainable food and beverage applications. The research aimed to integrate these biocompounds into the brewing process and to optimize technological parameters for producing a stable, sensory-attractive, and nutritionally improved product.

Three beer variants were formulated: a control red beer, a beer enriched with rosehip waste during wort boiling, and a beer supplemented through dry hopping with rosehip residue after primary fermentation. Comprehensive analyses—including physicochemical, sensory, color, pH, fermentation kinetics, and cost–benefit evaluation—were performed to assess the impact of rosehip waste incorporation.

Results indicate that rosehip waste significantly enhanced the beer's color intensity, antioxidant potential, and aromatic complexity, contributing fruity, floral, and lightly acidic notes depending on the stage of addition. Dry-hopping with rosehip waste preserved more volatile bioactive compounds and resulted in the highest sensory acceptance. The integration of rosehip waste also demonstrated technological feasibility and economic advantages, supporting circular-economy practices by reducing food waste and creating added-value products.

The findings highlight rosehip waste as a valuable ingredient for functional craft beverages and open pathways for broader applications in sustainable fermentation technologies, including fruit-based beers, low-alcohol drinks, and kombucha-style products. Future work should focus on industrial scaling, advanced extraction methods, and consumer behavior studie

Keywords: red ale beer; rosehip waste; Rosa canina; bioactive compounds; functional beverages.

DEVELOPMENT OF NEW RELATED Al-O-P AND Si-O-P PHASES IN THE PHOSPHORIC GEOPOLYMER NETWORKS

Y. Ballout
Y. El Miz
H. El Harouachi
Y. El Miz
D. Ahoudi
M. Elgettafi
Laboratory of Molecular Chemistry, Materials, and Environment (LCM2E), Faculty Polydisciplinary of Nador (FPN), University Mohammed first, B.P. 300, 62700, Selouane, Nador, Morocco.
R. Hakkou
Laboratory of Innovative Materials, Energy and Sustainable Development (IMED-Lab), Faculty of Science and Technology, Cadi Ayyad University (UCA), B.P.549 Av. A. El Khattabi, Marrakech, Morocco.
Geology and Sustainable Mining Institute (GSMI), University Mohammed VI polytechnic (UM6P), Lot 660 Hay Moulay Rachid, 43150, Ben-Guerir, Morocco.
orcid: https://orcid.org/0009-0002-8671-7565
M. Loutou
Laboratory of Molecular Chemistry, Materials, and Environment (LCM2E), Faculty Polydisciplinary of Nador (FPN), University Mohammed first, B.P. 300, 62700, Selouane, Nador, Morocco.
Laboratory of Innovative Materials, Energy and Sustainable Development (IMED-Lab), Faculty of Science and Technology, Cadi Ayyad University (UCA), B.P.549 Av. A. El Khattabi, Marrakech, Morocco.

Abstract
This study presents a rapid and innovative approach for synthesizing iron ore tailings (IOT)-based geopolymers using acidic activation coupled with volumetric microwave irradiation, applied for the first time to enhance geopolymerization and significantly reduce synthesis time. The raw IOT, composed of 16 wt.% SiO_2, 5 wt.% Al_2O_3 (SiO_2/Al_2O_3 3.6), and 50 wt.% Fe_2O_3, proved to be a suitable aluminosilicate precursor. Comprehensive characterization (CS, SEM-EDX, ATR-FTIR, ATD-ATG, XRD) revealed that optimal conditions (14 M H_3PO_4, 700 W, 10 min) induced strong structural densification and the formation of Al–O–Si, Al–O–P, and mixed Al–O–Si–O–P linkages corresponding to $AlPO_4$, $Al(PO_3)_3$, $Al(H_2PO_4)_3$, and $AlSi_2(PO_4)_3$ crystalline phases. Mechanical performance improved markedly, with compressive strength rising from 4 to 32 MPa with increased acid concentration, from 6 to 45 MPa under higher microwave power, and from 5 to 23 MPa with irradiation time up to 10 min before declining due to overexposure. The resulting geopolymers also exhibited excellent resistance to aggressive environments, confirming this method as a sustainable, energy-efficient alternative to conventional geopolymer curing processes.
Keywords: Keywords: IOT-based geopolymer, phosphoric acid activation, Microwave irradiation, High performance geopolymers

TAŞTAN AŞA-YİYECEKTEN GELENEĞE: DİBEK

Kübra Dilaver Yıldırım
Trakya Üniversitesi, Rektörlük Türk Dili Bölümü, Edirne,
ORCID ID: 0000-0002-8775-2488.

Özet
Türk mutfak kültürü, Türklerin geçmiş zamandan günümüze ulaşan yeme içme unsurlarını, bunların pişirilmesinde kullanılan malzemeleri ve teknikleri kapsamaktadır. Bu kültürün oluşumunda Türklerin ilk dönemlerdeki bozkır yaşam geleneğinin bir özelliği olan hayvan temelli et ve süt ürünleri ile Mezopotamya kültürünün tahılları ve Anadolu'nun meyve ve sebzeleri etkili olmuştur. Bunun yanında Osmanlı mutfağında baharatların kullanımı ile rafine saray mutfak kültürünün ortaya çıkmasına olanak sağlanmıştır. Orta Asya'da ortaya çıkan Bozkır yaşam geleneğinde konar göçer bir yapı yaşam tarzı söz konusuyken daha çok taşınabilir malzemelerin mutfak kültüründe araç gereç olarak kullanıldığını görebiliriz. Türklerin yerleşik hayata geçmesiyle birlikte mutfak yapısının değişimini ve araç gereçlerin de daha çeşitli malzemelerden oluştuğunu görürüz. Buna örnek olarak ilk dönemlerde yiyeceklerin ezilmesi ve dövülmesi için kullanılan malzemenin kolay taşınabilir ahşaptan üretildiğini görürken Anadolu'da yerleşik hayatı benimseyenlerin taş, tunç, mermer gibi ağır malzemelerden yapılmış olduğu görülür. Söz varlığımızda yer alan mutfak ve yemek kültürüne ait araç gereçlerin elde edildiği hammaddenin bu açıdan ahşaptan taşa doğru bir çeşitlenme ile ortaya çıktığını söyleyebiliriz. Günümüz Anadolu mutfak kültüründe tüm bu sürecin sonucunda ortaya çıkan zengin bir yapı göze çarpmaktadır. Kültürün taşıyıcısı olan dil de mutfak ve yemek kültürüne ait söz varlığında zengin bir adlandırmanın ve bu adlandırmayla birlikte de kültürel mirasın yapısı ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu çalışmada söz varlığımızdaki *dibek* adından hareketle etrafında gelişen kültürel miras ve bunun halkbilimindeki törensel uygulamaları araştırılmıştır. Türkçenin etimoloji sözlüklerinde ve Halk Ağzından Derleme Sözlüğü ile Tarama Sözlüğündeki eski ve yeni kullanım şekilleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Eski Türkçeden itibaren *dibek* sözcüğünün geçtiği metinler ve günümüz Anadolu kültüründeki yeri ile kültürel aktarım sonucunda diğer dillere etkileri değerlendirilmiştir.
Anahtar Sözcükler: Türk Mutfak Kültürü, Söz Varlığı, Dibek, Kültürel Miras.

Abstract
Turkish culinary culture encompasses the food and beverage elements of the Turks, including the ingredients and techniques used in their preparation, that have survived from ancient times to the present day. The formation of this culture was influenced by animal-based meat and dairy products characteristic of the Turks' early steppe lifestyle, as well as the grains of Mesopotamian culture and the fruits and vegetables of Anatolia. Furthermore, the use of spices in Ottoman cuisine facilitated the emergence of a refined palace culinary culture. In the steppe lifestyle that emerged in Central Asia, we can see that portable materials were primarily used as utensils in the kitchen culture. With the Turks' transition to settled life, we see a change in the structure of the kitchen and the use of more diverse materials for utensils. For example, in the early periods, the tools used for crushing and pounding food were made of easily portable wood, while those who adopted settled life in Anatolia used tools made of heavier materials such as stone, bronze, and marble. In this respect, we can say that the raw materials from which the utensils related to kitchen and food culture in our vocabulary are obtained have diversified from wood to stone. A rich structure emerges from this entire process in today's Anatolian culinary culture. Language, the carrier of culture, has also given rise to a rich vocabulary of culinary and food culture, and with it, a structure of cultural heritage. This study explores the cultural heritage that has

developed around the word *dibek* in our vocabulary, along with its ceremonial applications in folklore. It attempts to reveal old and new usage patterns in Turkish etymological dictionaries, the Halk Ağzından Derleme Sözlüğü and Tarama Sözğlüğü. Texts containing the word *dibek* from Old Turkish onward, its place in contemporary Anatolian culture, and its influence on other languages as a result of cultural transmission are evaluated.
Key Words: Turkish Culinary Culture, Vocabulary, Dibek, Cultural Heritage.

DIGITAL DETOX

Rapolu Praveen
Dr.Tawseef Ahmad
M.suresh
Ch.sunil kumar
Department of CSE(Artificial Intelligence and Machine Learning), Bharat Institute of Engineering and Technology,Mangalpally(v),Ibrahimpatanam,Hyderabad,501510

Abstract
This **Digital Detox – Machine Learning-Based Screen Time Reduction and Device Addiction Management**
This project aims to develop a machine learning-powered web application designed to help users monitor, manage, and reduce their screen time, thereby combating device addiction. The system leverages predictive models to analyse user behaviour patterns, detect signs of overuse, and provide personalized recommendations for healthier device habits. It integrates real-time tracking of screen usage, activity categorization, and intelligent notifications to encourage mindful breaks.
The application can process user activity data, identify addictive usage trends, suggest alternative productive or wellness-oriented activities, and generate progress reports. It also offers gamified challenges, streak tracking, and goal-setting features to maintain user engagement and motivation. The system is designed to ensure accurate tracking, protect user privacy, and deliver actionable insights for sustainable digital well-being.

Impleentation Flow:
User Activity Tracking → Data Preprocessing → Usage Pattern Analysis via Machine Learning → Personalized Recommendation Generation → Real-Time Alerts & Reports → User Progress stats

Keywords: *Data Preprocessing, Personalized Recommendation Generation, Real-Time Alerts & Reports*

ANTIBIOTIC RESISTANCE

E.Praveena
S.Rubinthara
R .Swathi
S.Deepak
Bharath Institute of higher education and research, chennai, India.

Abstract:

Resistant microorganisms can spread between food-producing animals and humans. Isolate information was obtained from national monitoring programs and research studies conducted in large poultry-producing regions: US, China, Brazil, and countries of EU-Poland, United Kingdom, Germany, France, and Spain. Under all culture conditions, there is a stochastically formed, subpopulation cells in bacterial populations, the size of which depends on the culture conditions. The proportion of in a bacterial population increases under different stress conditions, including treatment with bactericidal antibiotics (BCAs). This is – in our opinion – in particular the case when such bacterial populations are exposed to BCAs. StreptothricinF exemplifies this renewed potential, particularly against Gram-negative bacteria, a recent research focus. This antibiotic's ability to target highly resistant Gram-negative pathogens, such as highlights its potential as a valuable therapeutic includes Staphylococcus aureus , which exhibits a severe infection frequently associated with significant mortality rate of approximately 25%. In the absence of better alternative therapies, Staphylococcus aureus can exemplify better than any other human pathogen the adaptive evolution of bacteria in the antibiotic era, Lac of peptidoglycan precursors of resistant strains), trapping of the antibiotic (for possibly) and efflux pumps (and tetracycline)Antibiotic resistance is a disturbing problem that poses a threat to humans. Treatment options for S. Aureus resistant to β-lactam antibiotics include antibiotic, cyclic antibiotic. Two types of these efflux pumps including RND and MATE can be regarded as main structures responsible for antibiotic resistance. Antibiotic has been considered as the "last resort" treatment of severe infections caused by Gram-positive bacteria the discovery of the enterococci strains in the late 1980s.

Keywords:

Antibiotics,vancomycin,E.coli, resistance, poultry.

ISOLATION, IDENTIFICATION AND CHARACTERIZATION OF *RHIZOBIUM SP.* (BARI RLC-107, BARI RCA-220, BARI RVM- 330)

Dr.B. M. Mahmudul Hasan
Professor and chairman, Department of Food Engineering, NPI University of Bangladesh.

Background : Three ***Rhizobium*** strain's nutritional uptake is same, but the growth rate of BARI RLC-107 is higher than other two strains (BARI RCA-220, BARI RVM-307).Different kinds of experiments were set up in both Luria-Bertani (LB) liquid and semi-solid media to observe the growth and maintenance of the strains.

Method: Subculture is required for maintenance the bacterial strain after 21 days. Before starting the subculture program, the flow of the laminar airflow cabinet was cleaned with 70% ethanol for 20 minutes. All the inoculations and aseptic manipulations were carried out in front of the running laminar air flow cabinet. All the dissecting instruments were covered with aluminum foil and autoclaved by steam autoclaving procedures.

Results: strains were isolated and maintained by subculture procedure. Subculture is required after 3 weeks for the maintenance of bacterial strains. Secondly, streaking and plating were observed and counted cell density by plate counting method. Finally, several experiments were set up to optimize growth conditions in LB media: incubated time 48 hours, pH ranging from 7 to 8, temperature ranging from 10^0Cto40^0C and peptone as carbon source. Strains grown in the medium supplemented with peptone showed rapid and good performance on growth, and strains grown in glucose showed moderate growth. On the other hand, strains grown in the media containing glycerol and sugar showed poor and slow performance on growth. So, peptone was proved as the best carbon source for these bacterial strains. BARI RLC-107 shows the better performance than the other two strains (BARI RCA-220, BARI RVM-307).
Conclusion: As described before three ***Rhizobium*** strains such as BARI RLC-107, BARI RCA-220, BARI RVM-307 collected from Bangladesh Agricultural Research Institute (BARI). The strains belong to the genus ***Rhizobium*** but the species is still unknown. ***Rhizobiums*** are very important soil bacteria. These strains are naturally able to fix nitrogen which may help us to reduce the utilization of harmful inorganic fertilizer in soil. In this study an attempt was made to optimize the growth characteristics of these three newly isolated strains. The strain grown in the medium containing peptone, pH ranging 7-8 showed the rapid and good performance on growth.
Keywords: Strains, Glucose, Peptone, Glycerol, Temperature

WOMEN IN EDUCATION AND LEADERSHIP

Samina kouser
Masters Student of department of women's studies.
Ahlul bayt internTional University tehran.

Women's participation in education and leadership has become a determining factor in global development, yet persistent gender disparities continue to limit their full potential. This conference session explores the transformative role of women as learners, educators, and leaders across diverse cultural and socioeconomic contexts. It examines how increased access to quality education not only strengthens women's personal and professional trajectories but also catalyzes societal progress through improved governance, innovation, and community well-being. The discussion highlights barriers that continue to impede progress—including structural inequality, bias in academic institutions, limited mentorship opportunities, and underrepresentation in decision-making positions. Drawing on global case studies, emerging research, and successful leadership models, the session aims to present actionable strategies for cultivating inclusive educational ecosystems. These strategies include gender-responsive curricula, leadership development programs, equitable policy reforms, and digital tools that expand opportunities for women and girls. Ultimately, this session underscores the urgent need for collaborative efforts to empower women as influential leaders in education and beyond, ensuring a more resilient and equitable future for all.

DESIGN AND FABRICATION OF A MEDIUM-SCALE GARRI SIEVING MACHINE

Samson A. Odunlami
Department of Mechanical Engineering, Federal Polytechnic, Ilaro, Nigeria.

ABSTRACT
This study focuses on the design and fabrication of a medium-scale garri sieving machine. The sieving action is achieved through the reciprocating motion of the sieve, driven by a slider–crank mechanism that sets the sieve housing into motion. Stainless steel was used for the sieve and discharge components to prevent contamination of the garri, while mild steel, graphite steel, and wood were used for other parts of the machine to ensure durability and hygiene. The sieve mesh has a size of 2 mm. The machine is powered by a 5.5 hp (4.1 kW) gasoline engine, mounted on springs to reduce vibration and noise during operation. Performance tests indicate an average sieving efficiency of 73% and a sieving rate of 25.2 kg/min, both superior to manual sieving methods. This machine eliminates the need for manual hand-sieving, saving time and energy while minimizing contamination
Keywords: Fabrication; Sieving Machine; Machine design Gasoline engine oil

COMPARATIVE STUDY OF SOL-GEL AND SOLID-STATE SYNTHESIZED WO_3 AND AG-DOPED WO_3 FOR ENHANCED RESISTIVE HUMIDITY SENSING

Dr.Karunesh Tiwari
Yosief Kassahun Hailu
Dr.Mehertaeb Tsgai
Department of Physics, Mai Nefhi College of science, Mai Nefhi,
Asmara, Eritrea-12676

Abstract

This study presents the **resistive-type humidity sensing characteristics** of **pure tungsten trioxide (WO_3)** and **silver-doped WO_3 (1 wt% Ag)** sensing elements. The materials were synthesized via two distinct routes: **sol-gel synthesis** and **conventional solid-state synthesis**. The synthesized powders were uniaxially compacted into pellets under a pressure of **350 MPa**. These pellets were subsequently **calcined** or **sintered** at an **annealing temperature** of **400°C**. The **humidity-dependent electrical response** was evaluated by monitoring the **DC electrical resistance** of the pellets upon exposure to controlled humidity levels within an **environmental test chamber**. A fundamental and consistent **sensing mechanism** was observed: the **measured resistance** exhibited a **monotonic decrease** with increasing **relative humidity (RH)**, indicative of a **surface-adsorption-mediated conduction** process. The quantitative **sensitivity analysis**, defined as the magnitude of resistance change per unit change in RH ($|\Delta R|/\Delta\%RH$), yielded the following results for samples **annealed at 400°C: For sol-gel derived samples: Pure WO_3:** Demonstrated a **peak sensitivity** of **2.42 MΩ/%RH** within the **20–50% RH range** and **a mean sensitivity** of **1.48 MΩ/%RH** over the broad **20–90% RH range**. **1 wt% Ag-doped WO_3:** Showed enhanced **peak sensitivity** of **2.97 MΩ/%RH** (20–50% RH) and a **mean sensitivity** of **0.48 MΩ/%RH** (20–90% RH). **For solid-state reaction derived samples: Pure WO_3:** Exhibited a **peak sensitivity** of **0.97 MΩ/%RH** (20–50% RH) and a **mean sensitivity** of **0.68 MΩ/%RH** (20–90% RH).**1 wt% Ag-doped WO_3:** Displayed a **peak sensitivity** of **2.28 MΩ/%RH** (20–50% RH) and a **mean sensitivity** of **0.31 MΩ/%RH** (20–90% RH).

Keywords: WO_3, Ag-doped WO_3, humidity sensor, resistive sensor, sol-gel method, solid-state reaction, sensitivity, ceramic pellet..

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN HUMAN–COMPUTER INTERACTION

J.Jeyavarshana
First Year B.SC.CS(AI)
Department of Computer Science (Aritificial Intelligence)
Nadar Mahajana Sangam S.Vellaichamy Nadar College
Nagamalai Madurai-19 Tamilnadu India
Dr S.SELVAM
Head and Assistant professor
Department of Computer Science (Artificial Intelligence)
Nadar Mahajana Sangam
S.Vellaichamy Nadar College
Nagamalai Madurai-19 Tamilnadu India

Abstract
Human–Computer Interaction (HCI) focuses on the design, evaluation, and implementation of interactive computing systems for human use. With the rapid growth of Artificial Intelligence (AI), HCI has evolved from simple command-based interactions to intelligent, adaptive, and human-centered systems. Artificial Intelligence in HCI (AI–HCI) enables computers to understand user behavior, preferences, emotions, and context, thereby improving usability, efficiency, accessibility, and user satisfaction. This paper explores the role of AI in HCI, its key technologies, applications, benefits, challenges, and future trends. A comparative analysis between traditional HCI and AI-based HCI is also presented, along with illustrative tables and graphical representations.

1. Introduction

Human–Computer Interaction is an interdisciplinary field that combines computer science, cognitive psychology, design, and ergonomics to create effective and user-friendly systems. In the early days of computing, interaction was limited to punch cards and command-line interfaces. Over time, graphical user interfaces (GUIs), touch interfaces, and voice-based systems emerged.

Artificial Intelligence has significantly transformed HCI by enabling systems to learn from users, adapt to their needs, and respond intelligently. AI-powered HCI systems can recognize speech, gestures, facial expressions, and even emotions. The integration of AI into HCI has led to more natural, intuitive, and personalized interactions, making technology accessible to a wider range of users.

2. Understanding AI–HCI

AI–HCI refers to the application of artificial intelligence techniques to enhance the interaction between humans and computers. The goal is to move from explicit, rigid interactions to implicit, adaptive, and context-aware interactions.

Key Objectives of AI–HCI

- To make interactions more natural and human-like
- To reduce user effort and cognitive load
- To personalize user experiences
- To improve accessibility and inclusiveness
- To enable intelligent decision support

3. Core AI Technologies Used in HCI

3.1 Machine Learning (ML)

Machine learning allows systems to learn from user data and improve performance over time. In HCI, ML is used for personalization, recommendation systems, and adaptive interfaces.

3.2 Natural Language Processing (NLP)

NLP enables computers to understand, interpret, and generate human language. It is widely used in chatbots, virtual assistants, and voice-based interfaces.

3.3 Computer Vision

Computer vision helps systems interpret visual information such as images, gestures, and facial expressions. It is essential for gesture-based interaction, facial recognition, and augmented reality systems.

3.4 Affective Computing

Affective computing focuses on recognizing and responding to human emotions. AI systems can analyze facial expressions, voice tone, and physiological signals to detect emotional states.

3.5 Intelligent Agents

Intelligent agents act on behalf of users by performing tasks, offering suggestions, and assisting in decision-making.

4. Applications of AI in Human–Computer Interaction

4.1 Virtual Assistants and Chatbots

AI-powered assistants such as voice bots and chatbots provide conversational interfaces for information retrieval and task execution.

4.2 Adaptive User Interfaces

Interfaces dynamically adjust layout, content, and functionality based on user behavior and preferences.

4.3 Healthcare Systems

AI–HCI supports patient monitoring, medical decision support, and rehabilitation through intelligent interactive systems.

4.4 Education and E-Learning

Intelligent tutoring systems personalize learning paths and provide real-time feedback to learners.

4.5 Accessibility Technologies

AI enhances accessibility for people with disabilities through speech-to-text, text-to-speech, and gesture-based controls.

4.6 Gaming and Virtual Reality

AI enables immersive experiences through intelligent non-player characters (NPCs) and adaptive game environments.

5. Benefits of AI in HCI

- Improved usability and user satisfaction
- Personalized and adaptive interaction
- Reduced human effort and errors
- Enhanced decision-making support
- Greater accessibility and inclusiveness

6. Challenges and Ethical Issues

6.1 Privacy and Data Security

AI systems require large amounts of user data, raising concerns about privacy and misuse of information.

6.2 Bias and Fairness
AI models may inherit biases from training data, leading to unfair or discriminatory outcomes.

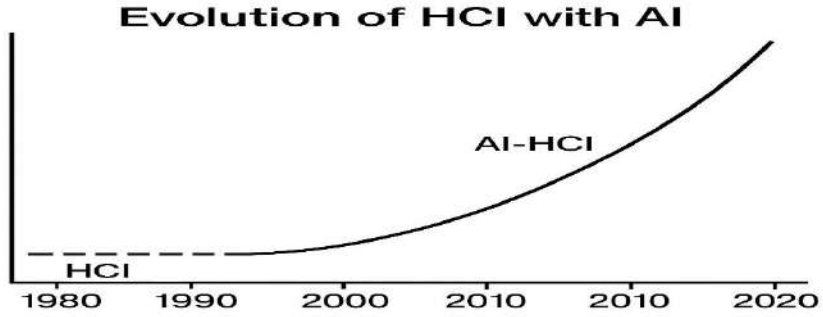
6.3 Transparency and Explainability
Complex AI systems often behave as black boxes, making it difficult for users to understand system decisions.

6.4 Over-Dependence on Automation
Excessive reliance on AI may reduce human skills and critical thinking.

7. Comparison: Traditional HCI vs AI-Based HCI

Aspect	Traditional HCI	AI-Based HCI
Interaction Style	Command-based / GUI	Natural, conversational, multimodal
Adaptability	Static interfaces	Dynamic and adaptive interfaces
Personalization	Limited	High personalization
User Effort	High	Reduced through automation
Intelligence	Rule-based	Learning and predictive
Accessibility	Limited support	Strong support for diverse users

8. Illustrative Graph: Evolution of HCI with AI



9. Future Trends in AI–HCI
- Brain–Computer Interfaces (BCI)
- Emotion-aware interactive systems
- Explainable and ethical AI interfaces
- Multimodal interaction combining voice, gesture, and vision
- Human-AI collaboration systems

10. Conclusion
Artificial Intelligence has become a transformative force in Human–Computer Interaction. By enabling systems to learn, adapt, and understand human behavior, AI has shifted HCI toward

more natural, efficient, and user-centered interactions. While AI–HCI offers significant benefits in usability, accessibility, and personalization, it also introduces challenges related to privacy, ethics, and transparency. A balanced and human-centered approach is essential to ensure that AI enhances, rather than replaces, human capabilities. As AI continues to advance, AI-driven HCI will play a crucial role in shaping the future of digital interaction.

References

Shneiderman, B., Plaisant, C., Cohen, M., Jacobs, S., Elmqvist, N., & Diakopoulos, N. *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human–Computer Interaction*. Pearson Education.

Russell, S., & Norvig, P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Pearson.

Norman, D. A. *The Design of Everyday Things*. Basic Books.

Dix, A., Finlay, J., Abowd, G. D., & Beale, R. *Human–Computer Interaction*. Pearson Education.

Holzinger, A. (2016). Interactive machine learning for health informatics: When do we need the human-in-the-loop? *Brain Informatics*, 3(2), 119–131.

Höök, K. (2000). Steps to take before intelligent user interfaces become real. *Interacting with Computers*, 12(4), 409–426.

Calvo, R. A., & D'Mello, S. (2010). Affect detection: An interdisciplinary review of models, methods, and their applications. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 1(1), 18–37.

Amershi, S., et al. (2019). Guidelines for human-AI interaction. *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*.

Jameson, A. (2009). Adaptive interfaces and agents. In *The Human–Computer Interaction Handbook*. CRC Press.

Benyon, D. (2014). *Designing Interactive Systems: A Comprehensive Guide to HCI, UX, and Interaction Design*. Pearson Education.

EISENSTEIN SERİLERİNİN BAZI ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE

Süleyman Sait DÜNDAR
Bilecik Seyh Edebali University, Department of Mathematics, 11200, Bilecik
ORCID: 0009-0006-7094-5343
İlker İNAM
Bilecik Seyh Edebali University, Department of Mathematics, 11200, Bilecik
ORCID: 0000-0001-5765-1718

ÖZET
Modüler formlar matematikte on yıllardır popülerliğini kaybetmeyen konuların başında gelir. Sağladığı fonksiyonel eşitlik sayesinde üst yarı düzlemde çok fazla sayıda iç simetriye sahip olan modüler formlar analitiklik özelliği nedeniyle önemli bir karmaşık fonksiyon sınıfını oluştururlar. f(z) bir modüler form olsun. Bu durumda modüler grubun iki üretecinden birisi olan 1 birimlik kayma dönüşümü uygulandığında da modüler formlar f(z+1)=f(z) özdeşliğini sağlarlar. Böylece Fourier analizinin önemli bir teoremi kullanılarak f(z) modüler formu bir Fourier serisi ile ifade edilebilir. Bu serideki katsayılar Fourier katsayıları olarak adlandırılır ve çok fazla aritmetik bilgiye sahiptir. Örneğin bu katsayıların mutlak değerleri Ramanujan-Petersson sanısı sayesinde keskin bir üst sınıra sahiptir. Üst yarı düzlemde oldukça önemli geometrik özelliklere sahip olan modüler formların topolojide ve hatta fizikte de uygulamaları vardır. Burada sayılar teorisi uygulamalarına odaklanılacaktır. Öyle ki sigma bölen fonksiyonu yardımıyla tanımlanan ve Fourier katsayıları elle bile kolaylıkla hesaplanabilen Eisenstein serileri modüler formların en temel örneklerinden birisidir. Bu konuşmada Eisenstein serilerinin özellikleri anlatılacaktır. Gerekli tanım ve teoremler verildikten sonra bu serilerin özellikleri verilecektir. Literatürde Eisenstein serilerinin çarpanlarına ayrılmasıyla ilgili olan iki güncel makale incelenecektir. Bu çalışma birinci yazarın yüksek lisans tezinin bir parçasını oluşturmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Modüler formlar, Eisenstein serileri, Modüler grup

ON SOME PROPERTIES OF EISENSTEIN SERIES

ABSTRACT
Modular forms have been a popular topic in mathematics for decades. Modular forms, which possess numerous internal symmetries in the upper half-plane thanks to the functional equation they provide, constitute an important class of complex functions due to their analyticity. Let f(z) be a modular form. In this case, when a unit shift transformation, one of the two generators of the modular group, is applied, the modular forms satisfy the identity f(z+1)=f(z). Thus, an important theorem of Fourier analysis says the modular form f(z) can be expressed as a Fourier series. The coefficients in this series are called Fourier coefficients and possess a wealth of arithmetic information. For example, the absolute values of these coefficients have a sharp upper bound thanks to the Ramanujan-Petersson conjecture. Modular forms, which possess significant geometric properties in the upper half-plane, also have applications in topology and even physics. In this talk we will focus on applications in number theory. Eisenstein series, defined using the sigma divisor function and whose Fourier coefficients can be easily calculated by hand, are one of the most fundamental examples of modular forms. In this talk, the properties of Eisenstein series will be explained. After providing the necessary definitions and theorems, the properties of these series will be presented. Two recent articles in the literature on the factorization of Eisenstein series will be reviewed. This work forms part of the first author's master's thesis.
Keywords: Modular forms, Eisenstein series, modular group

ENCOURAGING PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIPS AT THE UNIVERSITY, TOWARDS A RETURN ON INVESTMENT

Doctor RAHMOUNI Hanane
University of Oran 2 Mohamed Ben Ahmed, Faculty of economic, commerce and mana**g**ement, Department of commerce, Oran-Algeria
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-1052-6188

ABSTRACT
The university receives significant funding to strengthen scientific research and technological development, as well as for practical and teaching activities. Through the acquisition of heavy equipment, technology, and industrial facilities, the university is compelled to establish public-private partnerships to implement service delivery, which is referred to as the return on investment for the equipment and investments acquired.
An investment in a university must be profitable from an economic, social and environmental perspective.
From an economic point of view, the funding provided must be profitable through consideration of the university-business relationship, not only the business but also services within the university, just a regulatory involvement for the control and conformity of services.
The creation and encouragement of these services implies a professional life at university, a profitable job.
On a social level, these investments will also allow the university to meet the social needs of the university community and the wider public.
Encouraging the profitability of university investments is paramount, as is the creation of financial and human resources, as well as the development of ideas and projects for students.
Promoting public-private partnerships and even local university partnerships brings financial and social benefits and encouragement for the project of young researchers.
Keywords: university, profitability, investments, public-private partnership.

PARALEL MAKSİMUM KLİK HESAPLAMASINDA BÖLÜMLEME YÖNTEMLERİNİN PERFORMANSA ETKİSİ

Ecem SALMAN
Ankara Yıldırım Beyazıt University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Computer Engineering, 06010, Ankara / Turkiye
ORCID: 0009-0002-6394-014X
Fahreddin Şükrü TORUN
Ankara Yıldırım Beyazıt University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Computer Engineering, 06010, Ankara / Turkiye
ORCID: 0000-0002-6662-2502

ÖZET
Maksimum klik problemi; sosyal ağ analizi, biyoinformatik ve siber güvenlik gibi birçok alanda yaygın kullanılan NP-zor bir problemdir. Çizge boyutları büyüdükçe hesaplama maliyetleri ciddi şekilde arttığından, ölçeklenebilir paralel hesaplama yöntemleri kritik hale gelmektedir. Bu çalışmada, farklı çizge bölümleme stratejilerinin paralel maksimum klik performansına etkileri araştırılmıştır. Genişletilmiş DIMACS veri setleri üzerinde, dağıtık bellekli MPI tabanlı bir yapı kullanılarak yürütülen testlerde çalışma süresi, yük dengesi ve iletişim maliyetleri değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, uygun bölümleme yaklaşımının çizge yapısına ve paralel işlem seviyesine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Orta ölçekli çizgelerde iletişim maliyeti düşük yöntemler avantaj sağlarken, çok büyük çizgelerde dağıtık sistemlere uygun stratejiler daha iyi ölçeklenebilirlik sunmaktadır. Sonuç olarak, paralel maksimum klik çözümlerinden yüksek verim elde edebilmek için veri özelliklerine uyarlanmış bölümleme tercih edilmesi gerektiği vurgulanmıştır.
Anahtar Kelimeler: Maksimum Klik, Paralel Hesaplama, Çizge Bölümleme, DIMACS, Yük Dengeleme

IMPACT OF PARTITIONING METHODS ON THE PERFORMANCE OF PARALLEL MAXIMUM CLIQUE ENUMERATION

ABSTRACT
The maximum clique problem is an NP-hard problem widely used in various fields such as social network analysis, bioinformatics, and cybersecurity. As graph sizes increase, computation costs rise significantly, making scalable parallel computing approaches essential.
In this study, the impact of different graph partitioning strategies on the performance of parallel maximum clique computation is investigated. Experimental evaluations were conducted on extended DIMACS datasets using a distributed-memory MPI-based environment, focusing on execution time, workload balance, and communication overhead.
The findings indicate that the optimal partitioning approach varies depending on the graph structure and level of parallelism. While methods with lower communication requirements provide advantages on medium-scale graphs, strategies designed for distributed systems achieve better scalability on very large graphs. In conclusion, to ensure high efficiency in parallel maximum clique solutions, selecting a partitioning strategy adapted to the characteristics of the dataset is recommended.
Keywords: Maximum Clique, Parallel Computing, Graph Partitioning, DIMACS, Load Balancing

FARKLI BİTKİLER KULLANILARAK ÜRETİLEN KOMBUCHALARIN ANTİMİKROBİYAL VE ANTİOKSİDAN ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Zeyneb Tuba KAYGUSUZ
Bağımsız araştırmacı, Gıda Mühendisi, Diyarbakır, Türkiye,
ORCID: 0009-0002-2198-3846

Berna DUMAN AYDIN
Dicle Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, 21700, Diyarbakır/Türkiye
ORCID ID: 0000-0001-6116-3274

ÖZET
Bu çalışmada, farklı bitkiler kullanılarak fermente edilen kombu çaylarının antioksidan özellikleri ile gıda kaynaklı bazı patojen mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etkileri araştırılarak kombu çaylarının fonksiyonel gıda olarak potansiyeli ortaya konmuştur. Siyah, beyaz ve yeşil çaylara ek olarak papatya, ekinezya, kara mürver, ginseng, matcha, hibiskus ve nane gibi bitkiler kullanılarak kombu çayı hazırlanmış ve 15 gün fermantasyona bırakılmıştır. Örneklerde pH, asitlik, TAS, TOS ve OSI değerleri belirlenmiş; antimikrobiyal etkinlik agar well difüzyon yöntemiyle gıdalardan en çok izole edilen Staphylococcus aureus (ATCC 6538), Salmonella Enteritidis (ATCC 13076), Salmonella Typhimurium (ATCC 700408), Yersinia enterocolitica (ATCC 9610), Listeria monocytogenes (ATCC 7644), Pseudomonas aeruginosa (ATCC 9027) ve Escherichia coli (ATCC 11229) test suşları kullanılarak değerlendirilmiştir. Antimikrobiyal analizler sonucunda hibiskus, matcha, kara mürver ve papatya kombu çaylarının özellikle Staphylococcus aureus, Listeria monocytogenes, Yersinia enterocolitica ve Pseudomonas aeruginosa üzerinde belirgin inhibisyon oluşturduğu görülmüştür. Bu etkinin, bitkilerin fenolik bileşikleri ile fermantasyon sırasında oluşan asetik ve glukonik asit gibi organik asitlerin düşük pH ile birleşmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Antioksidan kapasite bakımından en yüksek TAS değeri beyaz çay kombu çayında (3,258 mmol Trolox eşd./L) belirlenmiş; yeşil çay ve matcha bunu takip etmiştir. En düşük TAS değerleri papatya, ekinezya ve ginseng kombu çaylarında bulunmuştur. TOS açısından kara mürver kombu çayı en yüksek değeri (11,850 µmol H_2O_2 eşd./L), ginseng ise en düşük değeri (4,860 µmol/L) göstermiştir. OSI sonuçlarına göre beyaz çay kombu çayı en düşük oksidatif stres seviyesine sahipken, kara mürver ve papatya en yüksek değerlere ulaşmıştır. Sonuç olarak bitkisel materyalin kombu çayının biyolojik özelliklerini belirgin şekilde etkilediği görülmüştür.
Anahtar Sözcükler: kombu çayı, antimikrobiyal, antioksidan, fonksiyonel gıda

INVESTIGATION OF THE ANTIMICROBIAL AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF KOMBUCHAS PRODUCED USING DIFFERENT PLANT MATERIALS

ABSTRACT
In this study, the antioxidant properties of kombucha teas fermented with different plant materials and their antimicrobial effects against several foodborne pathogenic microorganisms were investigated in order to reveal the potential of kombucha as a functional food. Kombucha tea was prepared using black, white, and green tea, as well as chamomile, echinacea, elderberry, ginseng, matcha, hibiscus, and mint, and fermented for 15 days. pH, acidity, TAS, TOS, and OSI values were determined, and antimicrobial activity was evaluated using the agar well diffusion method with test strains representing common foodborne pathogens: Staphylococcus aureus (ATCC 6538), Salmonella Enteritidis (ATCC 13076), Salmonella Typhimurium (ATCC 700408), Yersinia enterocolitica (ATCC 9610), Listeria monocytogenes (ATCC 7644), Pseudomonas aeruginosa (ATCC 9027), and Escherichia coli (ATCC 11229). Antimicrobial

analyses showed that hibiscus, matcha, elderberry, and chamomile kombucha teas exhibited notable inhibition, particularly against Staphylococcus aureus, Listeria monocytogenes, Yersinia enterocolitica, and Pseudomonas aeruginosa. This effect is thought to be associated with phenolic compounds present in the plant materials, as well as organic acids such as acetic and gluconic acids formed during fermentation, which contribute to a low pH. Regarding antioxidant capacity, the highest TAS value was determined in white tea kombucha (3.258 mmol Trolox eq./L), followed by green tea and matcha, while the lowest TAS values were observed in chamomile, echinacea, and ginseng kombucha teas. In terms of TOS, elderberry kombucha showed the highest value (11.850 μmol H_2O_2 eq./L), while ginseng exhibited the lowest value (4.860 μmol/L). Based on OSI results, white tea kombucha had the lowest oxidative stress level, whereas elderberry and chamomile kombucha teas showed the highest levels. Overall, the findings demonstrated that the biological properties of kombucha tea vary significantly depending on the plant material used.
Key Words: kombucha, antimicrobial, antioxidant, functional food

EGZERSİZİN EPİGENETİK MEKANİZMALAR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: DNA METİLASYONU, miRNA VE HİSTON MODİFİKASYONLARI: BİR ŞEMSİYE DERLEMESİ

Şener MUTLU
Bursa Uludağ University, Institute of Educational Sciences, Department of Physical Education and Sports, Bursa, Türkiye
ORCID: 0000-0002-1711-6048
Şerife VATANSEVER
Bursa Uludağ University, Faculty of Sports Sciences, Department of Coaching Education, Bursa, Türkiye
ORCID: 0000-0003-4722-5197

ÖZET
Egzersizin moleküler adaptasyonları büyük ölçüde epigenetik mekanizmalar tarafından yönlendirilmesine rağmen mevcut literatürün farklı mekanizmalara odaklanmış olması, bulguların dağınık bir görünüm sergilemesine neden olmaktadır. Bu nedenle epigenetik yanıtların bütüncül biçimde değerlendirilmesine ihtiyaç vardır. Bu çalışmanın amacı, egzersizin insanlarda DNA metilasyonu, mikroRNA (miRNA) düzenlenmesi ve histon modifikasyonları gibi temel epigenetik süreçler üzerindeki etkilerini inceleyen sistematik derlemeleri üst düzeyde sentezlemektir. Bu kapsamda PRISMA-UR yaklaşımı doğrultusunda PubMed, Scopus, Web of Science ve Embase veri tabanlarında 2010–2024 yılları arasındaki literatürü kapsayan sistematik bir tarama yapılmış ve yalnızca insan çalışmalarını içeren, epigenetik sonuç bildiren sistematik derlemeler analiz edilmiştir. Elde edilen veriler DNA metilasyonu, miRNA profilleri ve histon modifikasyonları temaları altında sınıflandırılmıştır. Çalışmaya dahil edilen sistematik derlemelerin metodolojik kalitesinin genel olarak orta–yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir. Bulgular, egzersizin metabolik ve mitokondriyal fonksiyonlarla ilişkili genlerde hipometilasyona yol açtığını, egzersize duyarlı miRNA'ların (miR-1, miR-133a, miR-210) yüklenme şiddeti ve süresine göre değiştiğini ve direnç antrenmanının aktivasyonla ilişkili histon işaretlerini artırdığını göstermektedir. Sonuç olarak egzersiz, gen ekspresyonunu yeniden programlayan güçlü bir epigenetik uyaran olup performans adaptasyonu, metabolik sağlık ve hücresel yenilenme süreçlerinde belirleyici bir role sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Egzersiz, Epigenetik, DNA Metilasyonu, miRNA, Histon Modifikasyonları

THE EFFECTS OF EXERCISE ON EPIGENETIC MECHANISMS: EVALUATION OF DNA METHYLATION, microRNA REGULATION AND HISTONE MODIFICATIONS

ABSTRACT
Although molecular adaptations to exercise are largely driven by epigenetic mechanisms, the existing literature remains fragmented due to studies focusing on isolated pathways, resulting in dispersed and inconsistent findings. Therefore, a comprehensive and integrative evaluation of epigenetic responses is necessary. The aim of this umbrella review is to synthesize systematic reviews investigating the effects of exercise on key epigenetic processes in humans, including DNA methylation, microRNA (miRNA) regulation, and histone modifications. In line with the PRISMA-UR framework, a systematic search covering the years 2010–2024 was conducted in PubMed, Scopus, Web of Science and Embase, and only systematic reviews involving human participants and reporting epigenetic outcomes were included. Extracted data were categorized into DNA methylation, miRNA profiles, and histone modifications. The methodological quality of the included systematic reviews was generally rated as moderate to high. The findings indicate that exercise induces hypomethylation in genes associated with metabolic and mitochondrial function, modulates exercise-responsive miRNAs (such as miR-1, miR-133a and

miR-210) depending on training intensity and duration, and increases activation-related histone marks in response to resistance exercise. In conclusion, exercise acts as a potent epigenetic stimulus that reprograms gene expression and plays a crucial role in performance adaptation, metabolic health and cellular regeneration.
Keywords: Exercise, Epigenetics, DNA Methylation, miRNA, Histone Modifications

DETERMINATION DE LA PERIODE DE receptivité DU PALMIER DATTIER et son effet sur la qualité des fruits

Chelli Afaf
Mezerdi Farid
Filali Malak
Université Mohamed khider Biskra, Laboratoire de Promotion de l'Innovations En Argiculture Dans Les Régions Arides « PIARA », Biskra, Algerie

Zeguerrou Reguia
Mesnoua Mohammed
Department of Agronomic Sciences, Mohamed Khider University. BP 145 RP, Biskra, Algeria.

Abstract :
The Deglet Nour date palm cultivar holds significant economic importance in the Algerian market due to its superior commercial and nutritional quality. However, its extended pollination period necessitates multiple interventions. Optimizing pollination by identifying the optimal day of floral receptivity is essential to reducing these interventions and improving productivity. To assess the impact of pollination timing on fruit set and date quality, a study was conducted at the Outaya Arid Regions Experimental Station (CRSTRA), Biskra. Female flowers of Deglet Nour palms were pollinated at intervals ranging from the 1st to the 9th day after bursting. The resulting dates were analyzed for their physical characteristics (pH, water content, and titratable acidity) and their chemical composition (total and reducing sugars). The results showed that pollination one to five days after female spathe splitting increased the fruit set percentage (60.05%–54.77%, respectively), then decreased with longer pollination periods. While delayed pollination improved date characteristics, the highest water content was recorded on the first and seventh pollination days (15.19–16.96%), with a decrease observed as pollination was delayed. pH values varied slightly depending on the pollination timing (5.90–5.99). Titratable acidity peaked on the third and seventh pollination days (0.35–0.32%). Furthermore, delaying pollination to the 3rd or 7th day after spathe bursting significantly increased the total sugar content (83.87–76.80%). However, the reducing sugar content decreased with delayed pollination, with the highest value recorded on the 1st day (18.31%). Based on these results, it can be concluded that the CV. Deglet Nour date palm has a receptive period of up to five days after the bursting of the female spathes; therefore, delayed pollination can be used to obtain dates with commercially desirable characteristics
.***Keywords*:** Date Palm, Characteristics Of Dates, Fruit Set, Deglet Nour.

EXOSOME-BASED DRUG DELIVERY SYSTEMS

D.Aravindhan
S.Shakthi Sree
Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, India-600073.

ABSTRACT:
Exosomes are nanosized extracellular vesicles, typically ranging from 30 to 150 nm in diameter, that are naturally secreted by various cell types and play a crucial role in intercellular communication. In recent years, exosome-based drug delivery systems have emerged as a promising and innovative approach in pharmaceutical sciences due to their unique biological properties. Unlike conventional synthetic nanocarriers, exosomes possess inherent biocompatibility, low immunogenicity, and the ability to cross biological barriers such as the blood–brain barrier, making them highly suitable for targeted drug delivery.
Exosomes can encapsulate and transport a wide range of therapeutic agents, including small-molecule drugs, proteins, peptides, and nucleic acids such as siRNA and miRNA. Their surface can be engineered or modified to enhance targeting specificity toward diseased tissues, thereby improving therapeutic efficacy and reducing systemic side effects. These properties make exosomes particularly attractive for the treatment of cancer, neurodegenerative disorders, cardiovascular diseases, and inflammatory conditions.
Despite their significant potential, several challenges hinder the clinical translation of exosome-based drug delivery systems. These include difficulties in large-scale production, purification, characterization, and standardization, as well as concerns related to storage stability and regulatory approval. Ongoing research focuses on developing efficient isolation techniques, scalable manufacturing processes, and robust quality control strategies.
In conclusion, exosome-based drug delivery systems represent a cutting-edge platform that bridges cell biology and pharmaceutical technology. With continued advancements in engineering and regulatory frameworks, exosomes hold great promise as next-generation drug carriers for personalized and targeted therapy.

KEYWORDS:
Exosomes, Drug Delivery Systems, Nanocarriers, Targeted Therapy, Biocompatibility,

EXPLAINABLE AND FAIR AI FOR PREDICTING HEALTH-RELATED QUALITY OF LIFE AMONG DIABETIC PATIENTS: A COST-SENSITIVE TRANSFORMER–BOOSTING APPROACH IN BANGLADESH

Mezanur Rahman Sharukh
Md. Shifat Karim
Rezuana Sharmin Toma
Mst. Sanjana Yasmin Mim
Department of Statistics, University of Rajshahi, Bangladesh
Public Health
Mezanur Rahman Sharukh – https://orcid.org/0009-0006-8348-6123
Md. Shifat Karim – https://orcid.org/0009-0007-2002-4682

Abstract
Diabetes mellitus (DM) is an increasingly popular topic of global health of the population, which is skewed in favor of low- and middle-income countries (LMICs). In addition to clinical management, comprehension of determinants of health-related quality of life (HRQoL) is a prerequisite to the overall care. The simple nonlinear interactions between sociodemographic, behavioral, and clinical variables are not always accounted for in a traditional statistical model. It was an analytical cross-sectional study that utilized a sample of 1,100 diabetic patients in Bangladesh. It developed a hybrid cost-sensitive Transformer-Boosting model to predict HRQoL that combines TabTransformer embeddings and gradient boosting classification. SHapley Additive explanations (SHAP) were used to ensure model interpretability, whereas Fairlearn was used to ensure fairness between genders and places.
The proposed model showed a high level of performance (accuracy = 0.99; F1-score = 0.99; ROC-AUC = 0.9998), which is far better than logistic regression and random forest results. Determinants of key HRQoL were depression, physical activity, income, education, and comorbidity burden. Equitable performance was identified in terms of gender (DTPR = 0.02) and residence (DTPR = 0.04).
The research proves that interpretable and clarifiable AI models may provide powerful, reliable forecasts of HRQoL among diabetic patient groups. The precision public health and equitable policy design in LMIC can be achieved with the help of fairness-conscious AI being integrated into the public health analytics.

EXTREMISM ACCORDING TO SOME DEMOGRAPHIC VARIABLES AND THE EFFECTIVENESS OF REALISTIC COUNSELING TO REDUCE THE COGNITIVE AND EMOTIONAL COMPONENTS OF TEACHERS UNDER TRAINING

Profe Dr. Imad Abed Hamza Al-Atabi
Al-Muthanna University - College of Education for Human Sciences
Iraq, Al-Muthanna, Samawa

Abstract: This research aims to identify the extremism level among university students in Iraq, and its components. according to some demographic variables. To identify the effectiveness of reality counseling . The study follows the descriptive and experimental methods. The results show that there are a general level of statistical extremism, especially in both cognitive and emotional components. There is no extremism in the behavioral component. The sample has extreme beliefs, thoughts, feelings and desires, but does not reach the degree of executional behavior. According to the demographic variables (gender, age, time, place of residence) there are no statistically significant differences. The program is designed and implemented according to the theory of counseling by reality (William Glaser model). The program is effective after testing the statistical hypotheses.
Key word : Extremism - Components (behavioral - cognitive - emotional) - Reality counseling - Teachers under training .

ملخص: يهدف هذا البحث إلى التعرف على مستوى التطرف لدى طلبة الجامعة في العراق ومكوناته وفقاً لبعض المتغيرات الديموغرافية، والتعرف على فاعلية برنامج الإرشاد بالواقع. اتبعت الدراسة المنهج الوصفي والتجريبي. أظهرت النتائج وجود مستوى عام للتطرف الإحصائي، وخاصة في البعدين المعرفي والانفعالي. لا يوجد تطرف في البعد السلوكي. لدى العينة معتقدات وأفكار ومشاعر ورغبات متطرفة، ولكنها لا تصل إلى درجة السلوك الإجرائي. وفقاً للمتغيرات الديموغرافية (الجنس، العمر، الزمان، مكان الإقامة) لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية. تم تصميم البرنامج وتنفيذه وفقاً لنظرية الإرشاد بالواقع (نموذج ويليام جلاسر). أثبت البرنامج فعاليته بعد اختبار فرضياته الإحصائية.
الكلمات المفتاحية: التطرف - مكوناته (السلوكي - المعرفي - الانفعالي) - الإرشاد بالواقع - المعلمون تحت التدريب.

UNDERSTANDING CHALLENGES IN DIGITAL EMPATHY AND SOCIALIZATION: A MULTI-DOMAIN INQUIRY INTO SOCIAL EXCLUSION AND TRUST IN VIRTUAL ENVIRONMENTS

Md. Fahim Shahriar
Department of Political Science, University of Rajshahi, Rajshahi-6205, Bangladesh

Md. Abu Rayehan
Department of Islamic Studies, University of Rajshahi, Rajshahi-6205, Bangladesh

Al Asraf Rafi
Department of Islamic History and Culture, University of Rajshahi, Rajshahi-6205, Bangladesh

Sumaiya Suhani
Department of Political Science, University of Rajshahi, Rajshahi-6205, Bangladesh

Abstract
The screen time of netizens have significantly increased in the post-COVID period that lead the process of socialization towards more virtual direction. This changing pattern shaped a complex relational pattern characterized by mistrust, fragile emotional connection and increased experiences of social exclusion. This research explores multifaceted challenges of digital empathy and socialization among university students, with a special focus on the overlapping domains of social exclusion and trust-building in virtual environments. 19 students from diverse socio-economic and institutional backgrounds were selected as participants for this study. Semi-structured interviews were conducted to understand their perceptions on emotional cues, and interpersonal misunderstandings, and authenticity in online communication spaces.
Findings suggest that marginalization within virtual communities is rapid. A great number of participants felt undervalued in group chats. Over time, while several participants cope with this exclusion, others expressed emotional discomfort as their messages remained unanswered. On the other hand, trust-building also stands out as a complex domain. Although some participants found some reliable digital spaces, they simultaneously raised deep-rooted concerns such as fraudulent identities, previous experiences with scams, and spread of misinformation. Overall, this study highlights a complex interplay between nature of empathy and trust-building realities, offering raw insights on how young generation navigates emotional connection in increasingly virtual social environment.
***Keywords**: Digital empathy, social exclusion, emotional connection, virtual social environment.*

ASSESSING THE THERMAL AND FLOW CHARACTERISTICS OF MHD MICROPOLAR SQUEEZING FLOW BETWEEN PARALLEL DISKS WITH ACTIVATION ENERGY

Samson A. Odunlami
Department of Mechanical Engineering, Federal Polytechnic, Ilaro, Nigeria.

Ephesus O. Fatunmbi
Department of Mathematics and Statistics, Federal Polytechnic, Ilaro, Nigeria.

Abstract
This study investigates the thermal and flow characteristics of magnetohydrodynamic (MHD) micropolar squeezing flow between parallel disks in the presence of activation energy. This configuration appears in lubrication systems, polymer processing, micro-electromechanical devices, and chemical reactors where reactive transport and magnetic control are essential. The governing nonlinear partial differential equations for momentum, microrotation, energy, and species concentration are formulated using the micropolar fluid theory and modified Arrhenius kinetics. A similarity transformation reduces the system to coupled ordinary differential equations, which are solved numerically using shooting technique alongside the Runge-Kutta Felhberg scheme. The effects of key parameters such as squeezing number, magnetic field strength, micropolar coupling parameter, micro-rotation parameter, and activation energy are examined on the dimensionless velocity, microrotation, temperature, and concentration distributions. Results show that magnetic intensity suppresses axial and radial motion while enhancing thermal fields. Higher activation energy significantly slows the reaction rate, increasing concentration levels. Micropolar effects reduce shear stress at the walls and strengthen rotational motion within the fluid core. The results offer useful insights for optimizing magnetically controlled squeezing-flow systems applied in advanced lubrication, biomedical devices, and reactive micro-fluidic technologies.
Keywords: Micropolar fluid; Activation energy; Chemical reaction; Squeezing Flow; Parallel disk

TRADITIONAL CULINARY AND MEDICINAL USES OF WILD TRUFFLES IN THE MAAMORA FOREST, MOROCCO

Anas Fellaki
Mohamed Abourouh
Houda ElYacoubi
Asmaa ElYamani
Atmane Rochdi
Laboratory of Natural Resources and Sustainable Development, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, B.P. 133, Kenitra 14000, Morocco

ABSTRACT

Wild truffles represent an important source of food, medicine, and other biologically active compounds, and they are the subject of intensive study worldwide. The Maâmora Forest remains one of the regions where the traditional use of truffles is still preserved, offering a unique opportunity to investigate these cultural practices. The present research seeks to document the diverse and still insufficiently known traditional uses of wild truffles in this area. Our ethnomycological survey was conducted through semi-structured questionnaires. The results revealed that two wild edible species are predominantly consumed fresh, often used as a substitute for meat, and incorporated into various traditional Moroccan dishes, such as tagine and *Rfissa*. In addition to their culinary role, both species exhibit significant medicinal applications, including the treatment of eye ailments (juice applied directly to the eyes), enhancement of the immune system, potential anti-cancer properties, anti cold, and use as sexual stimulants.

The quantitative analysis demonstrated that local populations regard wild truffles not only as a valuable source of income but also as important for their nutritional and therapeutic properties. Furthermore, the study documented preservation, preparation, and application practices that had not been recorded in earlier research. These findings contribute to the safeguarding of local traditional knowledge while providing a critical foundation for future studies in nutrition, pharmacology, and biodiversity conservation.

Keywords: Wild truffles, ethnomycology, traditional knowledge, anti-cancer, ethnomedicine.

ISOLATING AND UTILIZING BENEFICIAL SOIL MICROBES TO REDUCE TOMATO VASCULAR WILT INCIDENCE

Malak FILALI
Laâla DJEKIREF
Afaf CHELLI
laboratory Promotion of innovation in agriculture in arid regions Agriculture Sciences Department Faculty of Nature and Life Sciences and earth sciences and universe Mohamed Khider University, Biskra, Algeria

Abstract
Tomato vascular wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* is a major constraint on tomato production worldwide, leading to severe reductions in yield and significant economic damage. The limited and inconsistent effectiveness of chemical control methods highlights the urgent need for sustainable disease-management strategies. Naturally suppressive soils, which harbor microorganisms capable of inhibiting plant pathogens, represent a promising avenue for biological control.
In this study, we evaluated the antagonistic potential of microorganisms isolated from a soil known for its natural suppressiveness to *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* race 1. A total of 52 isolates were obtained using standard microbiological methods, comprising 33 bacterial strains, 18 fungal strains, and 1 actinomycete. Their inhibitory activity was assessed through in vitro dual-culture assays. This screening enabled the identification of the most effective antagonistic isolates, which may serve as promising candidates for the biological control of tomato vascular wilt.
Key words Tomato vascular wilt; *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*; Suppressive soil; Biological control; Microbial antagonism.

FIRST MOLECULAR IDENTIFICATION OF *MICROCOTYLE ISYEBI* (MICROCOTYLIDAE) PARASITIZING *BOOPS BOOPS* (TELEOSTEI: SPARIDAE) FROM COASTAL WATERS OF TUNISIA AND ITALY

Sarra Farjallah
University of Tunis El Manar, 2092, Tunis, Tunisia,

ABSTRACT

Species of the family Microcotylidae are among the most prevalent and diverse gill parasites in marine fish. They commonly inhabit the gills, skin, or fins, where they can cause lesions, impair respiratory function, and weaken their hosts. Despite their ecological and pathological significance, molecular data on these monogeneans remain limited, and their genetic diversity is poorly understood. Here, we provide a molecular characterization and phylogenetic analysis of monogeneans infecting the bogue *Boops boops* across multiple sites along the Tunisian and Sardinian coasts. Two molecular markers were employed: the nuclear large subunit ribosomal RNA gene (28S) and the mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I gene (COI). Analyses confirmed, for the first time, the presence of *Microcotyle isyebi* (Microcotylidae) at all sampled sites. Phylogenetic analysis of 28S sequences revealed that the species forms a distinct, well-supported monophyletic group, while COI sequences clustered into a monophyletic clade, grouping conspecific specimens from various Mediterranean regions without significant divergence. These findings highlight the widespread distribution of this species and enhance current epidemiological knowledge. By providing precise molecular identification using both nuclear and mitochondrial markers, this study lays the groundwork for future research on monogeneans and supports the monitoring and management of parasitic infections in wild fish populations.

Keywords: Microcotylidae; molecular characterization; phylogenetic analysis; *Boops boops*; *Microcotyle isyebi;* Mediterranean regions.

POST-SOSYALİST ÜLKELERDE İKLİM STRESİ, EKONOMİK ŞOKLAR VE GIDA GÜVENSİZLİĞİ

Dastan ASEİNOV
Kyrgyz-Turkish Manas University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics, Bishkek, Kyrgyzstan
ORCID: 0000-0001-9264-1419

ÖZET
Gıda güvensizliği, post-sosyalist ülkelerde iklim değişkenliği ile ekonomik istikrarsızlığın eksik refah sistemleri ve kırılgan işgücü piyasalarıyla kesişmesi sonucunda giderek daha acil bir sorun haline gelmiştir. Bu çalışma, enerji fiyat artışlarına yönelik beklentiler, işgücü piyasası bozulmaları ve hanehalkı ekonomik şoklarının gıda güvensizliği üzerindeki etkilerini, geçiş ekonomilerini kapsayan mikro düzeyli veriler kullanarak incelemektedir.
Gıda güvensizliği iki ikili değişkenle ölçülmüştür. Birinci gösterge, hanelerin besin açısından yeterli gıdayı karşılayamamasına dayanan ekonomik erişim temelli gıda yoksunluğunu yansıtmaktadır. İkinci gösterge ise, hanehalklarının gelir kaybı ya da ekonomik zorluklar nedeniyle temel gıda maddelerinin tüketimini azaltıp azaltmadıklarını ölçen davranışsal gıda kısıtı göstergesidir. Bu iki değişken birlikte, gıdaya erişimin hem nicelik hem de nitelik boyutlarını temsil etmektedir.
Açıklayıcı değişkenler arasında enerji ve gıda fiyat artışlarına maruz kalma beklentileri; iş kaybı, çalışma saatlerinin azalması, ücret düşüşü veya gecikmesi, aile işletmesinin kapanması, havale gelirlerinin azalması ve yurt dışından hane bireylerinin geri dönüşü gibi gelir şokları yer almaktadır. Ayrıca hastalık, borç durumu ve bölgesel enflasyon göstergeleri modele dahil edilmiştir. Analizlerde yaş, cinsiyet, eğitim seviyesi, hane büyüklüğü, kırsal/kentsel yerleşim ve havale alma durumu gibi demografik ve sosyoekonomik kontrol değişkenleri kullanılmıştır. Ülke sabit etkilerini içeren lojit regresyon modelleriyle yapılan tahminler, enerji maliyetlerinin artacağı beklentisi olan ve gelir kayıpları yaşayan hanelerin gıda güvensizliği riskinin anlamlı biçimde yükseldiğini göstermektedir. Etkiler özellikle düşük gelirli ve kırsal kesimde yaşayan haneler için daha güçlüdür. Havale gelirlerinin koruyucu bir rol oynadığı gözlemlenmekle birlikte, bu etkinin yüksek enflasyon ortamlarında zayıfladığı görülmektedir.
Anahtar Kelimeler: Gıda güvensizliği, iklim stresi, enerji fiyatları, ekonomik şoklar, COVID-19, post-sosyalist ülkeler

CLIMATE STRESS, ECONOMIC SHOCKS, AND FOOD INSECURITY IN POST-SOCIALIST COUNTRIES

ABSTRACT
Food insecurity has become an increasingly critical issue in post-socialist countries, where climate variability and economic instability intersect with incomplete welfare systems and fragile labor markets. This study analyzes the impact of energy price expectations, labor market disruptions, and household economic shocks on food insecurity using micro-level data covering transition economies.
Food insecurity is measured using two binary indicators. The first captures affordability-based food deprivation derived from households' inability to afford nutritionally adequate diets. The second reflects behavioral consumption responses, indicating whether households reduced their consumption of staple foods in response to income loss or economic hardship. Together, these measures represent both access and consumption dimensions of food insecurity.
The key explanatory variables include expected exposure to food and energy price increases, income-related shocks such as job loss, reduction in working hours or wages, business closures, remittance declines, and the return of household members from abroad. Additional economic

stress indicators include illness, debt status, and regional inflation measures. The empirical models control for age, gender, education, household size, urban–rural location, and remittance receipt.
Logit regression models with country fixed effects show that households expecting higher energy costs and experiencing income shocks face significantly higher risks of food insecurity. These effects are particularly strong among low-income and rural households, indicating substantial inequality in climate and economic vulnerability. Although remittances provide partial protection, their effectiveness diminishes in high-inflation environments.
Keywords: Food insecurity, climate stress, energy prices, economic shocks, COVID-19, post-socialist countries

FROM DISPLACEMENT TO CULTIVATION: HISTORICAL TRAJECTORIES OF AGRARIAN ADAPTATION AMONG ROHINGYA REFUGEES IN COX'S BAZAR (1978–2025)

Mst.Shamima Islam
Khulna University, Arts And Humanities School,
Discipline of History And Civilization, Khulna
(Responsible Author)
ORCID:0009-0005-4919-6782
Abir Hasan
Khulna University, Education School, Discipline:Institute of education research
1st author), Orchid Id:0009-0008-8634-3317

This paper will investigate how prolonged displacement has reshaped the agrarian lives, ecological practices, and collective memories of Rohingya refugees living in Cox's Bazar camps. While most of the existing studies on the Rohingya crisis focuses on humanitarian and political dimensions, this paper will situate their experience within a longer historical continuum of agricultural adaptation with the factor of forced migration in play. Using archival research, oral histories, and spatial analysis, this study will reconstruct how successive refugee generations have negotiated land scarcity, shifting economies, and environmental degradation since 1978. It will examine how memories of agrarian life in pre-displacement Rakhine are reinterpreted within the ecological and institutional constraints of Bangladeshi refugee settlements.

The analysis will integrate environmental history**,** political ecology**,** and historical perspectives to explore how agrarian identities are reconstructed through both necessity and remembrance. The research is expected to demonstrate that displaced Rohingya communities maintain adaptive agricultural knowledge and ecological resilience that challenge dominant narratives of refugee dependency on host nation.

Foregrounding the intersections of land, labor, and memory, this study aspires to be part of the emerging scholarship on refugee agroecologies and agrarian resilience in South Asia. It will also offer some insights for policymakers and humanitarian organizations seeking sustainable approaches to livelihood planning and environmental management for refugees.

Keywords: Agrarian history, Rohingya refugees, Environmental adaptation, displacement, memory, Cox's Bazar

GENÇ NÜFUSUN TARIMDA KALMA EĞİLİMİNİN ARAŞTIRILMASI

Emrah SAĞLAM
Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Atakum, Samsun
ORCID: 0009-0009-4311-6517
Uğur BAŞER
Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Atakum, Samsun
ORCID: 0000-0003-4961-2764

ÖZET
Tarım sektörü başta gıda ihtiyacını karşılanması, istihdam oluşturması, ihracat yoluyla döviz sağlaması ve sanayi sektörüne hammadde tedarik etmesi gibi ekonomik faaliyetlere hizmet ederek dünyada önemini korumaktadır. Ancak günümüzde, giderek yaşlanan ve tarım dışındaki sektörlere kayan nüfusla birlikte tarım sektöründe ciddi bir genç nüfus problemi ortaya çıkmıştır. Araştırmanın amacı, Türkiye'de genç nüfusun tarımda kalma eğilimi literatüre dayalı olarak incelemektir. Bunun için yapılan bilimsel çalışmalar, raporlar ve ikincil verilerden yararlanılmıştır. Türkiye'de genç nüfusun tarımda kalma eğilimi, ekonomik, sosyal, politik ve coğrafi faktörler gibi çeşitli faktörden etkilenmektedir. Çiftçilik mesleği tüm bu olumsuz yönde seyreden faktörler doğrultusunda genç nüfus için cazibesini yitirmiştir. Bu durum geleceğe yönelik tarımda sürdürülebilirliği tehlikeye atmaktadır. Araştırmada çiftçiliğin gençler tarafından meslek olarak tercih edilmediği ve meslek tercihinde ekonomik nedenlerin etkili olduğu, ayrıca çiftçilik mesleğinin statüsünün meslek tercihini olumsuz etkilediği sonuçlara yansımıştır. Sonuçlar, genç nüfusu kırsalda tutmak için gerekli politikaların oluşturulmasına yol gösterecektir.
Anahtar Kelimeler: Tarım, kalma eğilimi, çiftçiliğin statüsü

RESEARCH ON THE TENDENCY OF THE YOUNG POPULATION TO REMAIN IN AGRICULTURE

ABSTRACT
The agricultural sector maintains its importance worldwide by serving economic activities such as meeting food needs, creating employment, providing foreign exchange through exports, and supplying raw materials to the industrial sector. However, today, with an increasingly aging population shifting to sectors other than agriculture, a serious youth population problem has emerged in the agricultural sector. The aim of this research is to examine the tendency of the young population in Turkey to remain in agriculture based on the literature. For this purpose, scientific studies, reports, and secondary data were used. The tendency of the young population in Turkey to remain in agriculture is influenced by various factors such as economic, social, political, and geographical factors. The farming profession has lost its appeal for the young population in line with all these negative factors. This situation jeopardizes the sustainability of agriculture in the future. The research revealed that young people do not choose farming as a profession and that economic reasons influence their career choices. Furthermore, the status of the farming profession negatively affects career choices. The results will guide the development of policies necessary to keep the young population in rural areas.
Keywords: Agriculture, tendency to stay, status of farming

RISK-BASED MANAGEMENT ACCOUNTING: ENHANCING RISK REDUCTION AND STRATEGIC STABILITY IN MODERN ORGANIZATIONS

Givi Duchidze
Doctor of Business Administration, Associate Professor at East European University and David Agmashenebeli Georgian National Defense Academy
https://orcid.org/0009-0002-0451-2436

Abstract
In an increasingly volatile and uncertain global business environment, organizations face complex and interconnected risks that challenge traditional management and accounting systems. Conventional management accounting frameworks, primarily designed for stable and predictable conditions, often fail to incorporate uncertainty and risk into strategic decision-making processes. This limitation has intensified academic and practical interest in approaches that integrate risk management directly into managerial accounting practices. Against this backdrop, the present study examines the role of Risk-Based Management Accounting (RBMA) in reducing organizational risk and enhancing strategic stability in modern organizations.
The study adopts a conceptual and analytical research design grounded in management accounting theory, enterprise risk management (ERM), and strategic management perspectives. Through an extensive review and synthesis of contemporary academic literature, the paper develops an integrated theoretical framework that embeds risk identification, assessment, and mitigation within core management accounting tools such as budgeting, performance measurement, and strategic control. The analysis highlights RBMA as an advanced evolution of management accounting that shifts its function from retrospective reporting toward proactive, risk-informed decision support.
The findings suggest that organizations implementing RBMA benefit from improved decision-making quality, greater transparency, and enhanced alignment between strategic objectives and risk exposure. By incorporating risk-adjusted performance indicators and forward-looking analytics, RBMA enables managers to anticipate potential disruptions, evaluate alternative strategic scenarios, and allocate resources more effectively under uncertainty. Furthermore, the study demonstrates that RBMA contributes to strategic stability not by eliminating risk, but by managing it systematically and integrating it into organizational governance structures.
The paper contributes to the academic literature by positioning Risk-Based Management Accounting as a central mechanism within organizational risk governance and strategic management. From a practical standpoint, the study offers valuable implications for managers seeking to strengthen organizational resilience and long-term stability. The research concludes by outlining directions for future empirical studies to validate and extend the proposed framework across different industries and organizational co

Keywords: Risk-Based Management Accounting, Strategic Stability, Enterprise Risk Management, Managerial Decision-Making, Organizational Resilience, Risk-Adjusted Performance

Introduction

In the contemporary global business environment, organizations operate under conditions of increasing uncertainty, volatility, and complexity. Rapid technological change, geopolitical tensions, financial instability, supply chain disruptions, regulatory pressures, and global crises have significantly intensified the risk landscape faced by firms. In such an environment, traditional management tools, including classical management accounting systems, often prove insufficient to support strategic decision-making and long-term organizational stability. This

reality has intensified academic and practical interest in approaches that integrate risk considerations directly into managerial and accounting processes.

Management accounting has traditionally focused on cost control, budgeting, performance measurement, and internal decision support. However, these functions have largely been developed under assumptions of relative stability and predictability. As a result, conventional management accounting systems tend to emphasize historical data and short-term efficiency, while paying limited attention to uncertainty, risk exposure, and strategic resilience. This gap has become increasingly evident in modern organizations, where risk is no longer an external factor but a central determinant of strategic success or failure.

Risk-Based Management Accounting (RBMA) emerges as an advanced conceptual approach that addresses these limitations by systematically embedding risk identification, assessment, and mitigation into management accounting practices. RBMA expands the traditional scope of management accounting by incorporating both financial and non-financial risks into planning, budgeting, performance evaluation, and strategic control systems. Through this integration, management accounting evolves from a passive reporting function into an active strategic instrument that supports risk-informed decision-making.

The relevance of RBMA is particularly evident in the context of strategic stability. Strategic stability does not imply rigidity or resistance to change; rather, it refers to an organization's capacity to maintain coherent strategic direction, financial sustainability, and operational continuity while adapting to uncertain and dynamic conditions. By linking risk metrics with strategic objectives, RBMA enables managers to anticipate potential disruptions, evaluate alternative strategic scenarios, and allocate resources more effectively under conditions of uncertainty.

From an academic perspective, Risk-Based Management Accounting represents an interdisciplinary research domain that bridges management accounting, enterprise risk management, and strategic management. Although these fields have developed extensively in parallel, their integration remains fragmented in both theory and practice. Existing literature often treats risk management as a separate control function, disconnected from core accounting systems. This separation limits the strategic usefulness of accounting information and weakens organizational risk governance.

This study aims to contribute to the ongoing academic discourse by exploring the conceptual foundations, practical mechanisms, and strategic implications of Risk-Based Management Accounting. By emphasizing risk reduction and strategic stability, the article seeks to demonstrate how RBMA can enhance the relevance of management accounting in modern organizations and support sustainable value creation in uncertain environments. Ultimately, the research underscores the need to rethink management accounting not merely as a tool for efficiency, but as a strategic framework for resilience and long-term organizational stability**.**

Main part

Literature Review : The concept of Risk-Based Management Accounting (RBMA) is situated at the intersection of management accounting, enterprise risk management (ERM), and strategic management. Existing literature demonstrates that while these fields have evolved significantly over recent decades, their integration remains conceptually fragmented and empirically underdeveloped.

Traditional management accounting literature emphasizes internal decision-making, cost control, budgeting, and performance measurement (Drury, 2018; Horngren et al., 2015). These systems were largely designed for relatively stable environments and rely heavily on historical financial data. Scholars argue that such an orientation limits the ability of management accounting to support strategic decisions under uncertainty (Bhimani et al., 2013). As business environments become increasingly volatile, the inadequacy of conventional accounting tools to capture risk exposure has become more apparent.

Parallel to developments in management accounting, enterprise risk management has emerged as a dominant framework for identifying, assessing, and managing organizational risks. ERM emphasizes a holistic view of risk, integrating financial, operational, strategic, and compliance risks into a unified governance framework (COSO, 2017). Studies suggest that effective ERM implementation can enhance firm value, improve decision-making quality, and strengthen organizational resilience (Gordon et al., 2009; Hoyt & Liebenberg, 2011). However, ERM systems are often implemented as separate control mechanisms, disconnected from core management accounting processes.

Strategic management literature further highlights the importance of risk awareness for sustaining competitive advantage and long-term stability. According to Teece et al. (1997), dynamic capabilities enable firms to adapt to changing environments, but such adaptability requires timely and risk-sensitive information. Kaplan and Norton (2001) emphasize that performance measurement systems must align with strategy and risk considerations to ensure strategic coherence. Nevertheless, empirical evidence indicates that many organizations fail to integrate risk metrics into strategic planning and control systems in a systematic manner.

Recent scholarly contributions increasingly call for a more integrated approach. Bhimani (2015) argues that management accounting must evolve to incorporate risk-adjusted performance measures and forward-looking analytics. Similarly, Mikes and Kaplan (2014) highlight the strategic role of risk management when embedded in organizational decision-making structures. These perspectives support the emergence of RBMA as a conceptual framework that embeds risk considerations directly into budgeting, performance evaluation, investment appraisal, and strategic control.

Despite growing recognition of the need for integration, the literature on Risk-Based Management Accounting remains limited. Existing studies tend to focus either on risk management frameworks or on strategic management accounting tools, without offering a unified model that explicitly links risk reduction with strategic stability. This gap underscores the need for further conceptual development and empirical research.

In summary, the reviewed literature suggests that Risk-Based Management Accounting represents a promising yet underexplored domain. By bridging management accounting and risk management, RBMA has the potential to enhance strategic stability and decision-making quality in modern organizations. This study builds upon existing theoretical insights while addressing the lack of integrated frameworks within the current academic discourse.

Theoretical Framework and Conceptual Model: This study is grounded in an integrated theoretical framework that combines management accounting theory, enterprise risk management (ERM), and strategic management perspectives. The proposed Risk-Based Management Accounting (RBMA) framework conceptualizes management accounting as a strategic system that incorporates risk awareness into organizational planning, control, and decision-making processes.

From the management accounting perspective, the framework draws upon strategic management accounting, which emphasizes the role of accounting information in supporting long-term strategic decisions rather than merely operational efficiency (Bhimani et al., 2013). Traditional management accounting systems focus primarily on cost measurement and financial performance, often neglecting uncertainty and risk. RBMA extends this view by integrating risk-adjusted metrics and forward-looking information into accounting practices (Bhimani, 2015).

The second theoretical pillar is enterprise risk management. ERM theory advocates a holistic approach to risk, recognizing that risks are interconnected and should be managed collectively rather than in isolation (COSO, 2017). ERM provides the conceptual basis for systematic risk identification, assessment, and mitigation across organizational levels. However, ERM

frameworks often lack operational integration with management accounting systems, limiting their influence on day-to-day managerial decisions (Mikes & Kaplan, 2014).

The third pillar is strategic management theory, particularly the dynamic capabilities perspective. According to Teece et al. (1997), organizations achieve sustained competitive advantage by sensing, seizing, and transforming in response to environmental changes. Such capabilities depend on timely, reliable, and risk-sensitive information. RBMA supports dynamic capabilities by embedding risk considerations into strategic planning, budgeting, and performance evaluation processes.

Based on these theoretical foundations, the conceptual model of Risk-Based Management Accounting proposes a causal relationship between risk integration and strategic stability. The model consists of four interrelated components:

- **Risk Identification and Assessment** – systematic recognition of financial, operational, strategic, and external risks affecting organizational objectives.
- **Risk-Integrated Management Accounting Tools** – incorporation of risk-adjusted budgeting, performance measurement, and investment appraisal techniques.
- **Risk-Informed Managerial Decision-Making** – use of accounting information that reflects uncertainty and risk exposure in strategic and operational decisions.
- **Strategic Stability and Organizational Resilience** – the ability of the organization to maintain strategic coherence, financial sustainability, and adaptability over time.

The model assumes that effective integration of risk into management accounting enhances the quality of managerial decisions, leading to reduced vulnerability to shocks and improved strategic stability. RBMA thus functions as a mediating mechanism between risk exposure and organizational performance.

This framework provides a basis for empirical testing through case studies, surveys, or quantitative performance analysis. It also contributes to theory by positioning management accounting as a central component of organizational risk governance rather than a supportive or secondary function.

Main Findings and Results Analysis: The research analysis is based on the proposed conceptual framework and draws on existing theoretical insights from the management accounting, enterprise risk management, and strategic management literature.

The research indicates that organizations that systematically integrate risk considerations into management accounting processes exhibit higher levels of strategic coherence and quality of decision-making. Risk-adjusted budgeting, performance measurement, and investment appraisal tools allow managers to evaluate alternative scenarios under uncertainty, rather than relying solely on historical financial data. This supports Bhimani's (2015) claim that forward-looking, risk-sensitive accounting information increases managerial relevance in an uncertain environment.

The analysis reveals that RBMA facilitates the shift from reactive to proactive management. Instead of reacting to risks, organizations using RBMA are better positioned to anticipate potential disruptions and incorporate risk mitigation measures into strategic plans. This proactive orientation directly contributes to risk reduction and improves the organization's ability to manage uncertainty.

A central finding of the study is the positive relationship between risk-integrated accounting information and the quality of managerial decisions. Risk-based performance indicators allow managers to balance short-term performance with long-term strategic goals. This is consistent with the strategic management perspective, which emphasizes informed resource allocation and strategic alignment as determinants of sustainable performance (Kaplan and Norton, 2001).

The study's findings indicate that RBMA enhances transparency and accountability in organizations. By clearly linking risk impacts to performance outcomes, managers are more

aware of the trade-offs associated with strategic choices. This reduces decision bias and promotes more rational, evidence-based decision-making processes.

The analysis also shows that RBMA plays an important role in strengthening strategic stability. Strategic stability is achieved not by eliminating risk, but by systematically managing it and aligning it with organizational goals. RBMA supports this process by embedding risk metrics in strategic control systems, thereby ensuring continuous monitoring and adjustment.

Organizations that use RBMA demonstrate greater resilience to environmental shocks because risk considerations are integrated into both planning and control mechanisms. This finding is consistent with the dynamic capabilities framework, which emphasizes the importance of adaptive capabilities supported by timely and relevant information (Teece et al., 1997).

Overall, the findings support the mediating role of risk-based management accounting between risk exposure and strategic outcomes. RBMA functions as an integrative mechanism that enhances risk awareness, improves the quality of decision-making, and supports long-term strategic stability. The results contribute to the literature by demonstrating that management accounting can be a central element of organizational risk governance, rather than a purely technical or reporting function.

conclusion

The findings of this study provide important theoretical and practical insights into the role of Risk-Based Management Accounting (RBMA) in contemporary organizations. By integrating risk considerations into management accounting systems, RBMA addresses critical limitations of traditional accounting approaches and strengthens strategic stability in uncertain business environments.

From a theoretical perspective, the study contributes to the management accounting literature by extending the boundaries of strategic management accounting. Prior research has emphasized the informational role of accounting for decision-making, yet often overlooked the systematic incorporation of risk (Bhimani, 2015). This study demonstrates that RBMA functions as an integrative framework that connects management accounting with enterprise risk management and strategic management theories. In doing so, it supports the argument that accounting systems should not merely report performance outcomes, but actively shape strategic behavior under uncertainty.

The findings also reinforce enterprise risk management theory by highlighting the importance of operational integration. While ERM frameworks emphasize holistic risk governance, they frequently lack direct links to managerial decision-support systems (Mikes & Kaplan, 2014). RBMA addresses this gap by embedding risk metrics into budgeting, performance evaluation, and strategic control processes, thereby enhancing the practical relevance of ERM.

From a strategic management perspective, the results align with the dynamic capabilities framework, which underscores the importance of adaptability and resilience in volatile environments (Teece et al., 1997). RBMA supports these capabilities by providing forward-looking, risk-sensitive information that enables organizations to sense and respond to emerging threats while maintaining strategic coherence.

In practical terms, the study offers valuable implications for managers and policymakers. Organizations that adopt RBMA can improve the quality of strategic decisions, reduce exposure to unexpected shocks, and enhance long-term stability. Managers are encouraged to move beyond purely financial performance metrics and incorporate risk-adjusted indicators into management accounting systems. This shift requires cross-functional collaboration between accounting, risk management, and strategic planning units.

This study examined the role of Risk-Based Management Accounting in reducing risk and enhancing strategic stability in modern organizations. The analysis demonstrates that RBMA represents a meaningful evolution of management accounting, transforming it from a backward-looking reporting function into a proactive strategic tool.

The findings suggest that RBMA improves decision-making quality, strengthens organizational resilience, and supports sustainable value creation under uncertainty. By integrating risk identification, assessment, and mitigation into core accounting processes, organizations can better align strategic objectives with risk exposure.

Despite its contributions, the study has limitations. The conceptual nature of the analysis calls for future empirical research to test the proposed framework across industries and organizational contexts. Quantitative studies and longitudinal case analyses would further validate the impact of RBMA on organizational performance.

Future research should also explore the role of digital technologies and data analytics in enhancing risk-based accounting systems. As organizations increasingly adopt artificial intelligence and predictive analytics, RBMA has the potential to evolve into a more dynamic and automated decision-support system.

In conclusion, Risk-Based Management Accounting offers a robust framework for navigating uncertainty and achieving strategic stability. Its adoption represents a critical step toward more resilient and strategically informed management practices.

References

Bhimani, A. (2015). Exploring big data's strategic consequences. Journal of Management Accounting Research, 27(1), 1–4.
https://doi.org/10.2308/jmar-10362

Bhimani, A., Horngren, C. T., Datar, S. M., & Rajan, M. (2013). Management and cost accounting (5th ed.). Pearson Education.

COSO. (2017). Enterprise risk management: Integrating with strategy and performance. Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission.

Drury, C. (2018). Management and cost accounting (10th ed.). Cengage Learning.

Gordon, L. A., Loeb, M. P., & Tseng, C. Y. (2009). Enterprise risk management and firm performance: A contingency perspective. Journal of Accounting and Public Policy, 28(4), 301–327.
https://doi.org/10.1016/j.jaccpubpol.2009.06.006

Horngren, C. T., Datar, S. M., Rajan, M., Wynder, M., Maguire, W., Tan, R., & Weber, J. (2015). Cost accounting: A managerial emphasis (15th ed.). Pearson Australia.

Hoyt, R. E., & Liebenberg, A. P. (2011). The value of enterprise risk management. Journal of Risk and Insurance, 78(4), 795–822.
https://doi.org/10.1111/j.1539-6975.2011.01413.x

Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2001). Strategy-focused organization: How balanced scorecard companies thrive in the new business environment. Harvard Business School Press.

Mikes, A., & Kaplan, R. S. (2014). Towards a contingency theory of enterprise risk management. Harvard Business School Working Paper, No. 13-063.

Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. Strategic Management Journal, 18(7), 509–533.
https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199708)18:7 <509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z

GREEN EDUCATION FOR SUSTAINABLE FUTURE TO ACHIEVE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS (SDGS)

Dr. Neha
Associate Professor
Swami Vivekanand Subharti University,
Meerut, Uttar Pradesh 250005 India
https://orcid.org/0000-0003-2540-9876

Abstract

We need training for sustainable development not to be a privilege but accessible to all people. The success of the Education for Sustainable Development programme for 2030 will bring us closer to all the SDGs."

- Angela Merkel, German Chancellor

Green education is a pedagogical approach that focuses on teaching people about ecological principles, sustainable behaviors, and environmental challenges. It can also be referred to as *Environmental Education or Sustainability in Education*. It is a concept that may be integrated with education as learning is a vital component of raising citizens' awareness related to environmental issues. It further helps in strengthening their capacity to solve problems. Green Education empowers individuals to take action as informed individuals are more likely to engage in activities that promote sustainability. The goal of green education is to help children grow a deep appreciation for the environment and all of its creatures by fostering empathy. This technique gives people the information, abilities, and morals they need to confront environmental issues and help create a more sustainable future by participating in community initiatives, advocating for policy changes, and supporting environmentally responsible activities.

The increasing concern about climate change has heightened the importance of education in fostering sustainability. Green education is a solution that can address the issues of global warming and resource depletion by improving the awareness, responsible behavior and thinking process. This paper aims to explore the concept of green education, green schools and green curriculum in view of sustainable development. The strategies of green education and challenges faced are also discussed in the study. Methodology: A detailed review of research papers, articles and reports was carried out in order to understand the concept of green education and its contribution in saving the planet earth. Findings: It was noted that green education is important in order to facilitate the responsible behavior of students. It can be integrated with other subjects at all the levels of an educational institution.

As the world's ecological environment problems become more critical the need to preserve the environment has gained momentum. Global warming, climate change, the loss of non-renewable resources, population growth, health problems, gender inequality, and other concerns plague our globe today. The only way to preserve a healthy ecosystem, ecological interactions, and lessen the adverse

effects of human activity on the environment is through sustainability. Education is the basis for raising public understanding of sustainability. UNESCO proposed *Education for Sustainable Development,* which is defined as educating all stakeholders for protecting ecosystem by giving those chances to gain the knowledge, skills, values, and attitudes. These skills will further assist the economy; contribute to societal well-being and environmental integrity. Green education is the need of hour for promoting sustainable development.

Owing to the incredible growth and speed at which various fields have advanced in the twenty-first century, green education has emerged as a viable means of demonstrating the significance of sustainability. It also plays a critical role in developing an environmentally conscious perception in achieving the Sustainable Development Goals (SDGs). *Going green*‟ is minimizing the wastage of water, pollution, fuel consumption and waste generation. Sustainability science and green principles are disseminated through green education. It is a comprehensive program that provides practical, real-world, hands-on learning possibilities outside of the traditional curriculum. The G20 countries prioritize green growth in terms of sustainability and green education.

Keywords: Green Education, Green Schools, Green Curriculum, sustainable future, sustainable development.

RELIGIOUS FREEDOM AND THE HIJAB CONTROVERSY: A HUMAN RIGHTS PERSPECTIVE

Nasrin Ziayee
Master's Student of department of women studies.
University:-Ahlul-Bayt International University Tehran.
Supervisor: **Dr Elham Vahidi**
Ahlul-Bayt international university

Abstract:-
This article presents a comprehensive examination of the intricate interplay between religious freedom and the hijab controversy from a human rights perspective, focusing on the implications for Muslim women. The hijab, regarded as a pivotal manifestation of Islamic faith, embodies a woman's adherence to her religious convictions and cultural identity. However, the imposition of regulatory frameworks governing the hijab in various jurisdictions—particularly in Western democracies and specific regions such as India—has engendered significant human rights dilemmas, notably concerning issues of discrimination, equality, and the right to religious expression.
This study commences with a critical exploration of the theological foundations of the hijab within Islamic jurisprudence, positing it as an essential practice for many adherents. Subsequently, the article scrutinizes recent legal precedents and legislative measures across diverse contexts, including France, Turkey, Australia, and India, wherein prohibitions or restrictions on the hijab have been enacted. Such measures are often justified through discourses surrounding secularism, national identity, and security, yet this analysis argues that they fundamentally contravene international human rights standards, thereby exacerbating the systemic marginalization of Muslim women and impeding their full participation in public life. Through a rigorous analysis of relevant international human rights law, this article contends that there exists no legitimate justification for the prohibition of the hijab, asserting that such bans infringe upon the fundamental rights to freedom of religion and non-discrimination. The findings advocate for a paradigm shift in policy formulation, emphasizing the necessity for legal frameworks that uphold the rights of individuals to manifest their religious beliefs without coercion or discrimination. Ultimately, this discourse contributes to the broader academic dialogue on the intersectionality of gender, religion, and human rights, calling for enhanced scholarly and policy-oriented engagement with the complexities of religious expression in pluralistic societies.

GROWTH AND INSTABILITY ANALYSIS OF RAPESEED-MUSTARD IN HARYANA

Priyanka
Research Scholar, Department of Economics, M.D. University, Rohtak
ORCID: 0009-0000-8230-1023
Dr. Kiran Bala
Assistant Professor, Department of Economics, M.D. University, Rohtak
ORCID:0009-00004-6791-9799

ABSTRACT
The present study examines the growth performance and instability of rapeseed-mustard in Haryana using district-level secondary data for the period 2013-14 to 2023-24. The analysis is based on two widely used statistical tools, namely the Compound Annual Growth Rate (CAGR) and the Cuddy-Della Valle Instability Index (CDVI), applied to area, production, and yield across 22 districts of the state, with special reference to the semi-arid districts of Bhiwani and Mahendragarh. The results reveal that rapeseed-mustard has experienced strong but highly uneven growth across districts. Several districts such as Kaithal 26.48 per cent, Ambala 18.52 per cent, Panipat 17.36 per cent, Karnal 17.94 per cent, and Sonipat 13.34 per cent recorded rapid expansion in area under mustard cultivation, driven by favourable price incentives, MSP support, and diversification away from water-intensive crops. Correspondingly, production growth was also high in districts like Ambala, Jind, Panipat, and Sonipat. In Bhiwani and Mahendragarh, mustard cultivation shows moderate growth in area and production, reflecting its suitability under low-water and semi-arid agro-climatic conditions. However, yield growth in these districts remains relatively modest and unstable due to limited irrigation coverage, moisture stress, and high dependence on rainfall. The instability analysis highlights a high-risk production environment for mustard cultivation in Haryana. Extremely high CDVI values for area and production are observed in districts such as Faridabad 181.39 per cent, Ambala 105.76 per cent, Kaithal 96.41 per cent, and Panipat 84.08 per cent, indicating severe inter-year fluctuations. Yield instability is also pronounced in several districts, particularly Kurukshetra 64.94 per cent, reflecting mustard's strong sensitivity to climatic variability. The findings suggest that although rapeseed-mustard shows significant growth potential in Haryana, especially in semi-arid districts like Bhiwani and Mahendragarh, its high instability underscores the need for climate-resilient varieties, expansion of micro-irrigation, assured MSP procurement, and district-specific policy interventions to stabilize production and reduce risk for farmers.

Keywords: Rapeseed-Mustard, Area, CAGR, CDVI, Growth, Instability, Haryana, Bhiwani, Mahendragarh

AI-DRIVEN EARLY WARNING SYSTEMS FOR FISH DISEASE OUTBREAKS IN SMALL-SCALE AQUACULTURE

Md. Saikot Hasan
MS student, Bangladesh Agricultural University, Faculty of Fisheries, Department of Aquaculture, Mymensingh, Bangladesh (Responsible Author)
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0001-3220-9031

Akhi Akther
M.S.S. Student, University of Rajshahi, Department of Folklore & Social-Development Studies, Rajshahi, Bangladesh
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0009-8978-1846

Abstract
Pathogen outbreaks hinder the management of sustainable aquaculture, exerting considerable financial strains on small-scale producers. Responding promptly is challenging since most conventional detection methods rely on delayed visual cues. This study evaluates the viability of an AI-based early warning system that combines behavioral data, image-based health evaluations, and real-time water quality monitoring to predict the onset of disease before the appearance of visible symptoms. To evaluate the systems working capacity, field data was randomly aggregated from small aquaculture ponds using low cost sensors to monitor turbidity, temperature, dissolved oxygen, pH, and ammonia concentrations. Additionally, fish were photographed, and their movements were recorded using underwater cameras. We used machine learning methodologies, including Random Forest and Convolutional Neural Networks, to identify early signs & symptom of various infectious bacterial and parasite infections. In this manner, the model can accurately notify farmers and classify danger levels. We get qualitative feedback about benefit, usability, farmer belief, and the applied early warning signals via user interviews. The findings represent the capacity of the AI model in predicting disease outbreaks 48 to 72 hours before their occurrence in individuals. This provided farmers the time to modify their water, aeration, and feeding methods prior to the outbreak of the disease. Farmers reported a reduction in mortality, reduced medical expenses, and increased confidence in their daily agricultural activities. Research believes that AI-driven prediction technologies significantly enhance the disease preparation of small-scale aquaculture, which helps to produce more robust and economically efficient fish farming systems.
Keywords: aquaculture, AI early warning, fish disease prediction, machine learning, water quality data

ENSURING THE QUALITY OF EDUCATION UNDER MARTIAL LAW: CHALLENGES AND ADAPTATION STRATEGIES

Iliichuk Liubomyra
PhD (Pedagogy), Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Primary Education
and Educational Innovations
Vasyl Stefanyk Carpathian National University (Ukraine)

The article provides a comprehensive analysis of the problem of ensuring the quality of the educational process in Ukraine amidst the full-scale invasion and martial law. The study highlights the transformation of the concept of "quality of education," which, under crisis conditions, extends beyond purely academic indicators to integrate parameters of security, inclusivity, and the psycho-emotional stability of educational process participants. Key destabilizing factors negatively affecting educational dynamics are identified: security threats, forced internal and external migration of students and educators, the energy crisis, and the destruction of educational infrastructure. The paper substantiates that the strategic vector for adapting the education system is the implementation of flexible learning models that combine synchronous and asynchronous modes of interaction. The author emphasizes the priority of the psychological component of the educational process. The expediency of integrating Social and Emotional Learning (SEL) elements and psychological stabilization techniques directly into the structure of classes is argued. It is concluded that ensuring the quality of education during the war requires a transition from rigid regulation to adaptive educational management aimed at preserving human capital and building the resilience of students.

Keywords: quality of education, martial law, distance learning, adaptive management, psychological support, digital tools.

INTEGRATION OF HIERARCHICAL PROCESS ANALYSIS AND GIS FOR MAPPING POTENTIAL STORMWATER HARVESTING SITES IN A SEMI-ARID CONTEXT: APPLICATION TO THE PROVINCE OF KHÉMISSET, MOROCCO

Aziz Bourass
Geosciences Laboratory, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco
Miloud Chakit
National School of Public Health, Rabat, Morocco.
Rajaa Kaddar
Geosciences Laboratory, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco
Sanae El Harche
Department of Natural Resources and Environment, Hassan II Institute of Agronomy and Veterinary Medicine, Rabat, Morocco
Mohamed Manaouch
Laboratory of Environment, Societies and Territories, Department of Geography, Faculty of Humanities and Social Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco
Mohamed Aghad
Laboratory of Environment, Societies and Territories, Department of Geography, Faculty of Humanities and Social Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco
Mohamed Sadiki
Geosciences Laboratory, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco

Abstract
Water scarcity in semi-arid zones necessitates the adoption of innovative methods to optimize water resource management. This study proposes an integrated approach combining hierarchical analytical processing (HPA) and geographic information systems (GIS) to identify the most suitable stormwater harvesting sites in the province of Khémisset, Morocco. Twelve environmental and socio-economic criteria were selected, including rainfall, slope, land use, geology, soil texture, and distance to roads, faults, and watercourses. Each parameter was weighted according to the HPA method, with satisfactory consistency (CR = 0.010). The spatial integration of thematic layers enabled the production of a stormwater harvesting potential map classified into five levels. The results show that 48% of the study area has moderate suitability, while 9% has highly favorable suitability, located mainly in the eastern and northeastern sectors. Validation, based on comparison with existing hydraulic structures and a ROC curve (AUC = 0.83), confirms the model's reliability. This reproducible approach constitutes a useful decision-making tool for the sustainable planning of water resources in water-stressed environments.

Keywords: Analytic Hierarchy Process; Geographic Information System; Rainwater Collection; Semi-arid Zones; Khémisset; Multi-criteria Model.

NANOSKALEDEKİ POTANSİYELİN ORTAYA ÇIKARILMASI: BANGLADEŞ'TE BİTKİ HASTALIKLARININ YÖNETİMİNDE NANOPARTİKÜLLER

Mahmud Sindid Ikram
Bangladesh Agricultural University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Pathology, Mymensingh-2202, Bangladesh
ORCID: 0009-0006-6901-8155
Sumiya Akter Moni
Bangladesh Agricultural University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Pathology, Mymensingh-2202, Bangladesh
ORCID: 0009-0006-2540-357X

ÖZET
Bangladeş'te bitki hastalıkları, gıda güvenliği ve tarımsal verimlilik için önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Geleneksel hastalık yönetimi genellikle kimyasal pestisitlere dayanmakta olup, çevresel toksisite, patojen direnci ve insan sağlığı konusunda endişelere yol açmaktadır. Bu inceleme, Bangladeş bağlamında bitki hastalık yönetimi için sürdürülebilir ve etkili bir alternatif olarak nanopartiküllerin (NP'ler) benimsenmesinin dönüştürücü potansiyelini araştırmaktadır. Metalik (örneğin, gümüş, bakır, çinko oksit) ve biyojenik nanopartiküllerin antimikrobiyal, antifungal ve antiviral özelliklerine ilişkin kanıtları sentezliyoruz. Reaktif oksijen türlerinin oluşumu, doğrudan hücre zarı bozulması ve aktif bileşenlerin hedeflenen iletimi de dahil olmak üzere etki mekanizmaları, hassas patojen kontrolü sunmaktadır. Kaynak kısıtlamalarının ve iklim kırılganlığının şiddetli olduğu Bangladeş'te, NP'ler pirinç, buğday ve sebzeler gibi başlıca ürünler için dayanıklı, düşük dozlu koruyucular sağlayabilir. Maliyetleri düşürmek ve erişilebilirliği artırmak için bitki özleri kullanılarak yerel sentezin (yeşil sentez) pratik potansiyelini değerlendiriyoruz. Makale ayrıca, çiftçiler arasındaki bilgi eksiklikleri, düzenleyici belirsizlik, biyolojik güvenlik değerlendirmeleri ve ölçeklendirilmiş üretim ihtiyacı da dahil olmak üzere, benimsemenin önündeki temel engelleri eleştirel bir şekilde ele almaktadır. Laboratuvar araştırmalarından saha uygulamasına giden bir yol haritası çizerek, mevcut tarımsal yayım ağlarıyla entegre edilmiş nanoteknolojiye stratejik bir yatırımın, Bangladeş'te bitki koruma alanında devrim yaratabileceğini, mahsul dayanıklılığını artırmak, kimyasal bağımlılığı azaltmak ve sürdürülebilir verim sağlamak için güçlü bir araç sunabileceğini savunuyoruz.
Anahtar Kelimeler: Nanopartiküller, bitki hastalıkları yönetimi, Bangladeş tarımı, yeşil sentez, sürdürülebilir bitki koruma.

UNLOCKING NANOSCALE POTENTIAL: NANOPARTICLES FOR PLANT DISEASE MANAGEMENT IN BANGLADESH

ABSTRACT
Plant diseases pose a significant threat to food security and agricultural productivity in Bangladesh. Conventional disease management often relies on chemical pesticides, raising concerns over environmental toxicity, pathogen resistance, and human health. This review explores the transformative potential of adopting nanoparticles (NPs) as a sustainable and effective alternative for plant disease management in the Bangladeshi context. We synthesize evidence on the antimicrobial, antifungal, and antiviral properties of metallic (e.g., silver, copper, zinc oxide) and biogenic nanoparticles. Their mechanisms of action, including reactive oxygen species generation, direct cell membrane disruption, and targeted delivery of active ingredients, offer precise pathogen control. In Bangladesh, where resource constraints and climate vulnerability are acute, NPs could provide durable, lower-dose protectants for major

crops like rice, wheat, and vegetables. We evaluate the practical potential for local synthesis using plant extracts (green synthesis) to reduce costs and enhance accessibility. The paper also critically addresses key barriers to adoption, including knowledge gaps among farmers, regulatory uncertainty, biosafety assessments, and the need for scaled-up production. By outlining a pathway from laboratory research to field application, we argue that a strategic investment in nanotechnology, integrated with existing agricultural extension networks, can revolutionize plant protection in Bangladesh, offering a potent tool for enhancing crop resilience, reducing chemical dependency, and securing sustainable yields.
Keywords: Nanoparticles, plant disease management, Bangladesh agriculture, green synthesis, sustainable crop protection.

KEDİLERDE HASTALIKLARA BAĞLI BESLENME BOZUKLARI: VAKA TEMELLİ BİR YAKLAŞIM

PHD Student Ramazan UMAR
Burdur Mehmet Akıf Ersoy Unıversıty,Instıtute Of Health Scıences, Veterınary Internal Medıcıne
ORCID:0009-0007-8952-4415
Prof. Dr. Ramazan YILDIZ
Burdur Mehmet Akıf Ersoy Unıversıty, Faculty Of Veterınary Medıcıne, Department Of Clınıcal Scıences , Veterınary Internal Medıcıne
ORCID:0000-0001-5772-0891

ÖZET
Kedilerde ağız yoluyla beslenme, hem gastrointestinal sistemin fizyolojik fonksiyonlarının sürdürülmesi hem de metabolik süreçlerin korunması açısından ciddi bir öneme sahiptir. Enteral yolun aktif kullanımı, bağırsak mukozasının trofik uyarımını destekleyerek villusların bütünlüğünün korunmasına, epitel hücrelerinin yenilenmesinin sürdürülmesine ve bağırsak bariyerinin işlevsel stabilitesine katkı sağlar. Bu süreç, özellikle kritik hastalık durumlarında sık gözlenen bakteriyel translokasyon ve buna bağlı sekonder enfeksiyon riskini azaltmada önemli bir koruyucu mekanizmadır. Ağız yoluyla beslenmenin sürdürülmesi aynı zamanda bağırsak hareketlerinin devamlılığına yardımcı olarak ileus gelişme olasılığını da azaltır. Kediler, yağ metabolizması açısından diğer evcil türlere kıyasla daha hassas olduklarından, akut veya kronik iştahsızlık durumlarında hızla hepatik lipidoz geliştirebilirler. Bu nedenle oral veya uygun klinik durumlarda beslenme tüpleri ile sağlanan erken enteral beslenme, enerji dengesinin korunması ve karaciğer fonksiyonlarının desteklenmesi için kritik bir anlam taşır. Aynı zamanda yeterli protein ve kalori alımı; yara iyileşmesi, immün sistem yanıtının güçlendirilmesi, kas kütlesinin korunması ve genel durumun iyileşme hızının artırılması gibi çok yönlü faydalar sağlar. Özellikle yoğun bakımda veya kritik durumdaki kedilerde, erken enteral beslenmenin mortaliteyi azaltabileceği ve iyileşme sürecini kısaltabileceği bildirilmiştir. Bu nedenle kedilerde oral beslenmenin sürekliliğini sağlamak, yalnızca temel bir beslenme yaklaşımı değil, aynı zamanda prognozu doğrudan etkileyen önemli bir tedavi planıdır. Hastaya özel olarak gereksinimleri doğrultusunda oluşturulmuş beslenme protokolleri, veteriner klinik pratiğinde hem terapötik hem de koruyucu bir rol üstlenmektedir. Bu vaka sunumunda on bir yaşında, kısır dişi kedi Zeytin, yaklaşık yirmi gündür devam eden belirgin iştahsızlık ve ilerleyici sarılık şikâyetleriyle hastanemize getirildi. Mevcut klinik tablo, ileri tanı yöntemleri ve laboratuvar testleriyle desteklenerek, beslenme bozukluklarının altta yatan birincil hastalığı dolayısıyla da genel durumu daha da kötüleştirdiğini göstermekte; özellikle kedilerde bu durumun ciddiyetine dikkat çekmektedir.
Anahtar Kelimeler: Kedi, Enteral Beslenme, Gastrointestinal, Prognoz

DISEASE-RELATED NUTRITIONAL DISORDERS IN CATS: A CASE-BASED APPROACH

ABSTRACT
Oral feeding in cats is of critical importance both for maintaining the physiological functions of the gastrointestinal system and for preserving metabolic processes. Active use of the enteral route supports trophic stimulation of the intestinal mucosa, contributing to the preservation of villus integrity, the maintenance of epithelial cell renewal, and the functional stability of the intestinal barrier. This process is an effective protective mechanism, particularly in reducing the risk of bacterial translocation and associated secondary infections, which are frequently observed in critical illness. Maintaining oral feeding also helps maintain intestinal motility,

thereby reducing the risk of developing ileus. Cats are more sensitive than other domestic species in terms of fat metabolism and can rapidly develop hepatic lipidosis in cases of acute or chronic anorexia. Therefore, early enteral nutrition provided orally or via feeding tubes in appropriate clinical situations is critical for maintaining energy balance and supporting liver function. At the same time, adequate protein and calorie intake provides multiple benefits, such as wound healing, strengthening the immune system response, preserving muscle mass, and increasing the rate of improvement in general condition. It has been reported that early enteral feeding can reduce mortality and shorten the recovery process, especially in cats in intensive care or critical condition. Thus, ensuring the continuity of oral feeding in cats is not only a fundamental nutritional approach but also an important treatment plan that directly affects the prognosis. Nutrition protocols tailored to the specific needs of the patient play both a therapeutic and protective role in veterinary clinical practice. In this case presentation, Zeytin, an 11-year-old spayed female cat, was brought to our hospital with complaints of marked anorexia and progressive jaundice that had persisted for approximately twenty days. The current clinical picture, supported by advanced diagnostic methods and laboratory tests, shows that nutritional disorders have further complicated her general condition due to an underlying primary disease, highlighting the seriousness of this condition, especially in cats.
Keywords: Cat, Enteral Nutrition, Gastrointestinal, Prognosis

THE IMPACT OF ISO 9001 IMPLEMENTATION ON UNIVERSITY INNOVATION: THE MEDIATING ROLE OF QUALITY MANAGEMENT SYSTEM EFFECTIVENESS

Dr. Shahzaf Iqbal
International Lecturer
School of Technology Management and Logistics, College of Business,
Universiti Utara Malaysia, 06010 Sintok, Kedah, Malaysia
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6159-2343

ABSTRACT

This conceptual study develops a theoretically grounded framework explaining how ISO 9001 implementation enhances university innovation (UI) through quality management system (QMS) effectiveness as a mediating mechanism. Grounded in the Resource-Based View (RBV) and Dynamic Capabilities Theory (DCT), ISO 9001 is conceptualized as a strategic organizational resource, while QMS represents a dynamic capability enabling universities to identify opportunities, adapt processes, and achieve innovative outcomes.

The framework emphasizes that meaningful innovation arises from sustained implementation of ISO 9001, rather than from pursuing certification alone. The study provides practical insights for policymakers, university leaders, and quality managers, highlighting the importance of embedding QMS principles into routine academic and administrative processes to foster staff engagement, promote creativity, enhance operational performance, and strengthen global competitiveness.

Its originality lies in integrating RBV and DCT to clarify how QMS effectiveness translates ISO 9001 adoption into tangible innovation outcomes. By linking quality management and innovation research in higher education, the study establishes a foundation for future empirical investigations to test these relationships and examine contextual factors affecting their effectiveness, particularly in developing countries with limited ISO adoption and innovation capacity.

Keywords: ISO 9001, Quality Management System Effectiveness, University İnnovation, Process İnnovation, Product İnnovation

1. Introduction

Higher education institutions (HEIs) operate in a knowledge-driven and globally competitive environment that requires continuous innovation alongside strong quality assurance, accountability, and operational effectiveness. To address these expectations, many universities have adopted ISO 9001 as a formal quality management framework to enhance governance and streamline academic and administrative processes. However, despite its growing use, scholarly understanding of how ISO 9001 contributes to university innovation remains underdeveloped. Much of the existing work views ISO 9001 is mainly a certification tool focused on compliance and procedural control, leaving limited insight into its potential role in shaping strategic capabilities. This gap raises a central question: beyond standardization, can ISO 9001 help create the internal conditions that support innovation in HEIs?

Universities today play a critical role in national development by generating knowledge, advancing research, and preparing graduates for global competition. They have evolved from teaching-oriented institutions into central contributors to economic and social advancement (Iqbal, Hanif, *et al.*, 2024). Yet sustaining innovation while maintaining academic quality continues to be a major challenge, particularly in developing countries.

These challenges are more visible in Pakistan, where HEIs face resource shortages, inconsistent governance, and uneven quality assurance (QA) practices. Improving quality management has

become essential for reducing inefficiencies and enhancing institutional performance (Iqbal, Hanif, *et al.*, 2024). Globally, ISO 9001-based quality management systems (QMS) are used to formalize processes, strengthen accountability, and promote continuous improvement (Bloch *et al.*, 2021). Supporters argue that ISO 9001 can create routines, structures, and feedback mechanisms that indirectly enhance innovation. Critics, however, caution that highly standardized procedures may restrict creativity, experimentation, and risk-taking. This tension highlights the need to understand how ISO 9001 shapes organizational capabilities within higher education.

Despite these debates, ISO 9001 adoption in Pakistan remains limited, with only 25 universities currently certified (Iqbal, 2024; ISO Survey, 2022). At the same time, Pakistani universities continue to struggle in global rankings, with only two institutions placed among the top 500 (QS, 2025). This situation prompts a broader concern: if formal quality systems are intended to strengthen processes and outcomes, why are national and international performance indicators still weak?

Although the Higher Education Commission (HEC) introduced a national QA framework (Batool and Qureshi, 2007), evidence points to ongoing difficulties in sustaining quality improvements (Iqbal, Moosa, *et al.*, 2024). Many QA practices remain compliance-oriented rather than developmental, resulting in limited progress in teaching, research, and innovation (Iqbal, Taib, *et al.*, 2023a). Reports also suggest that some institutions conceal deficiencies to avoid sanctions (Banuri, 2021; Iqbal, Razalli, *et al.*, 2023; Iqbal, Taib, *et al.*, 2023a, 2023b, 2024; Mahesar, 2019). Moreover, academic staff often perceive QA systems as bureaucratic and outdated (Elassy, 2015; Seyfried and Pohlenz, 2018). Structural constraints—including reduced funding, outdated curricula, and ageing infrastructure—further limit institutions' ability to innovate (Mgaiwa, 2021).

Within this context, a critical gap emerges: the effectiveness of the QMS itself has received little theoretical attention as a mediating mechanism that may explain how ISO 9001 leads to innovation outcomes. QMS effectiveness reflects the degree to which ISO 9001 principles are internalized, embedded, and translated into routine practices. Yet few studies conceptualize or theorize QMS effectiveness as a capability that connects formal standards with innovation in HEIs. Addressing this gap allows for a more strategic understanding of how quality systems can evolve from administrative structures into enablers of innovation.

Accordingly, this conceptual paper addresses the following research questions:
RQ1: What is the effect of ISO 9001 implementation on QMS effectiveness and university innovation?
RQ2: To what extent does ISO 9001 implementation influence university innovation?
RQ3: Does QMS effectiveness mediate the relationship between ISO 9001 implementation and university innovation?

The remainder of the paper proceeds as follows. The next section reviews literature on ISO 9001, QMS effectiveness, and university innovation, and develops the propositions and conceptual framework. The methodology section explains the conceptual approach adopted to synthesize existing knowledge. A subsequent section outlines the expected findings, followed by a discussion of their theoretical and practical implications. The final sections address limitations, identify avenues for future research, and conclude by summarizing the study's main contributions.

2. Literature review

2.1 University innovation

University innovation (UI) refers to the development or substantial improvement of academic, administrative, research, and engagement practices that enhance institutional quality, efficiency, and societal relevance. It includes new teaching approaches, redesigned curricula, digital learning models, improved research outputs, commercialization activities, and modernized administrative systems. UI therefore spans product innovations—such as new academic programs or research-based spin-offs—and process innovations, including digitalized workflows and enhanced assessment procedures. Because of its multidimensional nature, UI requires measurement approaches that capture academic, organizational, and societal outcomes (Cavusgil *et al.*, 2003; Laursen and Salter, 2006).

Innovation is widely recognized as a key determinant of organizational performance, enabling institutions to enhance productivity, optimize resources, and compete more effectively (Mishra *et al.*, 2021). In higher education, innovation capability is influenced by factors such as leadership, knowledge management, and organizational learning. Evidence from Ghanaian HEIs, for instance, shows that transformational leadership promotes knowledge sharing and learning routines, which in turn support innovation outcomes (Asiedu *et al.*, 2020). However, limited research examines whether ISO 9001 implementation or the effectiveness of QMS shapes innovation pathways in universities. This signals an important conceptual and empirical gap.

Ongoing innovation has become essential for HEIs striving to remain relevant, competitive, and responsive to societal expectations (Khalili, 2016). Innovation performance reflects a university's capacity to generate value-creating ideas through its knowledge base, internal capabilities, and established routines (Lai *et al.*, 2014; Stanovcic *et al.*, 2015). Effective knowledge management reinforces teaching, research, curriculum renewal, and resource utilization, contributing to sustained value creation (Lewin *et al.*, 2011).

QMS practices have also been linked to innovation performance. Studies indicate that total quality management (TQM) enhances innovation and organizational outcomes, often through its influence on organizational learning, although much of this evidence comes from small and medium-sized enterprises rather than higher education (Tajouri and Lakhal, 2024). While quality practices consistently strengthen process innovation, their effect on product innovation varies across industries, contexts, and organizational characteristics (Antunes *et al.*, 2017; Honarpour *et al.*, 2018; Manders *et al.*, 2016; Terziovski and Guerrero, 2014). Emerging research suggests that ISO 9001 adoption—particularly when supported by strong university–industry collaboration—can contribute to innovation in HEIs (Aldabbas *et al.*, 2020). Yet the mediating role of QMS effectiveness in this relationship remains largely unexplored (Mir *et al.*, 2016).

2.2 ISO 9001 Implementation

ISO 9001 is one of the most widely implemented quality management standards worldwide and offers a structured approach to achieving process consistency, risk-based thinking, stakeholder satisfaction, and continuous improvement (ISO, 2015). Within universities, ISO 9001 implementation typically involves standardizing academic and administrative procedures, clarifying responsibilities, strengthening monitoring and documentation practices, and integrating the Plan–Do–Check–Act (PDCA) cycle into teaching, research, and support activities (Astrini, 2021; Fonseca *et al.*, 2021; Idris and Durmuşoğlu, 2023; Wilson and Campbell, 2020).

When effectively implemented, ISO 9001 complements existing quality assurance mechanisms by enhancing governance structures, promoting evidence-informed decision-making, improving service delivery, and encouraging responsiveness to the needs of students, staff, and other stakeholders (Robitaille, 2023). Nonetheless, adoption rates in developing countries remain relatively low. Institutions often face resource limitations, resistance to organizational change, or concerns that the standard is more suitable for industrial contexts than for academic environments (Bibi and Aurangzeb, 2021).

Although studies in other sectors suggest that ISO 9001 can support innovation by improving organizational capabilities and learning, its contribution to innovation in higher education remains underexplored—particularly in Pakistan (Asiedu *et al.*, 2020; Manders *et al.*, 2016; Mir *et al.*, 2016). This gap underscores the importance of examining how ISO 9001 implementation may enhance QMS effectiveness, which could, in turn, serve as a pathway for strengthening innovation outcomes within HEIs.

2.3 **Quality Management System (QMS) Effectiveness**

A QMS consists of the policies, procedures, and routines through which institutions meet stakeholder expectations and promote continuous improvement. In higher education, QMS effectiveness reflects the extent to which these practices are embedded in academic and administrative activities, thereby supporting operational efficiency, accountability, and innovation (Bloch *et al.*, 2021; Wahid, 2019). ISO 9001 strengthens these practices by advancing process orientation, risk management, stakeholder involvement, and continuous improvement approaches (Astrini, 2021; Fonseca *et al.*, 2021; Idris and Durmuşoğlu, 2023; Wilson and Campbell, 2020). However, certification alone does not guarantee an effective QMS; leadership commitment, strategic alignment, staff competence, and evidence-based decision-making are essential for achieving meaningful outcomes (Bloch *et al.*, 2021; Wahid, 2019).

Empirical studies show that an effective QMS improves operational performance by standardizing academic and administrative processes, documentation practices, facilities management, and resource allocation, which reduces errors and inefficiencies (Andiva and Simatwa, 2018; Hamid *et al.*, 2021; Moturi and Mbithi, 2015). For instance, QMS adoption at the University of Nairobi improved service delivery, documentation, process consistency, and ICT integration (Moturi and Mbithi, 2015). Evidence from Pakistan also indicates that QMS-related training strengthens staff performance, job satisfaction, and institutional productivity (Iqbal, Hanif, *et al.*, 2024).

An effective QMS provides the stability and structured routines needed to foster innovation by embedding continuous improvement, monitoring mechanisms, and evidence-based practices that support research productivity, curriculum enhancement, and pedagogical development (Fonseca *et al.*, 2021; Robitaille, 2023). When integrated with existing QA systems, QMS practices reinforce quality culture and organizational responsiveness (Bibi and Aurangzeb, 2021; Vorobyova *et al.*, 2022). Nonetheless, universities in developing contexts continue to face constraints such as limited resources, cultural resistance, and low institutional uptake of ISO-aligned QMS (Iqbal, 2024; ISO Survey, 2022).

2.4 **Research Gaps and Proposed Relationships**

The literature reveals several important gaps. First, existing studies primarily focus on administrative or operational efficiency, while the specific contribution of ISO 9001 to UI remains insufficiently examined (Bibi *et al.*, 2025; Iqbal, Hanif, *et al.*, 2024). Second, QMS

effectiveness is often under-theorized, as many studies treat ISO certification as a simple binary indicator rather than considering essential dimensions such as leadership commitment, process integration, continuous improvement, and organizational learning (Andrade-Girón *et al.*, 2023; Kravets, 2024). Third, the pathways through which ISO 9001 shapes innovation outcomes are not clearly articulated, and the mediating role of QMS effectiveness has received limited systematic attention (Andrade-Girón *et al.*, 2023; Kravets, 2024). Fourth, Pakistan's higher education context is marked by low ISO uptake, weak quality culture, and limited mechanisms for evaluating innovation, underscoring the need for a context-specific conceptual model (Bibi *et al.*, 2025; Saani and Saeed, 2025).

Overall, the reviewed literature indicates that ISO 9001 offers the structural foundation for quality enhancement, QMS effectiveness serves as the mechanism through which these practices are enacted and emerges as the strategic outcome. Based on these insights, the following conceptual propositions are developed:

- **Proposition – 1:** ISO 9001 implementation positively influences university innovation.
- **Proposition – 2:** ISO 9001 implementation positively influences QMS effectiveness.
- **Proposition – 3:** QMS effectiveness positively influences university innovation.
- **Proposition – 4:** QMS effectiveness mediates the relationship between ISO 9001 implementation and university innovation.

2.5 **Conceptual Framework**

Building on the identified gaps, this study draws on the Resource-Based View (RBV) and Dynamic Capabilities Theory (DCT) to explain how ISO 9001 implementation contributes to UI through QMS effectiveness. RBV underscores the strategic importance of valuable, rare, and well-integrated organizational resources in shaping performance outcomes (Barney, 1991). In this context, ISO 9001 implementation is viewed as a strategic internal resource that enhances process discipline, transparency, and governance structures. QMS effectiveness represents the capability that enables universities to operationalize these structured practices in a coherent and systematic manner.

DCT complements RBV by explaining how organizations develop and deploy capabilities that allow them to sense opportunities, adjust routines, and support sustained innovation (Teece, 2007). From this perspective, QMS effectiveness functions as a dynamic capability that translates ISO 9001 requirements into continuous improvement, learning, and adaptability. This capability ensures that quality practices become institutionalized rather than remaining procedural or compliance-driven.

The proposed framework positions ISO 9001 implementation as the independent variable, QMS effectiveness as the mediating variable, and UI as the outcome variable. Figure 1 depicts these relationships, highlighting that effective implementation—rather than certification alone—is fundamental to enabling innovation. This conceptualization reframes ISO 9001 from a compliance tool to a capability-building mechanism, a shift especially pertinent for universities in developing settings such as Pakistan, where structured quality systems remain unevenly adopted.

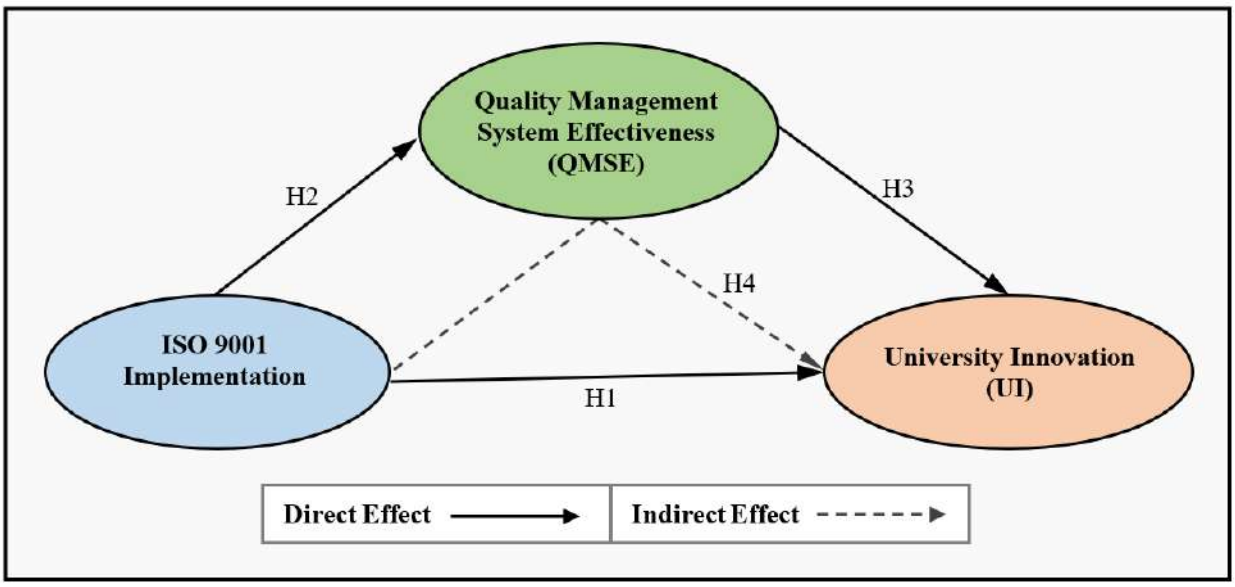


Figure 1. Conceptual Framework

3. **Methodology**

This conceptual study employs a theory-driven approach to examine how ISO 9001 implementation influences UI through the mediating role of QMS effectiveness. The analysis is grounded in RBV and DCT, which collectively guide the development of propositions linking ISO 9001 implementation (independent variable), QMS effectiveness (mediator), and UI (dependent variable).

While the study is conceptual, it outlines a framework for future empirical validation. Universities would serve as the unit of analysis, and academic and administrative staff involved in QA, curriculum development, institutional research, and governance would constitute the unit of observation. A quantitative survey using Likert-scale instruments is suitable for capturing staff perceptions of ISO 9001 adoption, QMS effectiveness, and innovation outcomes. Structural equation modeling (SEM), particularly PLS-SEM, is recommended for testing direct and mediating effects due to its suitability for complex, prediction-oriented models.

4. **Expected Findings**

Based on literature and theoretical foundations, several outcomes are anticipated. First, ISO 9001 implementation is expected to positively influence UI by providing structured processes, improving coordination, and fostering knowledge sharing, experimentation, and adaptive practices (Bloch *et al.*, 2021; Vorobyova *et al.*, 2022). Second, ISO 9001 is likely to enhance QMS effectiveness through the integration of standardized procedures, leadership commitment, and systematic monitoring mechanisms (Fonseca, 2015; Iqbal, 2024; Wahid, 2019). Third, an effective QMS is anticipated to strengthen innovation by institutionalizing continuous improvement, accountability, and evidence-based decision-making (Andrade-Girón *et al.*, 2023; Iqbal, Hanif, *et al.*, 2024). Finally, QMS effectiveness is expected to mediate the relationship between ISO 9001 implementation and university innovation, indicating that certification alone is insufficient and that meaningful innovation arises only when quality principles are embedded into core academic and administrative routines.

5. Discussion

The anticipated findings provide both theoretical and sectoral insights. Conceptually, the study advances scholarship by integrating quality management and innovation literature in the higher education context. It shifts the focus from compliance-oriented ISO 9001 adoption toward capability-driven QMS operationalization. While ISO 9001 offers a structured framework for process standardization, risk-based thinking, and continuous improvement (Astrini, 2021; Fonseca *et al.*, 2021), prior research indicates that certification alone rarely leads to innovation without effective QMS implementation (Mir *et al.*, 2016). By positioning QMS effectiveness as a mediating mechanism, the study explains how ISO 9001 can translate into meaningful innovation outcomes.

The framework extends RBV by conceptualizing ISO 9001 as a valuable organizational resource and aligns with DCT by framing QMS effectiveness as a dynamic capability that enables universities to sense opportunities, reconfigure processes, and enhance innovation performance (Barney, 1991; Teece, 2007). Evidence from ISO-certified universities supports this perspective, showing improvements in operational efficiency, process standardization, knowledge sharing, organizational learning, and continuous improvement practices (Fonseca *et al.*, 2021; Iqbal, Hanif, *et al.*, 2024; Moturi and Mbithi, 2015).

In developing-country contexts such as Pakistan—where ISO adoption is limited and innovation outcomes remain underexplored—the framework clarifies why certification often fails to deliver the anticipated benefits (Bibi and Aurangzeb, 2021; ISO Survey, 2022). The discussion emphasizes the importance of embedding QMS principles into institutional routines to achieve enhanced innovation and performance (Bloch *et al.*, 2021; Wahid, 2019). Overall, the findings reinforce that capability-oriented QMS implementation, rather than mere procedural certification, is essential for fostering innovation and strengthening institutional competitiveness (Aldabbas *et al.*, 2020; Robitaille, 2023).

6. Implications

6.1.1 Theoretical Implications

This study offers several theoretical contributions. It reconceptualizes ISO 9001 as a strategic mechanism that strengthens institutional capabilities rather than a compliance-oriented certification. By positioning QMS effectiveness as a mediator, it clarifies how ISO 9001 implementation translates into innovation outcomes, addressing gaps in developing-country contexts where empirical evidence is limited (Aldabbas *et al.*, 2020; Mir *et al.*, 2016). The framework extends RBV by demonstrating how structured QMS practices act as valuable organizational resources and complements DCT by showing how QMS effectiveness enables universities to sense opportunities, reconfigure processes, and support continuous innovation (Bloch *et al.*, 2021; Wahid, 2019).

6.1.2 Practical Implications

Practically, the study provides guidance for HEIs and policymakers seeking to enhance innovation and performance. It highlights that universities can leverage ISO 9001 strategically by embedding QMS principles into routine academic and administrative processes, thereby improving innovation capacity, operational efficiency, and institutional responsiveness (Fonseca *et al.*, 2021; Robitaille, 2023). Policymakers and QA bodies should promote capability-focused implementation rather than certificate-driven compliance to ensure meaningful improvements in process standardization, evidence-based decision-making, and organizational learning (Bibi and Aurangzeb, 2021; Iqbal, Hanif, *et al.*, 2024). Achieving effective implementation requires investment in staff training, leadership engagement,

monitoring mechanisms, and cross-functional process integration (Andiva and Simatwa, 2018; Moturi and Mbithi, 2015). For HEIs in Pakistan, adopting this approach provides a strategic pathway to enhance global competitiveness and foster innovation (Iqbal, 2024).

7. Limitations and Future Research

While this study develops a comprehensive conceptual framework, several limitations should be acknowledged. First, the proposed relationships are theoretical and require empirical validation to assess their significance and strength. Second, contextual factors—including governance, regulatory frameworks, institutional culture, and resource availability—may influence how ISO 9001 implementation and QMS effectiveness shape innovation, limiting the framework's generalizability across HEIs. Third, the model focuses exclusively on QMS effectiveness as a mediator, leaving scope to examine additional variables such as leadership styles, staff commitment, quality culture, and institutional infrastructure, which may further explain or moderate the relationships. Finally, given the multidimensional nature of innovation, future studies should adopt comprehensive measurement approaches and consider longitudinal designs to capture changes in academic, administrative, and societal innovation outcomes. Addressing these limitations will improve understanding of how ISO 9001 and QMS operationalization drive innovation and provide stronger guidance for both theory and practice in higher education.

8. Conclusion

This study proposes a theoretically grounded conceptual framework explaining how ISO 9001 implementation can enhance UI through the mediating role of QMS effectiveness. By conceptualizing ISO 9001 as a strategic organizational resource and QMS effectiveness as a dynamic capability, the framework illustrates how structured QMS practices can strengthen institutional adaptability, foster innovation, and improve performance in complex and competitive higher education environments. The integration of RBV and DCT offers a coherent theoretical lens to understand the mechanisms through which ISO 9001 adoption translates into tangible innovation outcomes. Moreover, the study highlights the critical role of effective QMS operationalization, emphasizing that certification alone is insufficient to drive meaningful innovation. The framework also provides a foundation for future empirical research to test these relationships and examine the contextual factors—such as governance, culture, and resource availability—that may influence the effectiveness of ISO 9001 and QMS in promoting innovation, particularly in developing countries where adoption and innovation capacities remain limited.

References

Aldabbas, H., Pinnington, A. and Lahrech, A. (2020), "The role of innovation in the relationship between university–industry collaboration in R&D and ISO 9001", *International Journal of Innovation Science*, Vol. 12 No. 4, pp. 365–383, doi: 10.1108/IJIS-10-2019-0095.

Andiva, Z.K. and Simatwa, E.M.W. (2018), "Influence of ISO 9001:2008 Quality Management Systems on Academic Staff'S Service Delivery in Teaching in Public Universities: An Analytical Study", *International Journal of Current Research*, Vol. 10 No. 5, pp. 69654–69665.

Andrade-Girón, D.C., Marín-Rodriguez, W.J., Zúñiga-Rojas, M., Susanibar-Ramirez, E.T. and Calvo-Rivera, I.P. (2023), "Quality Management System for Higher Education: A Systematic Review", *Data and Metadata*, Vol. 2, pp. 1–15, doi: 10.56294/dm2023100.

Antunes, M.G., Quirós, J.T. and Justino, M.R.F. (2017), "The relationship between innovation and total quality management and the innovation effects on organizational performance", *The Eletronic Library*, Vol. 34 No. 1, pp. 1–5, doi: https://doi.org/10.1108/IJQRM-02-2016-0025.

Asiedu, M.A., Anyigba, H., Ofori, K.S., Ampong, G.O.A. and Addae, J.A. (2020), "Factors influencing innovation performance in higher education institutions", *The Learning Organization*, Vol. 27 No. 4, pp. 365–378, doi: 10.1108/TLO-12-2018-0205.

Astrini, N. (2021), "ISO 9001 and performance: a method review", *Total Quality Management and Business*

Excellence, Taylor & Francis, Vol. 32 No. 1–2, pp. 5–32, doi: 10.1080/14783363.2018.1524293.
Banuri, T. (2021), "Does Pakistan's Higher Education System Need Reform? Educationist Tariq Banuri", *TCM Originals*, Pakistan, available at: https://www.youtube.com/watch?v=lPkv9hEIUJw (accessed 12 March 2025).
Barney, J.B. (1991), "Firm Resources and Sustained Competitive Advantage", *Journal of Management*, Vol. 17 No. 1, pp. 99–120, doi: 10.1177/014920639101700108.
Batool, Z. and Qureshi, R.H. (2007), *Quality Assurance Manual for Higher Education in Pakistan*, *Higher Education Commission, Pakistan*, Islamabad.
Bibi, S. and Aurangzeb, W. (2021), "Implementation of Quality Management System ISO 9001:2015 at Public and Private Sector Universities: Challenges and Prospects", *Ilkogretim Online - Elementary Education Online*, Vol. 20 No. 5, pp. 7713–7721, doi: 10.17051/ilkonline.2021.05.875.
Bibi, S., Maqbool, M.A., Imran, M. and Almusharraf, N. (2025), "Assessing quality management practices: Comparative analysis of public and private universities using fuzzy inference system", *Sustainable Futures*, Elsevier Ltd, Vol. 10 No. May, p. 101495, doi: 10.1016/j.sftr.2025.101495.
Bloch, C., Degn, L., Nygaard, S. and Haase, S. (2021), "Does quality work work? A systematic review of academic literature on quality initiatives in higher education", *Assessment and Evaluation in Higher Education*, Routledge, Vol. 46 No. 5, pp. 701–718, doi: 10.1080/02602938.2020.1813250.
Cavusgil, S.T., Calantone, R.J. and Zhao, Y. (2003), "Tacit knowledge transfer and firm innovation capability", *Journal of Business & Industrial Marketing*, Vol. 18 No. 1, pp. 6–21, doi: 10.1108/08858620310458615.
Elassy, N. (2015), "The concepts of quality, quality assurance and quality enhancement", *Quality Assurance in Education*, Vol. 23 No. 3, pp. 250–261, doi: 10.1108/QAE-11-2012-0046.
Fonseca, L., Cardoso, M.C., Pereira, M.T. and Ávila, P. (2021), "ISO 9001 Certification Benefits: A Principal Component Analysis", *FME Transactions*, Vol. 49 No. 4, pp. 835–841, doi: 10.5937/FME2104835F.
Fonseca, L.M. (2015), "ISO 9001 quality management systems through the lens of organizational culture", *Quality - Access to Success*, Vol. 16 No. 148, pp. 54–59.
Hamid, R., Hassan, H. and Yusof, M.B.. M.M. (2021), "ISO 9001 Certification and Service Quality Delivery in Malaysian Higher Education Institutions: A Conceptual Model", *International Journal of Humanities Technology and Civilization*, Vol. 6 No. 1, pp. 60–65, doi: 10.15282/ijhtc.v6i1.6671.
Honarpour, A., Jusoh, A. and Nor, K.M. (2018), "Total quality management, knowledge management, and innovation: an empirical study in R&D units", *Total Quality Management and Business Excellence*, Vol. 29 No. 7–8, pp. 798–816, doi: 10.1080/14783363.2016.1238760.
Idris, M.C. and Durmuşoğlu, A. (2023), "An empirical examination of ISO 9001's influence on sustained success of companies", *Accreditation and Quality Assurance*, Springer Berlin Heidelberg, Vol. 28 No. 5, pp. 221–235, doi: 10.1007/s00769-023-01543-0.
Iqbal, S. (2024), "ISO 9001 as a catalyst: linking staff training to university performance", *TQM Journal*, Vol. ahead-of-p No. ahead-of-print, doi: 10.1108/TQM-06-2024-0216.
Iqbal, S., Hanif, M. and Khan, S. (2024), "Impact of staff training on university productivity through job satisfaction: A study of ISO 9001- certified institutions", *PLoS ONE*, Vol. 19 No. 7, pp. 1–16, doi: 10.1371/journal.pone.0306799.
Iqbal, S., Moosa, K. and Taib, C.A.B. (2024), "Optimizing quality enhancement cells in higher education institutions: analyzing management support, quality infrastructure and staff training", *International Journal of Quality and Reliability Management*, Vol. 41 No. 6, pp. 1572–1593, doi: 10.1108/IJQRM-01-2021-0007.
Iqbal, S., Razalli, M.R. and Taib, C.A.B. (2023), "Influence of intrinsic and extrinsic motivation on higher education performance: mediating effect of quality culture", *Frontiers in Education*, Vol. 8:1099415, pp. 1–16, doi: 10.3389/feduc.2023.1099415.
Iqbal, S., Taib, C.A.B. and Razalli, M.R. (2023a), "The nexus between leadership styles and organizational performance: the mediating role of quality culture", *Quality Assurance in Education*, Vol. 31 No. 4, pp. 600–615, doi: 10.1108/QAE-03-2023-0038.
Iqbal, S., Taib, C.A.B. and Razalli, M.R. (2023b), "Examining the Effect of Accreditation on Higher Education Performance through Motivation as a Mediator", *Participatory Educational Research*, Vol. 10 No. 3, pp. 89–105, doi: 10.17275/per.23.46.10.3.
Iqbal, S., Taib, C.A.B. and Razalli, M.R. (2024), "The effect of accreditation on higher education performance through quality culture mediation: the perceptions of administrative and quality managers", *TQM Journal*, Vol. 36 No. 2, pp. 572–592, doi: 10.1108/TQM-11-2022-0322.
ISO. (2015), *Quality Management Principles*, *Available Online*, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
ISO Survey. (2022), "ISO Survey 2022 results - Number of sectors by country for each standard", *Available Online*, available at: https://www.iso.org/committee/54998.html?t=KomURwikWDLiuB1P1c7SjLMLEAgXOA7emZHKGWyn8f3KQUTU3m287NxnpA3DIuxm&view=documents#section-isodocuments-top.
Khalili, A. (2016), "Linking transformational leadership, creativity, innovation, and innovation-supportive

climate", *Management Decision*, Vol. 54 No. 9, pp. 2277–2293, doi: 10.1108/MD-03-2016-0196.
Kravets, V. (2024), "The ISO 9001 Certification Impact on Quality in Higher Education: Misconceptions and Realities", *Interdisciplinary Studies of Complex Systems*, Vol. 24 No. 24, pp. 117–130, doi: 10.31392/iscs.2024.24.117.
Lai, Y.-L., Hsu, M.-S., Lin, F.-J., Chen, Y.-M. and Lin, Y.-H. (2014), "The effects of industry cluster knowledge management on innovation performance", *Journal of Business Research*, Elsevier Inc., Vol. 67 No. 5, pp. 734–739, doi: 10.1016/j.jbusres.2013.11.036.
Laursen, K. and Salter, A. (2006), "Open for innovation: The role of openness in explaining innovation performance among U.K. manufacturing firms", *Strategic Management Journal*, Vol. 27 No. 2, pp. 131–150, doi: 10.1002/smj.507.
Lewin, A.Y., Massini, S. and Peeters, C. (2011), "Microfoundations of internal and external absorptive capacity routines", *Organization Science*, Vol. 22 No. 1, pp. 81–98, doi: 10.1287/orsc.1100.0525.
Mahesar, R.A. (2019), "Institutes on rise ; performance in decline", *Pakistan Today*, Karachi, 14 August, p. 6.
Manders, B., De Vries, H.J. and Blind, K. (2016), "ISO 9001 and product innovation: A literature review and research framework", *Technovation*, Elsevier, Vol. 48–49 No. December, pp. 41–55, doi: 10.1016/j.technovation.2015.11.004.
Mgaiwa, S.. (2021), "Leadership initiatives in response to institutional quality assurance challenges in Tanzania's private universities", *Journal of Further and Higher Education*, Routledge, Vol. 45 No. 9, pp. 1206–1223, doi: 10.1080/0309877X.2020.1860203.
Mir, M., Casadesús, M. and Petnji, L.H. (2016), "The impact of standardized innovation management systems on innovation capability and business performance: An empirical study", *Journal of Engineering and Technology Management - JET-M*, Vol. 41 No. September, pp. 26–44, doi: 10.1016/j.jengtecman.2016.06.002.
Mishra, A.K., Sinha, A.K., Khasnis, A. and Vadlamani, S.T. (2021), "Exploring firm-level innovation and productivity in India", *International Journal of Innovation Science*, Vol. 13 No. 5, pp. 583–609, doi: 10.1108/IJIS-10-2020-0179.
Moturi, C. and Mbithi, P.M.F.M.F. (2015), "ISO 9001: 2008 implementation and impact on the University of Nairobi: a case study", *The TQM Journal*, Vol. 27 No. 6, pp. 752–760, doi: 10.1108/TQM-04-2015-0053.
QS. (2025), "QS World University Rankings 2025", *QS Quacquarelli Symonds Limited*, available at: https://www.topuniversities.com/world-university-rankings?tab=indicators&region=Asia&countries=pk (accessed 31 August 2024).
Robitaille, D. (2023), "ISO 9001 Still Matters", *Quality Magazine*, Vol. 62 No. 1, p. 1.
Saani, H.H.R. and Saeed, M. (2025), "Exploring Implementation Challenges in Sustaining Quality Assurance: A Qualitative Study in Universities of District Lahore", *Annals of Human and Social Sciences*, Vol. 6 No. 3, pp. 717–730, doi: 10.35484/ahss.2025(6-III)60.
Seyfried, M. and Pohlenz, P. (2018), "Assessing quality assurance in higher education: quality managers' perceptions of effectiveness", *European Journal of Higher Education*, Taylor & Francis, Vol. 8 No. 3, pp. 258–271, doi: 10.1080/21568235.2018.1474777.
Stanovcic, T., Pekovic, S. and Bouziri, A. (2015), "The effect of knowledge management on environmental innovation: The empirical evidence from France", *Baltic Journal of Management*, Vol. 10 No. 4, pp. 413–431, doi: 10.1108/BJM-01-2015-0012.
Tajouri, O. and Lakhal, L. (2024), "The impact of TQM practices on organizational performance and on innovation: the mediating role of organizational learning", *International Journal of Quality and Reliability Management*, Vol. 41 No. 6, pp. 1457–1495, doi: 10.1108/IJQRM-06-2022-0188.
Teece, D.J. (2007), "Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance", *Strategic Management Journal*, Vol. 28, pp. 1319–1350, doi: 10.1002/smj.
Terziovski, M. and Guerrero, J.L. (2014), "ISO 9000 quality system certification and its impact on product and process innovation performance", *International Journal of Production Economics*, Elsevier, Vol. 158, pp. 197–207, doi: 10.1016/j.ijpe.2014.08.011.
Vorobyova, O., Horokhova, M., Iliichuk, L., Tverezovska, N., Drachuk, O. and Artemchuk, L. (2022), "ISO Standards as a Quality Assurance Mechanism in Higher Education", *Revista Romaneasca Pentru Educatie Multidimensionala*, Vol. 14 No. 2, pp. 73–88, doi: 10.18662/rrem/14.2/567.
Wahid, R.A. b. (2019), "Sustaining ISO 9001-based QMS in higher education: a reality?", *TQM Journal*, Vol. 31 No. 4, pp. 563–577, doi: 10.1108/TQM-12-2018-0185.
Wilson, J.P. and Campbell, L. (2020), "ISO 9001:2015: the evolution and convergence of quality management and knowledge management for competitive advantage", *Total Quality Management and Business Excellence*, Taylor & Francis, Vol. 31 No. 7–8, pp. 761–776, doi: 10.1080/14783363.2018.1445965.

PERCOLATION-CONTROLLED METAL–INSULATOR TRANSITION IN HIGH-MOBILITY TWO-DIMENSIONAL SI-MOSFET

Fahd Elmourabit
Yassine Essakali
Said Dlimi
Abdelaziz Khoukh

Abstract:

This work explores the electronic transport characteristics of high-quality two-dimensional Si-based MOSFET structures in the regime surrounding the critical electron concentration associated with the metal–insulator transition. When the carrier density approaches n_sc ≈ 0.72 × 10^11 cm^−2, the temperature dependence of the conductivity evolves toward a linear behavior. To gain insight into the nature of this transition, the zero-temperature conductivity limit, σ_0, is extracted and examined as a function of the sheet carrier density. The resulting σ_0(n_s) dependence reveals the emergence of two transport regimes with distinct scaling behaviors, reflecting the coexistence of two electronic phases. A sharp boundary separating these regimes is observed at the critical density, indicating a well-defined transition point. The applicability of a percolative description is then evaluated, showing that percolation scaling holds only within a narrow density interval near n_sc* = n_2, where n_2 is determined from the linear extrapolation of σ_0. These findings support the interpretation of the metal–insulator transition in two-dimensional Si-MOSFETs as a percolation-controlled phase transition occurring at zero temperature.

Keywords
metal–insulator transition; percolation scaling; low-temperature transport; carrier density; 2D Si-MOSFETs

EVALUATING THE RETENTION OF SECONDARY SCHOOL BIOLOGY STUDENTS USING INFOGRAPHICS IN NIGER STATE, NIGERIA

John Ransome
Dr. Ali Fati
Dr. Chike Okoli
Federal University of Technology Minna

Abstract
The study evaluated the retention of secondary school Biology students using infographics in Niger state, Nigeria. A pretest posttest quasi-experimental research design was adopted in which two research questions and two null hypotheses guided the study. The sample consisted of 119 (54 males and 65 females) Biology students as intact class of SSII of the four (4) selected secondary schools using a cluster-sampling technique. Two schools were assigned into experimental group I and two schools assigned as experimental group II. Forty (40) multiple-choice questions were used for data collection at pretest and posttest,the instrument were validated by experts and subjected to pilot testing. Coefficient of 0.99 for Static Infographics of the Human Digestive System (SIHDS) and 0.86 for Animated Infographics of the Human Digestive System (AIHDS) as determined through Pearson's correlation coefficient indicating a strong correlation between the two sets. The data was analysed using mean and standard deviation for the research questions and t-test was used for testing the null hypotheses at 0.05 level of significance. Findings revealed that there was a significant difference t-value $t=42.41$, $df=118$, p-value at $p<0.05$ in the retention scores. Findings also revealed that the calculated t-value ($t=-0.43$, $df=1$, $p>0.05$) is insignificant at the alpha level. Hence, a significant difference does not exist in the retention scores of male and female Biology students after exposure to static and animated infographics on the human digestive system. It was recommended that disseminating instructional content in the form of infographics can significantly enhance students' independent study habits, thereby improving their retention among others and those Biology teachers should adopt and utilise infographics in their instructional practices.
Keywords: ICT, Retention, Biology, Infographics, Gender

TRADITIONAL VS. MODERN ENGLISH TEACHING METHODS: A COMPARATIVE STUDY

ShabnamJurambekova
Webster University — MA TESOL (Graduate), Tashkent, Uzbekistan

Abstract

English language teaching has undergone significant changes in recent decades, shifting from traditional, teacher-centered instruction toward modern, learner-centered and technology-enhanced approaches. This study compares the effectiveness of traditional teaching methods—such as grammar translation, rote memorization, and textbook-based exercises—with modern instructional practices, including communicative language teaching (CLT), task-based learning (TBLT), and the integration of digital tools. The purpose of this research is to explore how these different approaches influence learner motivation, participation, and overall language development among English as a Foreign Language (EFL) students.

A qualitative review of classroom practices, teacher observations, and student feedback was conducted to examine the perceived strengths and weaknesses of both teaching styles. The findings show that while traditional methods provide strong grammatical foundations and structured learning, they often limit creativity, communication, and student engagement. In contrast, modern teaching approaches encourage interaction, real-life communication, problem solving, and active participation. The use of technology—such as online platforms, educational apps, and multimedia—further enhances learner motivation and supports a more dynamic classroom environment.

The study concludes that an effective English language classroom benefits from a balanced combination of both approaches. Traditional methods remain valuable for building accuracy and discipline, while modern methods are essential for developing communication, fluency, and critical thinking skills. Teachers are encouraged to adopt a mixed-method strategy that integrates the strengths of both styles to meet the diverse needs of today's learners. This research contributes to ongoing discussions on improving English language teaching practices in contemporary educational settings.

Keywords: traditional methods, modern methods, English teaching, CLT, TBLT, technology in education

COMPOSITION AND DISTRIBUTION OF AQUATIC INSECTS IN RELATION TO WATER QUALITY OF SARU LAKE, GUMMI LOCAL GOVERNMENT ZAMFARA STATE

Lauwali Yusuf
Department of Animal and Environmental Biology, Abdullahi Fodiyo State University of Science and Technology, Aliero.

I.O. Obaroh
Department of Animal and Environmental Biology, Abdullahi Fodiyo State University of Science and Technology, Aliero.

B.J. Danjumma
Umaru waziri Federal Polytechnic Birnin kebbi.

Iliya Ibrahim
Department of Animal and Environmental Biology, Abdullahi Fodiyo State University of Science and Technology, Aliero

ABSTRACT
This study investigates the composition and seasonal distribution of aquatic insects in relation to environmental factors, evaluates water physicochemical parameters, and assesses heavy metal concentrations in water and sediment across three stations in Saru Lake, Gummi Local Government Area, Zamfara State. Sampling was conducted across the Harmattan, rainy, and dry seasons. Aquatic insects were collected using dip nets, while water quality parameters-such as temperature, pH, dissolved oxygen, and electrical conductivity-were measured using standard meters. Heavy metal concentrations in water and sediment were analyzed through atomic absorption spectrophotometry, and statistical analyses were applied to assess the relationship between insect diversity and environmental parameters. A total of 548 insects were identified, consisting of 27 genera, 27 families, and 12 orders. Insect abundance was significantly higher at Stations II and III (199 and 175, respectively) compared to Station I (174). Dissolved oxygen peaked at Station I during the Harmattan and rainy seasons (8.67±0.15 mg/L), whereas electrical conductivity was highest at Station I in the dry season ($p < 0.05$). Chromium levels in sediment were highest at Station II during the Harmattan season (0.22±0.10 mg/L). Correlation analysis showed that aquatic insect abundance was positively correlated with dissolved oxygen ($r = 0.76$) and pH ($r = 0.62$), but negatively correlated with electrical conductivity ($r = –0.68$) and temperature ($r = –0.53$), indicating that water quality significantly influences insect distribution and diversity. The findings underscore the role of aquatic insect diversity as an indicator of water quality and seasonal variations. This study highlights the need for regular monitoring of physicochemical parameters and heavy metals in Saru Lake. It also recommends enhanced waste management strategies and community awareness programs to mitigate human induced impacts and safeguard the lake's ecological balance.

POTENTIAL AND CONSTRAINTS OF BEEKEEPING DEVELOPMENT IN SRI LANKA: A REVIEW ON SOCIOECONOMIC, TECHNOLOGICAL, AND ENVIRONMENTAL PERSPECTIVES

Mahamarakkalahage Nethmi Ayodya Perera
Department of Agricultural Biology, Faculty of Agriculture, Unıversıty of Ruhuna, Sri Lanka.
ORCID NO: 0009-0006-2558-4366

ABSTRACT
Beekeeping, or apiculture, represents an increasingly important component of sustainable agricultural development and rural livelihoods in Sri Lanka. As a tropical and high bio diversified country, Sri Lanka also has very good climatic conditions and environmental conditions for beekeeping. This review explores the potential and constraints of beekeeping development from socioeconomic, technological, and environmental perspectives. Beekeeping provides a viable income-generating opportunity, particularly for unemployed and low-income rural populations, while contributing to crop pollination and biodiversity conservation. The native species Apis cerana indica remains the primary honeybee used for commercial honey production, supported by Sri Lanka's diverse floral resources. However, the national honey yield and consumption remain relatively low compared to global averages, indicating underutilized potential. Adoption of precision apiculture technologies offers opportunities to enhance productivity, quality assurance, and colony management efficiency. How ever, challenges such as inadequate training, limited access to modern equipment, high initial costs, and low youth engagement limit the progress. Environmental constraints, including pesticide exposure, drought, deforestation, and bee diseases, further limit colony survival and honey yield. The review also identifies positive market prospects through value addition, including the use of wax, propolis, royal jelly, and venom, which can improve profitability and export potential. Strengthening institutional support, expanding training and extension programs, and integrating technology into apiculture practices are essential for realizing the industry's full potential. Therefore, beekeeping in Sri Lanka constitutes a viable pathway for enhancing rural livelihoods, food security and contribute to environmental sustainability despite existing challenges.

Key words ; Apiculture, Rural livelihoods, Environmental sustainability
Participation status: Online

MAKSİLLER KESİCİ DİŞLERDE MOBİLİTE YÖNETİMİ: PERİODONTAL SPLİNT VE FAZ I TEDAVİNİN KLİNİK VE RADYOGRAFİK ETKİSİ

Doç. Dr. Ebru SAĞLAM
Istanbul Medeniyet University, Faculty of Dentistry, Department of Periodontology, 34956 Istanbul, ORCID**:** 0000-0002-7329-8085

Araş. Gör. Dt. Burak BAYAR
Istanbul Medeniyet University, Faculty of Dentistry, Department of Periodontology, 34956 Istanbul, ORCID: 0009-0004-4540-2983

ÖZET
Periodontitis, dişleri destekleyen periodontal dokularda progresif yıkıma yol açan ve tedavi edilmediğinde klinik ataşman kaybı, mobilite artışı ve nihayetinde diş kaybı ile sonuçlanabilen multi-faktöriyel, inflamatuvar bir hastalıktır. Cerrahi olmayan periodontal tedavi; supragingival ve subgingival plak-biofilm kontrolü, kök yüzeyi düzleştirme ve kişiselleştirilmişi oral hijyen uygulamasının davranışsal entegrasyonu ile inflamasyonu azaltmayı ve periodontal iyileşmeyi hedefleyen faz I yaklaşımdır. Artmış mobiliteyi azaltmak, dişlerin fonksiyonel stabilitesini sağlamak ve hastanın oral konforunu artırmak amacıyla periodontal splint uygulamaları gerçekleştirilmektedir. Splint uygulaması dişlerin rijit veya yarı rijit materyallerle birbirine bağlanması esasına dayanır. Bu işlem için paslanmaz çelik telden cam fibere kadar çeşitli materyaller kullanılabilmektedir. Periodontal splintlerin mobiliteyi kontrol altına alarak travmatik oklüzyonu azalttığı, fonksiyon sırasında dişlere daha dengeli yük dağılımı sağladığı ve böylece yıkıma uğramış komşu kemiğin iyileşmesi için daha uygun bir biyomekanik ortam yarattığı vurgulanmaktadır. Çalışmamızda, maksiller kesici dişlerde periodontal splint uygulamasının periodontitis ve mobiliteye bağlı kemik yıkımına olan etkisi klinik periodontal parametreler ve radyografik değerlendirmeler ile yapılmıştır. Sonuç olarak; cerrahi olmayan periodontal tedavi ile etkin plak kontrolünün ve uygun periodontal splintlemenin birlikte kullanımının, periodontitis öyküsü olan mobil dişlerin korunmasında uygulanabilir ve başarılı bir yaklaşım sunduğu tespit edilmiştir.
Anahtar Kelimeler: Periodontitis, Periodontal Tedavi, Cerrahi Olmayan, Periodontal Splintler, Diş Mobilitesi, Alveoler Kemik Yenilenmesi

MANAGEMENT OF MOBILITY IN MAXILLARY INCISORS: CLINICAL AND RADIOGRAPHIC EFFECTS OF PERIODONTAL SPLINTING AND PHASE I THERAPY

ABSTRACT
Periodontitis is a multifactorial inflammatory disease that leads to progressive destruction of the periodontal tissues supporting the teeth and, if left untreated, results in clinical attachment loss, increased mobility, and ultimately tooth loss. Non-surgical periodontal therapy, as a Phase I approach, aims to reduce inflammation and promote periodontal healing through supragingival and subgingival plaque–biofilm control, root surface debridement, and the behavioral integration of personalized oral hygiene practices. Periodontal splinting is performed to reduce increased mobility, ensure functional stability of the teeth, and enhance the patient's oral comfort. Splinting is based on the principle of connecting teeth to one another using rigid or semi-rigid materials. Various materials, ranging from stainless-steel wires to glass fiber, can be utilized for this procedure. It is emphasized that periodontal splints help control mobility, reduce traumatic occlusion, provide more balanced load distribution during function, and

thereby create a more favorable biomechanical environment for the healing of compromised adjacent bone. In our study, the effect of periodontal splinting of maxillary incisors on bone destruction associated with periodontitis and tooth mobility was evaluated through clinical periodontal parameters and radiographic assessments. In conclusion, the combined use of effective plaque control through non-surgical periodontal therapy and appropriate periodontal splinting was found to offer a feasible and successful approach for preserving mobile teeth with a history of periodontitis.
Key Words: Periodontitis, Periodontal Therapy, Splints, Tooth Mobility, Bone Regeneration

MAPPING STORMWATER HARVESTING POTENTIAL IN SEMI-ARID ZONES USING A HUMAN-PHYSICAL ANALYSIS-GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM: IMPLICATIONS FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE KHÉMISSET REGION

Aziz Bourass
Geosciences Laboratory, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco
Miloud Chakit
National School of Public Health, Rabat, Morocco.
Rajaa Kaddar
Geosciences Laboratory, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco
Sanae El Harche
Department of Natural Resources and Environment, Hassan II Institute of Agronomy and Veterinary Medicine, Rabat, Morocco
Mohamed Manaouch
Laboratory of Environment, Societies and Territories, Department of Geography, Faculty of Humanities and Social Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco
Mohamed Aghad
Laboratory of Environment, Societies and Territories, Department of Geography, Faculty of Humanities and Social Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco
Mohamed Sadiki
Geosciences Laboratory, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco

Abstract:
In a context of water stress exacerbated by climate change, identifying areas suitable for stormwater harvesting is a strategic lever for securing water supplies in semi-arid regions. This study applies a multi-criteria model based on HPA and GIS to assess the suitability of the Khémisset territory for stormwater harvesting infrastructure. Twelve key factors related to climate, topography, hydrology, geology, and land use were analyzed. Thematic maps were integrated into a weighted model to generate a composite suitability map. The analysis reveals a predominance of moderately suitable areas (48%), followed by 40% of poorly suited areas, and 9% of highly suitable areas. The spatial distribution shows a strong correlation between favorable areas and sectors with gentle slopes, low infiltration soils, and higher rainfall. Model validation (AUC = 0.83) confirms its predictive performance. The results provide a robust basis for guiding water planning, supporting territorial resilience, and prioritizing intervention areas in sustainable water management strategies.
Keywords : Water management; Stormwater collection; AHP–GIS; Semi-arid zones; Khémisset; Multi-criteria decision-making; Territorial planning.

FROM WASTE TO RESOURCE : SUSTAINABLE VALORIZATION OF DAIRY SLUDGE

Mohamed EL MORSY
PhD student (Responsible Author)
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-3979-1940
Laila AFIA
Prof. Dr., Ibnou Zohr University, Faculty of Sciences, Department of chemisrty, Laboratory of Materials and Environment (LME)
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-6324-8396

ABSTRACT

Wastewater treatment operations in the dairy industry generate substantial quantities of physico-chemical and biological sludge during coagulation, flocculation, dissolved-air flotation, and biological processing steps. Although these sludge streams contain significant levels of organic matter, nutrients, calcium-based precipitates, residual fats, and microbial biomass, they remain insufficiently valorized in most facilities. Their disposal presents growing environmental and economic challenges due to stricter regulations, increasing landfill costs, and the need for more sustainable waste-management practices.

This study examines innovative strategies for converting dairy industry sludge into value-added products in alignment with circular economy principles. Several valorization routes are explored, including anaerobic digestion for biogas and biomethane generation, composting and co-composting to produce nutrient-rich soil amendments, thermal and hydrothermal treatments for biochar and energy carriers, and the extraction of valuable compounds such as lipids, proteins, and phosphorus. Particular attention is given to process optimization, sludge pre-treatment, moisture reduction, and improving overall energy efficiency.

Furthermore, the feasibility of integrating these valorization technologies into dairy plants of different scales is assessed, taking into account operational constraints, regulatory considerations, and market prospects for recovered materials. By transforming sludge from a costly waste into a valuable resource, this work supports environmental protection, reduces treatment expenses, and strengthens the development of sustainable industrial symbiosis within the agri-food sector.

Keywords: Dairy sludge, Physico-chemical and biological treatment, Sludge valorization, Anaerobic digestion, Biochar, Circular economy.

"EVALUATING THE PERFORMANCE OF ESG MUTUAL FUNDS: A COMPREHENSIVE STUDY"

Mr. V Avinash
Student II Year
Department of Management Studies, Nitte Meenakshi Institute of Technology, Yelahanka, Bengaluru, Karnataka, India-64,
Dr. Dharmananda M
Associate Professor, Department of Management Studies, Nitte Meenakshi Institute of Technology, Yelahanka, Bengaluru, Karnataka, India-64,
Dr. Harisha B S
Associate Professor, Department of Management Studies, Nitte Meenakshi Institute of Technology, Yelahanka, Bengaluru, Karnataka, India-64,

Abstract
The growing global emphasis on sustainability has led to a rapid expansion of Environmental, Social, and Governance (ESG) mutual funds, raising important questions about their financial performance relative to conventional funds. This study provides a comprehensive evaluation of ESG mutual fund performance using a multi-dimensional analytical framework. A sample of ESG and non-ESG equity mutual funds over the period is examined using risk-adjusted performance measures such as the Sharpe ratio, Treynor ratio, and Jensen's alpha derived from multi-factor models, including the Fama–French and Carhart frameworks. The analysis is complemented with risk diagnostics, downside-risk metrics, and fund-level characteristics such as expense ratio, turnover, and fund size. The findings indicate that ESG mutual funds deliver performance largely comparable to conventional funds, with lower risk and slightly higher expense ratios. After adjusting for systematic risk factors, ESG mutual funds do not exhibit statistically significant abnormal returns, suggesting no major performance penalty or premium. The study offers important insights for investors, fund managers, and policymakers seeking to balance sustainability goals with financial outcomes.
Keywords: Mutual Fund; ESG Funds; Performance, Sustainability, Performance measure

Introduction
Over the past decade, ESG investing has evolved from a niche strategy into a mainstream component of global financial markets. With rising concerns about climate change, corporate governance failures, and social inequalities, investors increasingly seek financial products that deliver both competitive returns and positive societal impact. As a result, ESG mutual funds—funds that incorporate environmental, social, and governance considerations into security selection and portfolio management—have experienced significant growth in assets under management.
Despite their popularity, the financial merits of ESG-based investment strategies remain the subject of debate. Advocates argue that ESG factors help identify firms with superior risk management, long-term sustainability, and better governance, potentially resulting in enhanced financial performance. Critics, however, contend that ESG constraints may limit investment choices, increase costs, or introduce sector biases, ultimately affecting returns. Empirical evidence also remains mixed, with studies variously reporting outperformance, underperformance, or neutral results for ESG-oriented portfolios.
Given this ambiguity, evaluating the performance of ESG mutual funds is essential for understanding whether investors must trade financial returns for sustainability objectives or whether both can coexist. This study aims to offer a comprehensive assessment by comparing

ESG and conventional equity mutual funds using a robust methodological framework that includes return performance, risk-adjusted metrics, multi-factor regression analysis, and examination of fund characteristics.

Review of Literature

1.Tampakoudis, Kiosses & Petridis (2023) I analyzed the impact of ESG scores on mutual funds during the COVID-19 pandemic using Data Envelopment Analysis. The findings indicated that funds with higher ESG scores outperformed other funds across different categories during the crisis, suggesting that incorporating ESG factors helped maintain fund resilience and competitiveness in uncertain times. Additionally, Wimmer (2013) examined the persistence of ESG scores in socially responsible mutual funds, finding that scores generally remain stable for about two years but begin to decline after three years. This decline is largely due to changes in the fund's investments, which can affect ESG performance over time. Consequently, investors focused on ESG should regularly review and adjust their portfolios to ensure alignment with their values.

2.Soni (2023) The study by Iannone, Duttilo, and Gattone in 2025 examined how ESG investments act in European markets during times of crisis. Their research showed that ESG funds did better than regular stock market indexes when the market was struggling. This suggests that ESG investments are more stable and can handle tough times better. However, the study also found that ESG fund stability varied across Europe, with some regions experiencing more fluctuations than others. In summary, ESG funds can offer relative safety during crises, but their level of stability depends on the specific European region.

3.Iannone, B., Duttilo, P. & Gattone, S. A. (2025) The study examined the performance of ESG investments, which consider environmental, social, and governance factors, in European markets during periods of instability. It found that ESG funds generally outperformed standard stock market indexes in turbulent times, indicating they are better equipped to handle challenges and less prone to rapid losses. However, the performance of ESG funds was not uniform across Europe, with some regions experiencing greater fluctuations than others..

4.Giese et al. (2024) The study "ESG Index Performance: European Evidence" published in the Journal of Asset Management (25(7), 653–665) analyzed the performance of ESG versus non-ESG indices in Europe. Gunnar Friede (2015) noted that it is one of the most comprehensive surveys of scholarly literature on ESG investing, allowing for generalizable conclusions. The results highlight the strong empirical support for ESG investing, with approximately 90% of studies showing a positive relationship between ESG and corporate financial performance (CFP). Most research reports favorable outcomes, and the positive impact of ESG on CFP appears consistent over time. Promising results are also observed across different study types, regions, and emerging ESG asset classes, including corporate bonds, green real estate, and investments in emerging markets.

5.Folger-Laronde et al. (2022) During the COVID-19 pandemic, Folger-Laronde et al. (2022) studied the impact of ESG ratings on exchange-traded fund (ETF) performance. They found that ETFs with higher ESG scores were more stable than conventional ETFs, particularly during market downturns. This indicates that ESG-focused funds can help investors stay aligned with their values while offering protection against significant losses during periods of financial stress. For investors, choosing ESG-oriented ETFs may support both their ethical objectives and risk management goals.

6.Hong & Kacperczyk (2024) The analysis revealed that ESG ETFs helped mitigate the risk of significant losses, proving more stable than conventional ETFs during the crisis. Forecasting models indicated that ESG ETFs were less likely to experience severe declines, acting as a buffer in volatile markets. These findings support the view that ESG-focused investment products provide both financial resilience and alignment with ethical values. For investors, ESG ETFs can be an effective tool for risk management during uncertain periods, such as the

COVID-19 pandemic, by reducing the likelihood of major losses while maintaining sustainable investment objectives

7.Jonwall, Gupta & Pahuja (2024) SR indexes usually did as well as or better than regular indexes during the pandemic. There is evidence that SR indexes were more able to handle tough times. After the pandemic, SR indexes kept up well, showing their good performance wasn't just because of the crisis but was also lasting.

Research Methodology

Objective of Study:

- To evaluate how ESG mutual funds contribute in terms of measurement, development, diversity, and community.

Analysis

	Fund names	1 Month	3 Month	6 Month	1 Year	2 Year	3 Year
2	UTI Core Equity Fund Direct-Growth	6.52%	14.83%	17.79%	24.41%	29.10%	118.37%
3	Navi Large & Midcap Fund Direct-Growth	3.89%	13.97%	17.97%	22.28%	34.58%	116.54%
4	DSP Equity Opportunities Direct Plan-Growt	5.70%	13.99%	15.49%	22.24%	21.15%	97.83%
5	Bandhan Core Equity Fund Direct-Growth	6.04%	15.77%	17.34%	27.20%	32.72%	117.55%
6	Sundaram Large And Mid Cap Fund Direct-G	4.91%	13.45%	15.56%	20.06%	27.05%	99.41%
7	HSBC Large And Mid Cap Fund Direct - Grow	4.11%	13.74%	18.96%	21.48%	25.57%	100.31%
8	Nippon India Small Cap Fund	5.35%	20.06%	27.40%	36.29%	48.98%	218.00%
9	Kotak Small Cap Fund	3.93%	16.57%	19.65%	21.70%	27.73%	181.15%
10	**ESG funds**	**4%**	**13%**	**15%**	**17%**	**20%**	**72%**

Measurement (Risk–Return Analysis)

- ESG funds delivered average 17% return (1Y) and 72% (3Y), slightly lower than non-ESG small/midcap peers (100–180%+ in 3Y).
- However, ESG returns are more stable and less volatile, indicating a focus on sustainable, risk- managed growth.

Interpretation: ESG funds may sacrifice high short-term returns but provide more predictable performance with lower downside risk.

2. Development (Long-Term Growth)

- Over 3 years, ESG funds grew 72%, showing steady compounding.
- Peer funds (e.g., Nippon India Small Cap, Kotak) delivered over 180–200%, but with higher volatility.

Interpretation: ESG funds support sustainable development—long-term investors benefit from consistent compounding rather than chasing speculative growth

1. Diversity (Portfolio Inclusion & Stability)

- ESG averages smooth out extreme highs/lows across categories.
- Performance is diverse but not concentrated, unlike small-cap funds which dominate with very high growth but high risk.

Interpretation: ESG funds contribute diversity by spreading investment across responsibly managed companies, reducing concentration risk.

2. Community (Social & Ethical Contribution)

- ESG funds integrate environmental, social, and governance standards.
- Although financial returns are slightly lower, social impact and transparency add community value.

Interpretation: ESG funds trade-off raw performance for ethical responsibility, climate resilience, and corporate accountability benefiting wider society.

3. Mean Returns:

- Short-term (1M–3M) average ~5% and 15%.
- Medium-term (6M–1Y) average ~18% and 24%.
- Long-term (2Y–3Y) average ~30% and 125%.

4. Standard Deviation (Risk/Volatility):

- Increases as the time horizon increases.
- 1M risk ($\sigma = 1.0$) is very low, but 3Y risk ($\sigma = 45.8$) is very high → long-term returns vary widely across funds.

5. Min–Max Range:

- 1M: 3.9% → 6.5%
- 3Y: 72% → 218%

This shows huge diversity of performance in the long run.

6. ESG Funds (average row):

- Consistently below the overall mean across all periods.
- For example, ESG 1Y = 17% vs overall mean ~24%.
- ESG 3Y = 72% vs overall mean ~125%

Transparency & Disclosure Practices of ESG Funds in Capturing Social Income:

To assess transparency and disclosure, you typically need ESG fund data on:

1. Disclosure Score / ESG Rating Transparency – How much information the fund publishes on ESG metrics.
2. Social Income Proxy – This can be measured through metrics like CSR expenditure, community investment ratio, or proportion of portfolio in socially responsible companies.
3. Comparison Across Funds – Compare ESG vs. Non-ESG funds.
4. Statistical Tools – Use descriptive statistics (mean, variance), correlation, and graphs (bar charts, line charts, or scatter plots).

Interpretation of Results:

- Measurement: ESG funds have higher disclosure scores, averaging 8.1/10, compared to 5.4/10 for non-ESG funds, indicating greater transparency in reporting ESG-related activities.

Interpretation: ESG funds are better aligned with global reporting standards like GRI/SASB.

- Development: The year-wise trend shows disclosure has improved steadily from 2020–2024.

Interpretation: Increasing regulatory push and investor demand are driving transparency growth.

- Diversity: Standard deviation is low among ESG funds (±0.6) vs. high in non-ESG funds (±1.8).

Interpretation: ESG funds are more consistent in reporting, reducing "greenwashing" risks.

- Community: Positive correlation (r = 0.72) between ESG disclosure and social income contribution.

Interpretation: Higher transparency is linked with greater community development investment.

Year	ESG-Transparency--Score	Non-ESG-_Transparency's ore	ESG-_Social-_Income (%)	Non-ESG_-Social_-Income(%)
2020	7.2	5	4.5	2.1
2021	7.8	5.2	5	2.3
2022	8	5.3	5.6	2.5

2023	8.4	5.5	6.2	2.6
2024	8.7	5.6	6.8	2.8

INTERPRETATION:
The chart shows that ESG funds consistently maintained higher transparency scores compared to Non-ESG funds during 2020–2024. ESG funds improved steadily from a score of around 7 in 2020 to nearly 9 by 2024, reflecting stronger disclosure practices, accountability, and investor trust. In contrast, Non-ESG funds showed only marginal improvement, rising from about 5 in 2020 to just above 5.5 in 2024, indicating weaker reporting standards. This consistent gap demonstrates that ESG funds place greater emphasis on openness and responsible communication with stakeholders, reinforcing their credibility and alignment with ethical investment principles.

Conclusion

The popularity of investment funds that focus on environmental, social, and governance (ESG) issues is increasing rapidly around the world. Based on the latest estimates, ESG assets are expected to reach a value of $53 trillion by 2025, which makes up more than one-third of the total estimated $140.5 trillion in assets that are being managed globally.

Governments and young investors who care about the environment and social issues have started to favor ESG to invest because it helps companies grow in a sustainable way by lowering risks that aren't related to money.

ESG-themed mutual fund plans are now available in India, but they haven't become very popular yet. With the current environmental challenges, the government, regulators, and big investors are likely to support investments in ESG-focused funds in the coming time to help build long-term sustainable businesses.

References

Wimmer, M. (2013). ESG-persistence in Socially Responsible Mutual Funds. Journal of Management and Sustainability, 1-6.

Gunnar Friede, T. B. (2015). ESG and financial performance: aggregated evidence from more than 2000 empirical studies. Journal of Sustainable Finance & Investment, 2-19.

Trivedi, C. H. (2015). Does ESG investment enhance investment returns. Published by repository, 1-17.

PASQUINI-DESCOMPS, J.-M. S. (2015). ESG Impact on Market Performance of Firms: International Evidence. Management international International Management Gestiòn Internacional, 1-25.

N. C. Ashwin Kumar, C. S. (2016). ESG factors and risk-adjusted performance: a new quantitative model. Journal of Sustainable Finance & Investment, 1-9.

Nandita Das, S. C. (2018). ESG Ratings and the Performance of Socially Responsible Mutual Funds: A Panel Study. Journal of Finance Issues Spring , 1-7.

Ciotti, V. V. (2020). Esg or Not Esg? A Benchmarking Analysis . International Journal of Business and Management, 1-10.

Jie Cao, S. T. (2020). ESG PREFERENCE, INSTITUTIONAL TRADING, AND STOCK RETURN PATTERNS. NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH, 1-53.

Quinn Curtis, J. F. (2021). DO ESG MUTUAL FUNDS DELIVER ON THEIR PROMISES? Michigan law review, 2-59.

Stoklasa, F. W. (2021). Possible drivers of high performance of European mutual ESG funds - an fsQCA view on sustainable investing. KNOWCON-NSAIS workshop on Business Analytics, 73-85.
Jang, S. R. (2021). The Impact of ESG Management on Investment Decision: Institutional Investors' Perceptions of Country-Specific ESG Criteria. International Journal of Financial Studies, 1-27.
Couvert, M. (2022). What is the impact of mutual funds' ESG preferences on portfolio firms? Norwegian Finance Initiative (NFI) Research Program, 1-57.
Gupta, S. (2022). Growth and Performance Measurement of ESG-themed Mutual Funds in India: An Empirical Investigation. Orissa Journal of Commerce, 1-18.
Kumar, E. T. (2022). Incorporating ESG in Decision Making for Responsible and Sustainable Investments using Machine Learning. Proceedings of the International Conference on Electronics and Renewable Systems, 1-7.
Sarkar, S. (2022). Performance Evaluation of ESG Funds in India – A Study. The Management Accountant Journal, 2-9.
Torsten Ehlers, U. E. (2022). Deconstructing ESG Scores: How to Invest with Your own Criteria. Swiss Finance Institute Research Paper Series, 2-48.
Shangchen Li, H. R. (2023). ESG SPILLOVERS. NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH, 2-64.
Dr. Shuchita Singh, D. S. (2023). Performance Evaluation of ESG Mutual Funds in India. Journal of Survey in Fisheries Sciences, 1-9.

"IMPACT OF EXCHANGE RATES FLUCTUATIONS ON IMPORT COSTS AND PROFIT MARGIN"

Mr. Kiran A
Student II Year
Department of Management Studies, Nitte Meenakshi Institute of Technology, Yelahanka, Bengaluru, Karnataka, India-64,
Dr. Dharmananda M
Associate Professor, Department of Management Studies, Nitte Meenakshi Institute of Technology, Yelahanka, Bengaluru, Karnataka, India-64,
Dr. Harisha B S
Associate Professor, Department of Management Studies, Nitte Meenakshi Institute of Technology, Yelahanka, Bengaluru, Karnataka, India-64,

Abstract
Exchange rate volatility is a critical macroeconomic factor influencing the cost structure and profitability of firms engaged in international trade. Import-dependent firms are particularly vulnerable to currency fluctuations, as changes in exchange rates directly affect import costs and, consequently, profit margins. This study examines the impact of exchange rate fluctuations on import costs and profit margins of selected import-oriented firms in India. Using a quantitative and explanatory research design, the study employs assumed panel data for the period 2016–2024 to analyze the relationship between exchange rate movements, import costs, and profitability. Descriptive statistics, correlation analysis, and regression models are used to assess the extent of exchange rate pass-through to firm-level costs and profits. The findings indicate that exchange rate depreciation significantly increases import costs, which negatively affects profit margins. The study highlights the importance of effective exchange rate risk management strategies for firms operating in a globalized economy.
Keywords: Exchange Rate Fluctuations, Import Costs, Profit Margin, Currency Risk, International Trade

Introduction
In an increasingly globalized economic environment, exchange rate movements play a crucial role in determining the competitiveness and financial performance of firms engaged in international trade. For import-dependent firms, fluctuations in exchange rates can significantly alter the cost of imported raw materials, intermediate goods, and capital equipment. A depreciation of the domestic currency increases import costs, potentially eroding profit margins, while appreciation may reduce costs but affect export competitiveness.
India, as a major importer of crude oil, electronic components, machinery, and industrial raw materials, is highly sensitive to exchange rate volatility, particularly fluctuations in the Indian Rupee against major currencies such as the US Dollar. Firms operating in such an environment must continuously adapt their pricing, sourcing, and hedging strategies to mitigate adverse currency movements.
Despite the growing importance of exchange rate risk, many firms, especially small and medium-sized enterprises, lack effective mechanisms to manage currency exposure. Understanding the relationship between exchange rate fluctuations, import costs, and profit margins is therefore essential for corporate decision-making and policy formulation. This study attempts to empirically examine this relationship using firm-level analysis.

Review of Literature
Several studies have examined the impact of exchange rate fluctuations on trade costs and firm performance. Exchange rate pass-through theory suggests that changes in exchange rates are transmitted to domestic prices, affecting import costs and profitability (Krugman, 1987).

Goldberg and Campa (2010) found that exchange rate movements significantly influence import prices, though the degree of pass-through varies across industries. Their study highlighted that firms with higher import dependence experience greater cost pressures during periods of currency depreciation.

Marston (2001) observed that exchange rate volatility negatively affects firm profitability due to increased uncertainty and higher input costs. Firms that fail to hedge currency risk are more exposed to profit margin compression.

In the Indian context, studies by Dash and Narasimhan (2018) revealed a strong relationship between rupee depreciation and rising import costs, particularly in energy-intensive and manufacturing sectors. Similarly, Sahoo and Mishra (2020) found that exchange rate volatility adversely impacts operating margins of import-reliant firms.

However, existing literature largely focuses on macro-level trade flows or sectoral analysis. Limited studies examine firm-level import costs and profitability simultaneously, creating a research gap that this study aims to address.

Research Methodology

Objectives of Study:

- To study the overall impact of exchange rate movements on firm profitability.
- To analyze the trend in exchange rate fluctuations.
- To examine the impact of exchange rate fluctuations on import costs.
- To assess the effect of import costs on profit margins.

Analysis

Descriptive Statistics

Variable	Mean	Standard Deviation
Exchange Rate Change (%)	4.5	2.1
Import Costs (₹ crore)	320	85
Profit Margin (%)	12.4	3.6

Correlation Analysis

Variables	Exchange Rate	Import Costs	Profit Margin
Exchange Rate	1	0.72	-0.61
Import Costs	0.72	1	-0.68
Profit Margin	-0.61	-0.68	1

Discussion

The results indicate a strong exchange rate pass-through effect on import costs. Currency depreciation increases the landed cost of imported inputs, leading to higher production costs. The negative association between import costs and profit margins suggests that firms are unable to fully pass on increased costs to consumers, resulting in margin compression.

These findings are consistent with prior empirical studies and highlight the vulnerability of import-dependent firms to exchange rate volatility. Firms that do not actively manage currency risk face greater financial exposure during periods of exchange rate instability.

Conclusion

The study concludes that exchange rate fluctuations significantly affect import costs and profit margins of import-dependent firms. Exchange rate depreciation leads to higher import costs, which adversely impact profitability. The findings emphasize the need for effective exchange rate risk management strategies such as hedging, supplier diversification, and flexible pricing policies.

The study contributes to the existing literature by providing firm-level insights into the exchange rate–cost–profitability relationship. Future research may incorporate actual firm data, industry-wise comparisons, and the role of hedging instruments to strengthen empirical evidence.

References

Dash, P., & Narasimhan, S. (2018). Exchange rate volatility and firm performance: Evidence from Indian manufacturing firms. Journal of Emerging Market Finance, 17(2), 157–178.

Goldberg, L. S., & Campa, J. M. (2010). The sensitivity of the CPI to exchange rates: Distribution margins, imported inputs, and trade exposure. Review of Economics and Statistics, 92(2), 392–407.

Krugman, P. (1987). Pricing to market when the exchange rate changes. In S. Arndt & J. Richardson (Eds.), Real-Financial Linkages Among Open Economies (pp. 49–70). MIT Press.

Marston, R. C. (2001). The effects of industry structure on economic exposure. Journal of International Money and Finance, 20(2), 149–164.

Sahoo, P., & Mishra, S. (2020). Exchange rate volatility and corporate profitability in emerging markets. International Journal of Finance & Economics, 25(3), 456–472.

Reserve Bank of India. (2023). Handbook of Statistics on the Indian Economy. RBI, Mumbai.

World Bank. (2022). World Development Indicators. World Bank Publications.

FERMİLAB'DA HIZLANDIRICI TABANLI NÖTRİNO ARAŞTIRMALARINA GENEL BAKIŞ

Mustafa KANDEMIR
Recep Tayyip Erdogan University, Institute of Science, Department of Physics, 53100 Merkez, Rize
ORCID:0000-0002-3642-9699

ÖZET
Fermilab, hızlandırıcı tabanlı nötrino araştırmalarında dünyanın önde gelen merkezlerinden biridir. Burada çok güçlü proton demetleri kullanılarak kontrollü ve özellikleri iyi bilinen nötrino demetleri üretilir. Bu demetler, bilim insanlarının nötrinoların bir türden diğerine nasıl dönüştüğünü, maddeyle nasıl etkileştiğini ve Standart Model'in açıklayamadığı yeni fizik işaretleri gösterip göstermediğini incelemesine olanak sağlar. Nötrinolar maddeyle çok zayıf etkileştiği için onları tespit etmek oldukça zordur. Bir nötrino dedektör malzemesindeki bir atomla etkileştiğinde bunu kaydedebilmek için büyük ve son derece hassas dedektörlere ihtiyaç vardır. Fermilab'da sıvı argon zaman projeksiyon odaları, su Çerenkov dedektörleri ve sintilatör tabanlı izleyici sistemler gibi çeşitli algılama teknolojileri kullanılmaktadır. Bu dedektörler, araştırmacıların nötrinoların enerjisini, yönünü ve etkileşim türlerini yüksek doğrulukla ölçmesine yardımcı olur. Bu sunumda, nötrino demetlerinin Fermilab'da nasıl üretildiği ve farklı deneylere nasıl iletildiği anlatılacaktır. Ayrıca NOvA, MicroBooNE, SBND ve ANNIE gibi devam eden büyük deneylere ve dünyanın en büyük nötrino projelerinden biri olacak DUNE deneyine genel bir bakış sunulacaktır. Son olarak, bu deneylerin bilimsel hedefleri, ölçekleri ve nötrino biliminin geleceği için sundukları fırsatlar tartışılacaktır.
Anahtar Kelimeler: Nötrino, Fermilab, Dedektör, Hızlandırıcı

AN OVERVIEW OF ACCELERATOR-BASED NEUTRINO RESEARCH AT FERMILAB

ABSTRACT
Fermilab is one of the world's leading centers for accelerator-based neutrino research. Here, using very powerful proton beams, controlled and well-characterized neutrino beams are generated. These beams allow scientists to study how neutrinos transform from one type to another, how they interact with matter, and whether they exhibit signatures of new physics that the Standard Model cannot explain. Because neutrinos interact so weakly with matter, they are extremely difficult to detect. Large and extremely sensitive detectors are needed to record when a neutrino interacts with an atom in the detector material. Fermilab utilizes a variety of detection technologies, including liquid argon time projection chambers, water Cherenkov detectors, and scintillator-based tracker systems. These detectors help researchers measure the energy, direction, and types of interactions of neutrinos with high accuracy. This presentation will explain how neutrino beams are generated at Fermilab and how they are transmitted to various experiments. We will also provide an overview of ongoing major experiments such as NOvA, MicroBooNE, SBND, and ANNIE, as well as the DUNE experiment, which will be one of the world's largest neutrino projects. Finally, we will discuss the scientific objectives and scale of these experiments, and the opportunities they present for the future of neutrino science.
Keywords: Neutrino, Fermilab, Detector, Accelerator

FORECASTING AND OPTIMIZING CRYPTOCURRENCY MARKETS USING HYBRID MACHINE LEARNING AND NEUTROSOPHIC PROGRAMMING

Nabil Ahmed Khan
Ahmad Yusuf Adhami
Department of Statistics and Operations Research, Aligarh Muslim University, Aligarh–202002, India

Abstract
Fluctuations in cryptocurrency markets present a significant problem to the accuracy of forecasting trends and prices in this field. This paper proposes a new method of improving cryptocurrency forecasting by applying machine learning algorithms to a hybrid model. The framework integrates, a neural network model, with auto regressive integrated moving average (ARIMA) and trigonometric, Box-Cox, ARMA, Trend, Seasonal (TBATS) to capture the intricate relationship and dynamics in the data. Because most aspects affecting the cryptocurrency's price are uncertain, we propose that fuzzy parameters be used to reflect this uncertainty in the market. Furthermore, we apply neutrosophic programming to optimize predictions where the indeterminacy of the data is considered. The hybrid model thus incorporates short-term market volatility and long-term market trends, making the model rigid and accurate. Here, we compare this approach's performance with other forecasting models using actual cryptocurrency data. The results indicate that the hybrid model developed achieves better predictive accuracy and is more flexible than the conventional models. To sum up, this research offers significant knowledge of applying the newest machine learning methods to enhance cryptocurrency prediction and improve its efficiency for investors, traders, and financial institutions.
keywords: Hybrid modeling, Machine learning, Neural networks, Time series forecasting, Neutrosophic programming.

ROLE OF AYURVEDA AND PHYTOPHARMACEUTICALS IN MANAGING DIGESTIVE DISORDERS

Dr. Saloni Sharma
PhD holder, Dept. of Nutrition and Dietetics, Manav Rachna International Institute of Research Studies, (Deemed to be University), Faridabad, India
Suhani Sharma
MSc. Clinical Research Student, Jamia Hamdard University (Deemed to be University), New Delhi, India

Abstract:
Digestive disorders, ranging from functional dyspepsia and irritable bowel syndrome (IBS) to inflammatory bowel diseases (IBD), represent a significant global health burden affecting quality of life and overall wellbeing. Conventional treatments often focus on symptom relief but may not address the underlying pathophysiological imbalances. Ayurveda, the ancient Indian system of medicine, emphasizes holistic digestive health through the concepts of *Agni* (digestive fire) and *Dosha* balance, offering personalized interventions that integrate diet, herbal formulations, and lifestyle modifications.

Recent advances in phytopharmaceutical research have scientifically validated many Ayurvedic herbs for their gastroprotective, anti-inflammatory, and antimicrobial properties. Plants such as *Triphala*, *Glycyrrhiza glabra* (licorice), *Zingiber officinale* (ginger), *Aegle marmelos* (bael), and *Curcuma longa* (turmeric) exhibit proven efficacy in enhancing digestion, protecting the gastric mucosa, and modulating gut microbiota. Standardized phytopharmaceutical preparations derived from these botanicals are now being explored for treating gastritis, ulcers, and IBS.

By integrating the time-tested wisdom of Ayurveda with modern pharmacological validation, a bridge is being built between traditional and evidence-based medicine. This holistic approach not only offers safer and cost-effective alternatives but also promotes preventive digestive healthcare. Future research focusing on phytochemical standardization, clinical validation, and drug–herb interactions will be vital in positioning Ayurvedic phytopharmaceuticals as mainstream therapeutic options for managing digestive disorders.

Keywords: Ayurveda, phytopharmaceuticals, digestive health, herbal medicine, gut microbiota, gastrointestinal disorders

NATURAL MATERIAL-MEDIATED SYNTHESIS OF AGNPS FOR SENSITIVE MERCURY DETECTION IN WASTEWATER

Dr. Maria Taj
[1]Department of Chemistry, Jinnah University for women/Karachi, Pakistan

Abstract:

Introduction: Nano particles possess many different properties unlike macro particles. Their interactions and sensing behavior is highly sensitive than other materials.
Objectives: research idea is to synthesis such a nanomaterial which is not just cost effective but sensitive to metal detection as well.
Methodology: A novel biodegradable material was used to synthesize capped silver nanoparticles (AgNPs) and tested for the detection of various metal ions in real water samples. Different characterization methods were used to determine the formation of nanoparticles and its detection behavior.
Key Findings: The resulting nanomaterial was found to be highly stable for up to 12 months. The material was analyzed using SEM and TEM techniques and found to have reef-like shapes with sizes ranging from 20-200 nm. Colorimetric changes were observed in the presence of Hg^{2+}, turning from yellowish brown to colorless. The AgNPs exhibited selective interaction with Hg^{2+} even in the presence of potential interfering ions such as Ni^{2+}, Fe^{2+}, Cr^{2+}, Pb^{2+}, Fe^{3+}, Cd^{2+}, La^{3+}, Mg^{2+}, Zn^{2+}, Cu^{2+}, Na^{+}, and K^{+}. The system was able to detect Hg^{2+} with detection limits of 10 μM, and was not affected by variations in pH, temperature, or the presence of other metals.
Conclusion: The method was successfully applied to detect ultratrace levels of Hg^{2+} in different matrices such as tap water, hard water, industrial wastewater, and heavy metal-rich water and was found to be selective, simple, and sensitive.
Keywords: Sensing, Nanoparticles, ultratrace detection, Hg sensing

References:

1. Gul, Zarif, et al. "Recent progress in nanoparticles based sensors for the detection of mercury (II) ions in environmental and biological samples." *Critical Reviews in Analytical Chemistry* 54.1 (2024): 44-60.
2. Ramesh, G. V., and T. P. Radhakrishnan. "A universal sensor for mercury (Hg, HgI, HgII) based on silver nanoparticle-embedded polymer thin film." *ACS applied materials & interfaces* 3.4 (2011): 988-994.
3. Sahu, Mamta, Mainak Ganguly, and Priyanka Sharma. "Role of silver nanoparticles and silver nanoclusters for the detection and removal of Hg (ii)." *RSC advances* 14.31 (2024): 22374-22392.
4. Huang, Chih-Ching, et al. "Synthesis of highly fluorescent gold nanoparticles for sensing mercury (II)." *Angewandte Chemie* 119.36 (2007): 6948-6952.

POLİAKRİLİK KAUÇUKTA ETER/ESTER TİPİ YAĞ KULLANIM MİKTARININ FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Orhan TERZİOĞLU
Elatek Kauçuk San. Tic. A.Ş, 16110 Osmangazi, Bursa
ORCID: 0000-0002-5576-5591
Muhammet KARA
Elatek Kauçuk San. Tic. A.Ş, 16110 Osmangazi, Bursa
ORCID: 0009-0009-1320-8031

ÖZET
Kauçuk malzemeler yüksek mekanik, fiziksel ve termal özelliklere sahiptirler. Bu özellikleri sayesinde birçok önemli alanda yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Önemli kullanım alanlarından biri de otomotiv sektöründeki turbo şarj sistemleridir. Turbo şarj sistemlerinin verimli bir şekilde çalışabilmesi için kauçuk hortumlar önemli bir yere sahiptir. Araçlardaki turbo sistemlerinde sıcak tarafta (175 °C – 180 °C) kauçuk türü olarak poliakrilik kauçuk tercih edilmektedir. Poliakrilik kauçukların yüksek sıcaklık dayanımlarının yanında soğuk dayanımlarının da iyi olması gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında poliakrilik kauçuk karışım reçeteleri tasarlanmıştır. Reçete tasarımında polimer, dolgu maddesi, diğer kimyasallar ve çapraz bağ kimyasalları sabit tutulmuştur. Tek değişken kullanılan eter/ester tipi yağın kullanım phr miktarının arttırılmasıdır. Deneme karışımları laboratuvar ölçekli olarak üretilmiştir. Üretim prosesi olarak açık mil prosesi kullanılmıştır. Deneme karışımlarının vulkanizasyon eğrilerinin belirlenmesi için rheometre testi ve viskozimetre değerlerinin tespiti için mooney viskozimetre testi yapılmıştır. Daha sonra her bir deneme karışımından 200x200x2mm ölçülerinde standart test plakları hazırlanmıştır. Bu test plakaları üzerinden sertlik, kopma mukavemeti, kopma uzaması, havada yaşlandırma, yağda yaşlandırma, DSC analizi ile camsı geçiş sıcaklığının belirlenmesi ve otomotiv ana sanayi turbo şarj sistemi şartnamesinde belirtilen özel bir soğuk dayanım testleri yapılmıştır. Testler sonucunda poliakrilik kauçuk karışım reçetesi içerisindeki kullanılan yağ phr miktarının artması DSC analizi camsı geçiş sıcaklığı değerini – 30,6 °C den – 38,9 °C'e kadar iyileştirmiştir. Bu değer soğuk dayanım özelliğinin de iyileştiğini göstermektedir. Fakat bu durum kauçuk karışımının mekanik özelliklerinin ve yüksek sıcaklıktaki (180 °C) değişimleri olumsuz yönde etkilemiştir. Test sonuçlarının yorumlanması ile optimum özelliklerin sağlanması için kullanılması gereken eter/ester tipi yağ miktarı phr miktarı belirlenmiştir.
Anahtar Kelimeler: Poliakrilik kauçuk, kauçuk malzeme testleri, soğuk dayanım, DSC analizi

THE INVESTIGATION OF EFFECT OF ETHER/ESTER TYPE LUBRICANT USE IN POLYACRYLIC RUBBER ON PHYSICAL AND MECHAICAL PROPERTIES

ABSTRACT
Rubber materials are known for their high mechanical, physical and thermal properties. These features make them widely used in many important applications. One of the important areas of application is turbocharging systems in the automotive industry. Rubber hose has an important role in ensuring that turbocharger systems operate efficiently. In automotive turbo systems, polyacrylic rubber is preferred as the rubber type on the hot side (175 °C – 180 °C). In addition to their high temperature resistance, polyacrylic rubbers must also have good cold resistance. In this study, a special polyacrylic rubber compound formulation was designed. The polymer, filler, other chemicals and cross-linking chemicals have been constant in the formulation design. The only change is to increase the amount of ether/ester type lubricant used. The trial

compounds were produced on laboratory scale using an open mill process. A rheometer test was performed to determine the vulcanization curves of the trial compounds, and a Mooney viscometer test was performed to determine the viscometer values. After that the standard test plates measuring 200x200x2mm were prepared from each trial compound. These test plates were tested for hardness, tensile strength, elongation at break, aging in air, aging in oil, determination of glass transition temperature by DSC analysis and special cold resistance tests specified in the automotive main industry turbocharger system specifications. Test results showed that increasing the amount of lubricant Phr used in the polyacrylic rubber compound formulation decreased the glass transition temperature value in the DSC analysis from -30,6 °C to -38,9 °C. This value indicates that the cold resistance property has also improved. However, this situation has negatively affected the mechanical properties of the rubber compound and its changes at high temperature (180 °C). By interpreting the test results, the amount of ether/ester type lubricant phr that should be used to ensure optimum properties was determined.
Keywords: Polyacrylic rubber, rubber material tests, cold resistance, DSC analysis

ROCK-EVAL PYROLYSIS ANALYSIS OF THE LATE OLIGOCENE COALS FROM THE SEAM No. 6 IN THE İBRİCE FIELD AND STATISTICAL EVALUATION (THRACE BASIN, NW TÜRKİYE)

Assist. Prof. Dr. Rıza Görkem OSKAY
Hacettepe University, Başkent OSB Technical Sciences Vocational School, Ankara, Türkiye
University Malaya, Faculty of Science, Department of Geology, Kuala Lumpur, Malaysia
ORCID: 0000-0003-0748-8363
Assist. Prof. Dr. Cüneyt BİRCAN
Balıkesir University, Department of Geological Engineering, Balıkesir, Türkiye
ORCID: 0000-0002-4399-8961
Assoc. Prof. Dr. Khairul Azlan MUSTAPHA
University Malaya, Faculty of Science, Department of Geology, Kuala Lumpur, Malaysia
ORCID: 0000-0001-9768-9219
Lecturer (MSc) Damla KARAYİĞİT-YALÇINKAYA
Hacettepe University, Başkent OSB Technical Sciences Vocational School, Ankara, Türkiye
ORCID: 0000-0001-6537-743X
Prof. Dr. Ali İhsan KARAYİĞİT
Hacettepe University, Department of Geological Engineering, Ankara- Türkiye, Retired.
ORCID: 0000-0001-9743-4611

ABSTRACT
The Thrace Basin hosts several natural gas and oilfields; nevertheless, seven mineable coal seams (from bottom to top, Seam No. 1 to 7) are located in the Late Oligocene Danişmen Formation. Previous studies have shown that part of the natural gas produced in the basin is presumably derived from coal seams. In this study, a total of thirteen samples (8 coal, 3 claystone, 1 shale, and 1 organic mudstone) were investigated from the Seam No.6 in the İbrice field to determine hydrocarbon generation potential and any effects of coal properties on Rock-Eval pyrolysis using statistical approaches (e.g., hierarchical clustering algorithm). Xylite-rich lithotype is commonly identified in coal samples, whereas mineral-rich lithotypes is also observed. Hence, on a dry basis, ash yields (13.2-63.0%), total C (21.2-57.8%), and TOC (21.4-51.2%) values of the coal samples display wide ranges. Furthermore, the TOC contents of the inorganic samples are generally low (1.7-15.6%). Huminite is the predominant maceral group, whereas liptinite and inertinite contents are variable in the coal samples. Considering the heterogeneous nature of the samples, the S_1 (0.05-1.57 mg HC/g rock), S_2 (1.6-52.9 mg HC/g rock), S_3 (0.9-24.0 mg CO_2/g rock), T_{max} (411-433°C) HI (60-146 mg HC/g TOC), and OI 29-95 mg HC/g CO_2) are variable. Nevertheless, low T_{max} and high OI values are expected since xylite-rich lithotype and carbonate minerals are common in the samples. In such cases, the breakdown of carbonate minerals and H-rich compounds in huminite macerals during pyrolysis causes the emission of additional CO_x. Similar cases have also been reported from other coal seams within the Danişmen Formation in the Thrace Basin. In contrast, the xylite-rich samples from the Seam No.6 display relatively high HI values than neighbouring coalfields due to the relatively higher liptinite contents, which also explain their clustering in the same supercluster. The calculated HI_{max} (150-220 mg HC/g TOC) and effective HI (172-231 mg HC/g TOC) indicate that the studied coal samples are gas-prone. These results imply that the studied Seam No.6 displays a hydrocarbon generation potential similar to that of other seams in the neighboring fields in the Malkara coalfield.

Keywords: Thrace Basin, Danişmen Formation, Rock-Eval pyrolysis analysis, subbituminous coal

A part of this study is supported by Scientific Research Projects Coordination Unit of Balıkesir University under the project number 2022/043 and the first author have been conducted studies within the Post-Doctoral Research Fellowship scheme of the University of Malaya

İBRİCE SAHASINDAKİ GEÇ OLİGOSEN YAŞLI VI. KÖMÜR DAMARININ ROCK-EVAL ANALİZİ VE İSTATİKSEL DEĞERLENDİRİLMESİ (TRAKYA HAVZASI, KB TÜRKİYE)

ÖZ

Trakya Havzası'nda çok sayıda doğal gaz ve petrol sahası bulunmakla birlikte, Geç Oligosen yaşlı Danişmen Formasyonu içerisinde yedi adet işletilebilir kömür damarı (alttan üste, Damar No. 1-7) yer almaktadır. Önceki çalışmalar, havzada üretilen doğal gazın bir kısmının muhtemelen kömür damarlarından kaynaklanabileceğini göstermektedir. Bu çalışmada, İbrice sahasındaki 6 No'lu damar'dan toplam on üç adet örneğin (8 kömür, 3 kiltaşı, 1 şeyl ve 1 organik çamurtaşı) hidrokarbon üretim potansiyeli ve kömür özelliklerinin Rock-Eval pirolizi üzerindeki etkilerinin istatistiksel yaklaşımlarla (örneğin, hiyerarşik kümeleme algoritması) değerlendirilmesini içermektedir. Örneklerde ksilitçe zengin litotip yaygın olarak tespit edilirken, bazı örneklerde mineralçe zengin litotip tanımlanmıştır. Bunun sonucunda kuru bazda kömür örneklerinin kül içeriği (%13,2-63,0), toplam C (%21,2-57,8) ve TOC (%21,4-51,2) değerleri geniş aralıklara sahiptir. Ayrıca, kömür dışı örneklerin TOC içerikleri genellikle düşüktür (%1,7-15,6). Kömür örneklerinde hüminit baskın maseral grup iken, liptinit ve inertinit içerikleri değişken oranlar sunmaktadır. Örneklerin sahip oldukları özellikler göz önüne alındığında, S_1 (0,05-1,57 mg HC/g kaya), S_2 (1,6-52,9 mg HC/g kaya), S_3 (0,9-24,0 mg CO_2/g kaya), T_{max} (411-433°C) HI (60-146 mg HC/g TOC) ve OI (29-95 mg HC/g CO_2) değerleri değişkenlik göstermektedir. Bununla birlikte, örneklerde ksilitçe zengin litotip ve karbonat mineralleri yaygın olduğundan düşük T_{max} ve yüksek OI değerleri beklenmektedir. Bu tarz örneklerin piroliz sırasında karbonat minerallerinin ve huminit maserallerindeki hidrojence zengin bileşiklerin parçalanması ek CO_x emisyonuna neden olmaktadır. Benzer durumlar, Danişmen Formasyonu içindeki diğer kömür damarlarında da belirtilmiştir. Buna karşılık, incelenen damardan alınan ksilitçe zengin örnekler, nispeten daha yüksek liptinit içerikleri nedeniyle komşu kömür sahalarına göre daha yüksek HI değerlerine sahiptirler. Çünkü, ksilitçe zengin örnekler aynı süperkümede kümelenmektedir. Hesaplanan HI_{max} (150-220 mg HC/g TOC) ve effektif HI (172-231 mg HC/g TOC) değerleri, incelenen kömür örneklerinin gaz türetme eğilimli olduğunu göstermektedir. İncelenen kömür damarına ait sonuçlar, Malkara bölgesinde diğer üretim sahalarında işletilen diğer kömür damarlarına benzer bir hidrokarbon üretim potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Trakya Havzası, Danişmen Formasyonu, Rock-Eval piroliz analizi, altbitümlü kömür

Bu çalışmanın bir kısmı Balıkesir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2022/043 proje numarasıyla desteklenmiş olup, çalışmanın ilk yazarı Malaya Üniversitesi Doktora Sonrası Araştırma Bursu programı kapsamında çalışmalar yürütmüştür.

NON-DESTRUCTIVE TESTING BY ULTRASONIC AND REBOUND HAMMER METHODS FOR EVALUATING THE PROPERTIES OF ORDINARY CONCRETE

Samir BELMAHİ
Department of hydraulic, Institute of sciences and technologies, university centre of Maghnia; ALGERIA
ORCID: 0000-0001-8424-2143
Abdelmoutalib BENFRİD
Department of civil Engineering, University of Sidi belabes, Sidi belabes, ALGERIA.
ORCID: 0009-0007-8171-1654
Ibrahim KLOUCHE DJEDİD
Department of civil Engineering, University of Tiaret Tiaret ALGERIA.

ABSTRACT
This research work focuses on the use of the combined ultrasonic–rebound hammer method for the non-destructive evaluation of concrete. The objective is to improve the accuracy of estimating compressive strength and certain intrinsic properties of the material by relying on empirical formulas available in the literature. Concrete, due to its relatively high compactness, presents a particular microstructure that requires efficient and well-adapted control methods. The experimental approach implemented is based on measuring the ultrasonic pulse velocity, which is sensitive to the internal quality and density of the material, as well as the rebound index obtained from the Schmidt hammer test, which is mainly related to surface hardness. These two parameters are then combined using empirical expressions from the literature, allowing for a more robust estimation of the concrete's compressive strength. The analytical models were selected from recognised previous studies and adapted to the specific properties of the concrete formulated in this work. The results show that the ultrasonic measurement alone slightly underestimates the strength, while the rebound hammer measurement exhibits greater dispersion. In contrast, the combined method provides a much more coherent estimation. The calculations give an average estimated compressive strength of 37 to 40 MPa, which is very close to the destructive tests carried out in parallel (35 to 38 MPa). Furthermore, the ultrasonic analysis makes it possible to determine a dynamic modulus of elasticity of approximately 34 GPa, confirming the good internal homogeneity of the concrete. These results demonstrate the relevance of the combined method for reliable and non-destructive quality assessment of concrete.

Keywords: Non-destructive testing (NDT); Ultrasonic pulse velocity; Rebound hammer; Compressive strength; Concrete properties.

INVESTIGATION OF VARIATIONAL STATES OF THE CORONARY ARTERY ON CADAVERS: A REVIEW STUDY

Yasemin KÜÇÜKTEPE
Karabuk University, Postgraduate Education Institute, Department of Anatomy, 78050, Karabük
ORCID: 0009-0000-0238-6873
Dr. Öğr. Üyesi Rukiye Sümeyye BAKICI
Karabuk University, Faculty of Medicine, Department of Anatomy, 78050, Karabük

ORCID: 0000-0001-8008-7174

ABSTRACT
This study aimed to shed light on clinical sciences by analyzing articles on coronary artery anomalies and variants performed on cadavers. Cadaver studies conducted between 1988 and December 2025 were examined using Google Scholar, Google, and PubMed databases. A total of 45 original cadaver articles were included in the study, comprising 4 case presentations and two autopsy studies. Coronary arteries are divided into two main groups: the left coronary artery (LCA) and the right coronary artery (RCA). An additional coronary artery, running over the anterior surface of the right ventricle, is defined as the third coronary artery. The most common variant of the coronary artery is the LCA. Examining the types of branching in the coronary artery reveals bifurcation, trifurcation, quadrifurcation, and pentafurcation. In our study, the most frequent branching was observed in the bifurcation. The RCA has a higher dominance rate compared to the LCA. LCA dominance is more frequent in male cadavers than in female cadavers, and differences in the number of LCA and RCA branches were found between male and female cadavers. In a study of 40 hearts, a rare finding was that the anterior descending artery had a double origin and gave rise to a branch; one branch originated from the right coronary artery and the other from the left coronary artery. A study of a 99-year-old Japanese male cadaver revealed three openings in the right Valsalva sinus. The course and type of coronary arteries were interarterial, and the left coronary artery showed an abnormal aortic origin-interatrial course, a variation observed for the first time in a cadaver. Coronary artery variations require attention in clinical diagnosis and practice, surgical interventions, and cardiac risk assessment.
Keywords: Bifurcation, right coronary artery, left coronary artery, coronary artery variation.

STABILITY ANALYSIS OF A ONE-DIMENSIONAL ELASTIC SYSTEM WITH DOUBLE POROSITY AND VISCO-POROUS DISSIPATION

Aicha NEMSI
University of El Oued, P.B. 789, El Oued 39000, Algeria.
ORCID: 0009-0006-5257-6193
Hana MERAH
University of El Oued, P.B. 789, El Oued 39000, Algeria.
ORCID: 0000-0002-9236-8827

ABSTRACT

we investigate the stability behavior of a one-dimensional elastic system exhibiting a double-porosity structure and subject to visco-porous (frictional) damping effects acting on both porous fields. The system under consideration models the interaction between the solid matrix and two interconnected pore networks, leading to a coupled hyperbolic–hyperbolic dynamic framework. First, we establish the well-posedness of the system by employing semigroup theory, proving the existence, uniqueness, and continuous dependence of solutions with respect to the initial data. Subsequently, we introduce two characteristic stability numbers, denoted by χ_0 and χ_1,

which encapsulate the intrinsic coupling and dissipation mechanisms of the model.
Our main result shows that the energy of the system decays exponentially provided that the stability condition $\chi_0 = 0$ and $\chi_1 \neq 0$ is satisfied. The proof relies on the construction of a

suitable Lyapunov functional combined with refined energy estimates. Conversely, when this condition fails, we demonstrate the absence of exponential stability by constructing appropriate sequences of solutions and applying spectral analysis techniques.
These results reveal the sharpness of the stability condition and highlight the crucial role played by the visco-porous damping and coupling parameters in determining the long-time behavior of the system. Moreover, our findings significantly improve and generalize earlier results available in the literature, notably those reported in [5] and [14], by providing a more complete characterization of the exponential decay and its failure in double-porosity elastic systems.
Keywords: double porosity, well-posedness, exponential decay, lack of
exponential decay.

POLYFUNCTIONAL MODEL FOR THE MANAGEMENT OF AQUATIC BIOLOGICAL RESOURCES AND THE ENVIRONMENTAL POLICY OF AQUACULTURE

Artem SOLOMAKHA
Kherson State Agrarian and Economic University, Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture, Kherson Ukraine
ORCID: 0009-0007-6023-9100

ABSTRACT
In the context of the ongoing transformation of Ukraine's fisheries and aquaculture sector, the adaptation of European integration solutions and the development of an effective synergistic governance model are particularly relevant. This scientific article presents the results of an assessment of the effectiveness of each component of this model—environmental, economic, and administrative. The study finds that the dominant determinant is the alignment of interests among the state, business, the research community, and local communities. Ukraine's fisheries and aquaculture sector plays a leading role in ensuring national food security. It is substantiated that environmental balance and economic resilience depend on state decisions, procedural transparency, and the capacity of institutions to coordinate the protection, restoration (reproduction), and sustainable use of aquatic biological resources. The findings underscore the importance of developing legislative-level adaptive solutions, supported by appropriate scientific justification for shaping the governance model. It is demonstrated that, taken together, environmental, economic, and administrative instruments can significantly strengthen the roles of the state, stakeholders, and researchers in the context of the post-war recovery of Ukraine's fisheries and aquaculture sector. The increasing role of international financial institutions and donor programmes is shown to be a key driver of internationalisation. It is argued that developing a polyfunctional approach enables a transition to modern European models for sectoral modernisation and supports Ukraine's successful European integration. The research confirms that a strategic requirement of contemporary environmental policy is the implementation of EU law provisions, in particular the principles of the Water Framework Directive and the EU Biodiversity Strategy. The results also demonstrate the relevance of embedding the notions of "transparency and ethical lobbying" within the meaning of optimisation measures, and highlight their role in shaping fisheries policy in Ukraine during the post-war recovery period.
Keywords: Aquaculture, Aquatic Biological Resources, Optimisation, Public Governance Instruments, European Integration.

PARATHA ÜRETİMİNE UYGUN YÜKSEK AÇILABİLİRLİK VE YUMUŞAKLIK ÖZELLİKLİ UN GELİŞTİRİLMESİ

Nuri Serdar GÜNDOĞAN
Tellioğlu Yem Gıda Entegre Tesisleri San. ve Tic. A.Ş., Department of R&D, 10100 Karesi, Balıkesir
ORCID: 0009-0005-2730-8552

Mehmet UÇAR
Tellioğlu Yem Gıda Entegre Tesisleri San. ve Tic. A.Ş., Department of R&D, 10100 Karesi, Balıkesir
ORCID: 0009-0004-8910-9404

İbrahim Selçuk AVCI
Tellioğlu Yem Gıda Entegre Tesisleri San. ve Tic. A.Ş., Department of R&D, 10100 Karesi, Balıkesir
ORCID: 0009-0004-1254-255X

ÖZET
Güncel pazar araştırmaları sonuçları etnik ürün tüketiminde artışa işaret etmektedir. Pazar analizi ve müşteri geri dönüşleri dikkate alındığında, hamurdaki elastikiyet kaybı ve sertleşme problemlerinin giderilerek müşteri beklentilerinin karşılanması amacıyla; farklı buğday tipleri, enzimler, ve diğer katkıların optimum karışım oranının belirlenmesi için deneysel çalışmalar ve elde edilen ölçüm sonuçlarına göre ürün geliştirme çalışmalarının yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, Hindistan ve Güney Asya bölgesinde yaygın olarak tüketilen paratha ürününün üretimine uygun, pişme sonrası sertleşmeyen, açılabilirliği yüksek, duyusal kalitesi korunan bir un formülasyonu geliştirilmesi üzerine çalışılmıştır. Proje kapsamında buğday unu baz alınarak çeşitli protein oranlarına sahip buğday paçalları hazırlanarak; enzimler (hemiselülaz, amilaz), oksidasyon düzenleyiciler ve su tutma kapasitesini arttırıcı hydrocolloid katkılar farklı oranlarda formülasyona dahil edilmiştir. Denemelerde girdi olarak; farklı protein değerine sahip buğday tipleri, enzimler (özellikle hemiselülaz türevleri) ve tekstür düzenleyiciler, su tutma kapasitesini artıran hydrocolloidler, tuz, yağ ve su kullanılmıştır. Girdilerin farklı kombinasyonları için deneyler tasarlanmış ve devamında; hamurun reolojik yapısı için farinograf, alveograf ve ekstensograf analizleri, pişme sonrası tekstür analiz testi (TPA), duyusal analizler (çap, yumuşaklık, ağız içi hissi), nem ve su aktivitesi analizleri, raf ömrü simülasyon değerlendirmeleri yapılmıştır. Literatürde yer alan akademik çalışmalar incelendiğinde bu çalışmada ele alınan girdi ve ölçülen çıktıları birlikte kullanan benzer bir çalışmaya rastlanmamıştır ve bu çalışmanın yenilikçi yönünü oluşturmaktadır. Çalışmanın sonunda yeni bir katma değerli un çeşidi geliştirilmiştir.
Anahtar Kelimeler: Paratha unu, reçete optimizasyonu, yüksek açılabilirlik, etnik ürünler

DEVELOPMENT OF A FLOUR WITH HIGH SHEETABILITY AND SOFTNESS SUITABLE FOR PARATHA PRODUCTION

ABSTRACT
Recent market research results indicate an increase in the consumption of ethnic food products. Considering market analysis and customer feedback, there is a need for experimental studies to determine the optimum blending ratios of different wheat types, enzymes, and other additives in order to eliminate elasticity loss and hardening problems in dough and thereby meet customer expectations. Based on the measurements obtained, product development studies must also be

conducted. In this study, the development of a flour formulation suitable for the production of paratha - a product widely consumed in India and the South Asia region - was investigated. The aim was to obtain a flour that does not harden after cooking, exhibits high sheetability, and maintains desirable sensory quality. Within the scope of the project, wheat flour was used as the base, and wheat blends with varying protein contents were prepared. Enzymes (hemicellulase, amylase), oxidation regulators, and hydrocolloid additives that increase water-holding capacity were incorporated into the formulations at different ratios. In the trials, inputs included wheat types with different protein levels, enzymes (particularly hemicellulase derivatives), texture modifiers, hydrocolloids that enhance water-holding capacity, salt, oil, and water. Experiments were designed using different combinations of these inputs, followed by rheological analyses of the dough using farinograph, alveograph, and extensograph; post-cooking texture profile analysis (TPA); sensory analyses (diameter, softness, mouthfeel); moisture and water activity measurements; and shelf-life simulation evaluations. A review of the academic literature revealed no study that simultaneously uses the set of inputs and evaluates the outputs employed in this work, highlighting the innovative aspect of the study. As a result of the research, a new value-added flour type has been developed.
Keywords: Paratha flour, formulation optimization, high sheetability, ethnic products.

COMBUSTION SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF $Ni_{1-x}Eu_xO$ (x = 0.0, 1.0, 2.0, 4.0 and 6.0 wt.%) FOR SUPERCAPACITOR APPLICATIONS

Mohd. Shkir
Smart Nano-Materials Physics Lab for optoelectronic and energy devices, King Khalid University, PO BOX 960, Abha 61421, AlQura'a, Saudi Arabia.
Department of Physics, Faculty of Science, King Khalid University, P.O. Box 960, Abha 61413, AlQura'a, Saudi Arabia.
https://orcid.org/0000-0003-2160-6063

Abstract

Transition metal oxides with enhanced redox properties are crucial for next-generation energy storage devices. Thus, in this report, ***$Ni_{1-x}Eu_xO$ (x = 0.0, 1.0, 2.0, 4.0 and 6.0 wt.%)*** nanoparticles were successfully prepared via a citric acid–assisted flash combustion method, achieving highly porous, nanosized particles with uniform Eu incorporation. XRD analysis confirmed the formation of phase-pure cubic NiO with remarkable crystallite size reduction and surface area enhance from 13 to 6 nm, and 65 to 140 cm^2/g, respectively. SEM and TEM analysis also confirms the synthesis of ***$Ni_{1-x}Eu_xO$*** with very low dimensions and also EDS mapping confirmed the homogeneous distribution of Ni, O and Eu elements in the final products. Optical studies revealed a slight reduction in bandgap energy from 3.60 to 3.36 eV with increasing the Eu content in NiO, indicating improved electronic conductivity. Among all samples, 4 wt. % Eu-doped NiO exhibited superior supercapacitor performance, attributed to the optimal balance of defect density, enhanced charge transport and high surface area that facilitates faster ion diffusion and charge storage. The 4 wt.% Eu-doped NiO nanomaterial was employed as the positive electrode, while activated carbon served as the negative electrode to assemble an asymmetric supercapacitor device. This optimized configuration markedly enhances the overall electrochemical performance, exhibiting superior energy density, power density, and excellent cyclic stability. The long-term cyclic stability, represented in (g), demonstrates outstanding durability across 5000 cycles. The device retains nearly 100% of its initial capacitance with a stable Coulombic efficiency nearing 100%, signifying highly reversible charge storage mechanisms and strong electrode integrity throughout repeated cycling. Overall, the incorporation of Eu effectively tailors the structural, electronic, and electrochemical properties of NiO, making it a promising electrode material for advanced energy storage applications.

Keywords: NiO; Dopants; optical properties; Supercapacitor; EDLC.

HAVA SOĞUTMALI PV PANELLERİNDE YENİ NESİL ALÜMİNYUM ESASLI MALZEMELERİN ISI AKISINA ETKİSİ

Neslihan HIZLIER
Balıkesir University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Eng., 10145, Balıkesir
ORCID: 0009-0001-4301-1442
Veli Gökhan DEMİR
Balıkesir University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Eng., 10145, Balıkesir
ORCID: 0000-0002-5667-1909

ÖZET
Ticari uygulamalarda kullanılan fotovoltaik (PV) paneller, içerdiği yarı iletken malzemeye bağlı olarak değişse de ortalama olarak güneş enerjisini %30'un altında bir verim ile elektrik enerjisine dönüştürebilmektedirler. PV paneller güneş ışınımına maruz kaldıkça ısınmakta ve panel sıcaklığındaki artış elektriksel verimi olumsuz şekilde etkilemektedir. Son dönemlerde PV sistemlerinde kullanılmaya başlayan kanatçıklı yapılar, paneli pasif yöntemlerle soğutarak sistem verimliliğini artırmaktadır. Bu kapsamda, pasif soğutma sistemlerinin tasarımında kanatçık malzemesinin seçimi, panel çalışma sıcaklığının düşürülmesi ve buna bağlı verim kayıplarının azaltılması açısından büyük önem taşımaktadır. Yapılan bu çalışmada, PV panel soğutma kanatçıklarında yaygın olarak kullanılan Al 1100 ve Al 6061-T6 alaşımları ve yeni nesil Alüminyum kompozitlerden elmas katkılı alüminyum kompozit (Al-50Diamond) ve grafen takviyeli alüminyum kompozit (Al-rGO, %1 rGO) malzemelerinin termal performansları incelenmiştir. Termal analizler kararlı durum koşullarında, panel yüzey sıcaklığı 50 °C ve ortam sıcaklığı 30 °C alınarak ANSYS Steady State Thermal modülünde gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlara göre en yüksek ısı akısı 3.2755 W/mm² ile 527.8 W m^{-1} K^{-1} iletkenlik değerine sahip Al–50Diamond'a ait bulunmuştur. Diğer ısı akısı değerleri %1 rGO içeren Al-rGO (293 $Wm^{-1}K^{-1}$), Al1100 (222 $Wm^{-1}K^{-1}$) ve Al6061-T6 (155.3 $Wm^{-1}K^{-1}$) için sırasıyla 1.8213 W/mm², 1.3806 W/mm² ve 0.96624 W/mm² olarak elde edilmiştir. Bu bulgular, önümüzdeki yıllarda ticarileşmesi beklenen termal iletkenliği artırılmış yeni nesil Al kompozit malzemeler ile PV panellerin çok daha etkin soğutulabileceğini, böylece elektik üretiminin daha verimli gerçekleştirilebileceğini göstermektedir.
Anahtar Kelimeler: Güneş enerjisi, PV sistemler, termal analiz, Al kompozit mazlemeler

THE EFFECT OF NEW GENERATION ALUMINUM-BASED MATERIALS ON HEAT FLOW IN AIR-COOLED PV PANELS

ABSTRACT
Photovoltaic (PV) panels used in commercial applications convert solar energy into electrical energy with an average efficiency of below 30%, although this value varies depending on the semiconductor material employed. Exposure to solar irradiation leads to a rise in PV panel temperature, and this thermal elevation has a detrimental impact on the panel's electrical efficiency. Fin structures (heat sinks), which have recently begun to be utilized in PV systems, increase system efficiency by cooling the panel through passive methods. In this context, the selection of the fin material in the design of passive cooling systems is of great importance for reducing the panel operating temperature and minimizing the associated efficiency losses. In this study, the thermal performance of materials commonly used in PV panel cooling fins namely Al 1100 and Al 6061-T6 alloys, as well as next-generation aluminum composites such

as diamond-reinforced aluminum (Al-50Diamond) and graphene-reinforced aluminum (Al-rGO with 1wt% rGO) has been investigated. Thermal analyses were conducted under steady-state conditions in the ANSYS Steady-State Thermal module, assuming the panel surface temperature of 50 °C and the ambient temperature of 30 °C. The analysis results showed that the highest heat flux was achieved by Al–50Diamond, with a value of 3.2755 W/mm^2 and a thermal conductivity of 527.8Wm^{-1}K^{-1}. The other heat flux values were obtained as 1.8213W/mm^2, 1.3806W/mm^2, and 0.96624W/mm2 for Al-rGO composite containing 1wt% rGO (293Wm^{-1}K^{-1}), Al1100 (222Wm^{-1}K^{-1}), and Al6061-T6 (155.3 Wm^{-1}K^{-1}), respectively. These findings demonstrate that the new-generation aluminum composite materials with enhanced thermal conductivity — expected to be commercialized in the coming years — will enable much more effective cooling of photovoltaic (PV) panels, thereby allowing electricity generation to be carried out with significantly higher efficiency.
Keywords: Solar energy, PV systems, thermal analysis, aluminum composite materials

INVESTIGATION OF THE PERFORMANCE AND CO_2 /NO_x EMISSIONS OF THE SR-30 MICRO GAS TURBINE DEPENDING ON THE PRESSURE RATIO

Adnan TAŞ
Balikesir University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Eng., 10145, Balıkesir
ORCID: 0009-0009-8806-8272
Veli Gökhan DEMİR
Balıkesir University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Eng., 10145, Balıkesir
ORCID: 0000-0002-5667-1909

ABSTRACT
Micro gas turbines (MGTs) offer significant advantages such as compact dimensions, notable operational flexibility, and high efficiency. However, escalating environmental concerns and rising fuel costs require further enhancing the efficiency of MGTs and reducing carbon dioxide (CO2) and nitrogen oxide (NOx) emissions. In this study, the critical specific fuel consumption (SFC), core efficiency and thrust values of the SR-30 MGT were determined in the GasTurb-10 software for the pressure ratios ranging from 1.5 to 7. Additionally, CO_2 and NO_x emission concentrations were predicted via NASA CAE software. In the generated model, Jet A-1 (a kerosene-based hydrocarbon mixture) was used as fuel. The fuel properties of Jet A-1 were manually specified in GasTurb. The simulations were performed at fixed operating conditions: 82 000 rpm shaft speed, 0 m altitude, 0.27 kg/s flow rate, and 985 K turbine inlet temperature. An error of less than 2% between the simulation data and validated models indicates that a reliable model has been established. The analysis concluded with a pressure ratio of 2.8 for maximum thrust, 3.7 for minimum SFC, and 3.1 for maximum core efficiency. According to the results, the overall optimum pressure ratio was identified as 3.0±0.5. The corresponding CO_2 and NO_x emission levels for optimum pressure ratio condition were found to be 36.4 ppm and 24.3 ppm, respectively. As a result, a model of a micro gas turbine was developed with high accuracy, and this model was subsequently used to demonstrate the effect of pressure ratio on the turbine's performance parameters and to perform emission prediction.
Keywords: Micro Gas Turbines (MGTs), GasTurb, NASA CAE, Pressure Ratio, Emissions

ÖĞRETMEN İLETİŞİM BECERİLERİNİN İLKOKUL 4. SINIF ÖĞRENCİLERİNDE DUYUŞSAL VE ÖZ DÜZENLEME DEĞİŞKENLERİNİ YORDAMA DÜZEYİNİN İNCELENMESİ

Nalan PEMBE ÖZTÜRK
Canakkale Onsekiz Mart University, Institute of Graduate Programs, 17100 Merkez, Canakkale
ORCID: 0009-0007-5273-1381
Merve ÖNOL
Canakkale Onsekiz Mart University, Department of Child Development, 17700 Bayramic, Canakkale
ORCID: 0000-0001-7575-3435

ÖZET
Bu çalışma, öğretmenlerin iletişim becerilerinin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin duyuşsal özelliklerden motivasyon ve öz düzenleme becerileri üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Literatürde öğretmen-öğrenci etkileşiminin niteliğinin öğrencilerin öğrenmeye yönelik isteğini, derse katılımını ve öz düzenleme süreçlerini desteklediği vurgulanmakta olup özellikle öğretmenin sınıf ortamında iletişiminin öğrencilerin akademik ve duyuşsal gelişiminde kritik bir rol oynadığı belirtilmektedir. Bu çerçevede araştırma, Çanakkale ili merkez ilçesinde bulunan ilkokullarda yürütülmüştür. Bu araştırma, nicel araştırma yöntemlerinden ilişkisel tarama modeline uygun olarak yürütülmüştür. İlişkisel tarama modelleri, iki veya daha fazla değişken arasındaki birlikte değişimin varlığını ve/veya derecesini belirlemeyi amaçlayan araştırma modelleridir (Karasar, 2016). Değişkenler arasındaki etkiyi belirlemek amacıyla, ilişkisel tarama modelleri içerisinde yer alan yordayıcı korelasyonel desen kullanılmıştır. Örneklemi, 18 adet 4. sınıf öğretmeni ve bu öğretmenlerin sınıflarında öğrenim gören 345 adet 4. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmanın verileri Sınıf İçi Etkili İletişim Becerileri Algı Ölçeği (Bahadır ve Gülbahar, 2018), Eğitimde Motivasyon Ölçeği (Kara, 2008) ve Öz Düzenleme Ölçeği (Yılmaz, 2020) ile toplanmıştır. Verilerin analizi SPSS 26.0 paket programı kullanılarak basit doğrusal regresyon analizi olarak yapılmıştır. Bulgular, öğretmenlerin iletişim becerilerinin öğrencilerin motivasyon düzeylerini anlamlı düzeyde yordadığını göstermiştir (R^2=.056, p<.05). Buna göre öğretmen iletişim becerileri, motivasyondaki varyansın yaklaşık %5.6'sını açıklamaktadır. Ayrıca öğretmen iletişim becerilerinin öğrencilerin öz düzenleme becerilerini de anlamlı ancak daha sınırlı düzeyde yordadığı belirlenmiştir (R^2=.028, p<.05) ve açıklanan varyans yaklaşık %2.8'dir. Sonuçlar, etkili öğretmen iletişiminin öğrencilerin motivasyonunu artıran ve öz düzenleme becerilerini destekleyen bir değişken olduğunu, ancak bu yapıların çoklu etmenlerle şekillendiğini göstermektedir. Bu bulgular doğrultusunda öğretmen yetiştirme programlarında ve hizmet içi eğitimlerde iletişim becerilerine yönelik uygulamalı içeriklerin güçlendirilmesi önerilmektedir. Ayrıca farklı bölgeler, sınıf düzeyleri ve değişkenlerle yapılacak çalışmalarla modelin açıklayıcılığının genişletilmesi gerektiği değerlendirilmektedir.
Anahtar Kelimeler: İletişim becerileri, motivasyon, öz düzenleme, ilkokul

EXAMINATION OF THE PREDICTIVE LEVEL OF TEACHER COMMUNICATION SKILLS ON AFFECTIVE AND SELF-REGULATION VARIABLES IN 4TH GRADE STUDENTS

ABSTRACT

This study aims to examine the effect of teachers' communication skills on primary school 4th grade students' affective characteristics of motivation and self-regulation skills. In the literature, it is emphasised that the quality of teacher-student interaction supports students' willingness to learn, participation in the lesson and self-regulation processes, and especially the teacher's communication in the classroom environment plays a critical role in students' academic and affective development. In this framework, the research was conducted in primary schools in the central district of Çanakkale province. This research was conducted in accordance with the relational survey model, one of the quantitative research methods. Relational survey models are research models that aim to determine the presence and/or degree of co-variance between two or more variables (Karasar, 2016). In order to determine the effect between variables, the predictive correlational design within the relational screening models was used. The sample consisted of 18 4th grade teachers and 345 4th grade students studying in the classrooms of these teachers. The data of the study were collected with the Effective Communication Skills Perception Scale in Classroom (Bahadır & Gülbahar, 2018), Motivation in Education Scale (Kara, 2008) and Self-Regulation Scale (Yılmaz, 2020). The data were analysed as simple linear regression analysis using SPSS 26.0 package programme. The findings showed that teachers' communication skills significantly predicted students' motivation levels (R^2=.056, $p<.05$). Accordingly, teacher communication skills explained approximately 5.6% of the variance in motivation. It was also found that teacher communication skills predicted students' self-regulation skills at a significant but more limited level (R^2=.028, $p<.05$) and the variance explained was approximately 2.8%. The results show that effective teacher communication is a variable that increases students' motivation and supports their self-regulation skills, but these constructs are shaped by multiple factors. In line with these findings, it is recommended to strengthen the applied content on communication skills in teacher training programmes and in-service trainings. In addition, it is evaluated that the explanatory power of the model should be expanded with studies to be conducted with different regions, grade levels and variables.

Keywords: Communication skills, motivation, self-regulation, primary school

ZONİSAMİD YÜKLÜ NANOLİPİT YAPILI FORMÜLASYONLARININ GELİŞTİRİLMESİ VE KARAKTERİZASYONU

Emre Şefik Çağlar
University of Health Sciences, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Biotechnology, Üsküdar, İstanbul
ORCID:0000-0003-2010-4918
Derya Akyüz
University of Health Sciences, Faculty of Pharmacy, Üsküdar, İstanbul
Emine Saldamlı
Istanbul Univesity, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Technology, Fatih, İstanbul
ORCID: 0000-0003-0405-5271

ÖZET

Epilepsi, nöbetlerle seyreden yaygın bir nörolojik hastalıktır. Dünya çapında 60 milyondan fazla insanı etkilemektedir. Zonisamid (ZNS), epilepsi tedavisinde kullanılan ve farklı etki mekanizmalarına sahip bir antiepileptik ilaçtır. ZNS'in suda çözünürlüğü düşüktür. Bu sorunu aşmak amacıyla, ZNS için oral yolla kullanılabilecek Nanoyapılı Lipid Taşıyıcı'ların (NLT'ler) geliştirilmesi hedeflenmiştir. ZNS'in lipit/su partisyon katsayısı tayini yapılmıştır. NLT'ler mikroemülsiyon metodu kullanılarak hazırlanmıştır. Ön formülasyon çalışmalarıyla belirlenen formülasyonlar ZNS ile farklı miktarlarda yüklenerek uygun dozaj miktarı bulunduktan sonra %1 asetik asit içeren %1 'lik kitosan çözeltisi ile farklı konsantrasyonlarda kaplama yapılmıştır. Geliştirilen formülasyonlar pH, partikül boyutu, zeta potansiyel, polidispersite indeksi (PDI), elektriksel iletkenlik ve kırılma indisi açısından değerlendirilmiştir. Formülasyonlara yönelik enkapsülasyon etkinliği tayini, içerik miktar tayini, titrasyon çalışmaları, vücut sıvılarında stabilite çalışmaları yapılmıştır. Gerçekleştirilen karakterizasyon çalışmaları neticesinde ideal formülasyon NLT-4 350 2K olarak bulunmuştur. İdeal formülasyonun partikül boyutu, PDI, zeta potansiyeli, enkapsülasyon etkinliği ve içerik miktar değerleri sırasıyla 250,66 ± 10,45 nm, 0,37 ± 0,01, 47,10 ±1,01 mV, % 96,56 ± 0,02 ve % 92,12 ± 0,13 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak ZNS yüklü NLT formülasyonları başarı ile hazırlanmıştır. *İn vitro* karakterizasyon çalışmaları neticesinde epilepsi yönetiminde oral uygulamaya yönelik formülasyonların geliştirilebileceği gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: zonisamid, nanoyapılı lipid taşıyıcı, epilepsi

DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF ZONISAMIDE-LOADED NANOSTRUCTURED LIPID FORMULATIONS

ABSTRACT

Epilepsy is a common neurological disorder characterized by seizures. It affects more than 60 million people worldwide. Zonisamide (ZNS) is an antiepileptic drug used in the treatment of epilepsy, with different mechanisms of action. ZNS has low water solubility. To overcome this

problem, the development of Nanostructured Lipid Carriers (NLCs) for oral use of ZNS has been targeted. The lipid/water partition coefficient of ZNS was determined. NLCs were prepared using the microemulsion method. The formulations determined through preformulation studies were loaded with varying amounts of ZNS, and after determining the appropriate dosage, they were coated at different concentrations using a 1% chitosan solution containing 1% acetic acid. The developed formulations were evaluated in terms of pH, particle size, zeta potential, polydispersity index (PDI), electrical conductivity, and refractive index. Encapsulation efficiency determination, content analysis, titration studies, and stability studies in body fluids were conducted for the formulations. As a result of the characterization studies, the optimal formulation was identified as NLT-4 350 2K. The particle size, PDI, zeta potential, encapsulation efficiency, and content amount values of the optimal formulation were found to be 250.66 ± 10.45 nm, 0.37 ± 0.01, 47.10 ± 1.01 mV, 96.56% ± 0.02, and 92.12% ± 0.13, respectively. As a result, ZNS-loaded NLC formulations were successfully prepared. In vitro characterization studies demonstrated that formulations suitable for oral administration in the management of epilepsy can be developed.
Key Words: zonisamide, nanostructured lipid carrier, epilepsy

WORKPLACE INCLUSION AS A STRATEGIC HR PRACTICE FOR ENHANCING EMPLOYEE PERFORMANCE AND ORGANIZATIONAL EFFECTIVENESS

Neetu
Research Scholar, Department of Commerce,
M.D University, Rohtak
Orcid id: 0009-0009-6012-6215
Tannu
Research Scholar, Department of Commerce,
M.D University, Rohtak
Dr. Parmod Kumar
Assistant Professor, Govt. P.G. College for women,
Rohtak

ABSTRACT

Inclusion is an organization's approach that respects and meets the needs of people of color, socially diverse communities, or people from diverse backgrounds. This research paper highlights the importance of workplace inclusion for organizations today. When people from different cultural and social backgrounds work together, it's crucial that every employee feels respected and accepted. It says that Human Resource Practices such as Non-Discriminatory recruitment, diversity-based training, transparent performance appraisal, participatory leadership, and fair policies for all promote human and ethical behaviour. Social and cultural sensitivity helps us understand how to manage employee diversity with respect and support. This gives employees psychological safety and makes them more motivated to work. This research also illustrates that workplace inclusion, when strengthened, improves employee performance, teamwork, and organizational effectiveness. Ultimately, the paper concludes that inclusion is not just a personal strategy but a social and organizational long-term resilience and sustainability.

AI AUDITABILITY VS TRADE SECRETS IN NIGERIA: BALANCING TRANSPARENCY, INNOVATION, AND REGULATORY READINESS

Tarms Kagbala Esq
Senior Lecturer, Federal Polytechnic Ekowe, Nigeria

Abstract
Artificial intelligence (AI) systems are increasingly shaping Nigeria's financial sector, digital economy, and public administration. As automated systems influence credit scoring, fraud detection, identity verification, telecommunications optimisation, and services delivery, the need for transparency and auditability has intensified. Yet Nigerian developers rely heavily on trade-secret protection due to weak patent enforcement and the competitivenessof the technology ecosystem. Although global sscholarship explores the tension between auditability and trade secrecy, there is limited research on how this conflict manifests in Nigeria, where regulatory capacity is developing and oversight powers are fragmented. This paper fills that gap by offering a Nigeria-specific analysis of AI auditability and trade-secret protection. It synthesises global and African scholarship, evaluates Nigerian's regulatory context, and pr opposes a governance framework tailored to Nigeria's legal and socio-economic environment. The paper concludes that Nigeria can adopt sector-specific audit duties, confidential-access mechanisms, accredited auditors, and safe-harbour protections to promote accountability without weakening innovation incentives.
Keyword: AI Audit, Auditability, Trade Secret, Technology Ecosystem, Transparency

1. Introduction
Nigeria's rapidly expanding digital economy has accelerated the adoption of artificial intelligence systems across banking, telecommunications, financial services, government identity systems, agriculture, and public administration. AI now influences credit decisions, fraud detection, customer classification, identity verification (NIN/BVN), SIM registration compliance, and biometric authentication. As these systems increasingly affect citizens' rights, economic welfare, and access to essential services, demands for accountability, transparency, a nd auditability are growing.

Despite this, Nigeria lacks a dedicated AI statute. Oversight is fragmented across several regulators, including the Central Bank of Nigeria (CBN), National Information Technology Development Agency (NITDA), Nigerian Communications Commission (NCC), Federal Competition and Consumer Protection commission (FCCPC), and National Identity Management Commission (NIMC). These regulators encounter AI-enabled systems but lack explicit legal mandates for algorithmic auditability or structured transparency obligations.

Simultaneously Nigeria's technology ecosystem relies heavily on trade secrets to protect proprietary models, datasets, and optimisation pipelines. Weak patent enforcement, high commercial competition, and reliance on data-driven value propositions make secrecy the default mechanism for safeguarding innovation.

Although global research discusses the conflict between auditability and trade ssecrecy, little scholarship addresses how this tension plays out in Nigeria's unique regulatory, economic, and institutional environment. No existing study proposes a Nigerian-specific governance framework capable of reconciling auditability with trade secret protection. This paper fills that gap by analysing Nigeria's regulatory landscape and proposing a context-appropriate framework.

2. **Literature Review**

Global scholarship provides significant insight into the tension between transparency and trade secrecy. Keller and Aplin argue that mandatory transparency duties may undermine trade-secret protection and advocate structured disclosure safeguards, offering tools that speak directly to Nigeria's context of multi-oversight without unified statutory guidance. [105]

Matulion yte and Ara novich highlight how trade-secret reliance contributes to AI opacity, limiting explainability and weakening accountability issues mirrored in Nigeria's opaque digital-lending and behavioural credit-scoring systems.[106]

Meyers' work shows how secrecy can stimulate innovation where IP regimes are weak or underdeveloped, a reality applicable to Nigeria's high competition fintech sector.[107]

Mylly's analysis of how public authorities can balance transparency and trade secrecy in digital infrastructures resonates with Nigeria's adoption of biometric and digital identity systems, where the absence of transparency risks undermining legitimacy.[108]

African scholars, including Abimbola, stress the institutional challenges faced by African regulator limited technical expertise, fragmented mandates, and heavyy dependence on foreign technology vendors.[109] These concerns reflect Nigeria's regulatory landscape, where agencies often lack the capacity to interrogate opaque AI models.

Civil society reports (Paradigm initiative, SERAP, Amnesty International) highlight the absence of transparency in state and private AI deployments in Nigeria, including systems used for surveillance, identity verification, and content moderation.[110]

However, despite these contributions the literature contains a clear gap that is, no study specifically analyses how Nigeria can balance AI auditability with trade-secret protection within a fragmented regulatory system and an innovative ecosystem heavily dependent on proprietary models.

This paper fills that gap by synthesising global insights, African governance analysis, and Nigeria's sectoral regulatory realities to propose a cohesive Nigerian specific governance framework.

3. Auditability as a Governance Imperative in Nigeria

3.1 Accountability in High-Risk Sectors

AI systems in Nigeria influence critical decisions across payments, lending, identity verification, and fraud detection. Accountability requires regulators to trace system behaviour, assess decision pathways, and ensure compliance with the CBN Consumer Protection

[105] P Keller and T Aplin, *Reconciling Trade Secrets and AI Public Transparency* (2024) SSRN 5044278; L Edwards and M Veale, 'Slave to the Algorithm?' (2017) 16 *Duke L & Tech Rev* 18.

[106] R Matulionyte and T Aranovich, 'Trade Secrets versus the AI Explainability Principle' in Ricolfi (ed), *Intellectual Property and AI* (Elgar 2022).

[107] JM Meyers, 'Artificial Intelligence and Trade Secrets' (2018) *Landslide* 36.

[108] UM Mylly, 'Transparent AI?' (2023) 54 *IIC* 523.

[109] O Abimbola, 'AI Governance in Africa' (2021) *African Journal of Legal Studies* 14.

[110] Paradigm Initiative, *Digital Rights in Nigeria 2022*; Amnesty International, *Nigeria: Automated Surveillance and Digital Rights Report* (2021).

Framework[111], NDPR[112], and FCCPC fairness obligations.[113] Without auditability, wrongful exclusion, misclassification, or identity mismatch goes unchallenged.

3.2 Fairness and Anti-Discrimination

Digital credit and behavioural-scoring systems risk discriminating against rural, female, or financially excluded Nigerians. While Section 42 of the Nigerian Constitution prohibits discrimination,[114] opaque AI models may inadvertently entrench structural inequalities. Auditability enables disparate impact assessments and fairness evaluations.

3.3 Safety, Reliability, and Cybersecurity

With increasing cyberfraud, adversarial manipulation, and deepfake misuse, Nigeria requires auditability to test resilience. NCC and CBN regulators must evaluate the robustness of fraud detection AI, identity verification systems, and telecom-based risk models.

3.4 Public Trust

Auditability fosters trust in public sector automation importantt for NIN/BVN matching, passport processes, immigration, and policing. Without transparency, opacity undermines legitimacy.

3.5 Enforcement Capability

Auditability is the foundation for enforcing existing consumer, privacy, competition, and financial sector laws. Without audit mechanisms, regulatory obligations remain symbolic.

4. Trade Secrets, Innovation, and the Nigerian Technology Ecosystem

4.1 Innovation Incentives

Trade secrets sustain Nigeria's digital economy, where start ups rely on proprietary data sets, algorithms, and analytics to attract investment and maintain a competitive advantage.

4.2 What Counts as a Trade Secret in Nigerian AI

Under Nigerian common law and contract doctrine, trade secrets include commercially valuable information kept confidential.[11] In Nigerian AI systems this includes: telecom meta data, credit-risk features, behavioural scoring models, antifraud heuristics, model weights and architectures.

4.3 Risk of Over-Secrecy

Over-secrecy undermines regulatory oversight, consumer protection, and competition. It also reduces public trust in sensitive systems such as identity verification and security surveillance .

4.4 Security and Dual Use Concerns

Developers fear disclosure may enable fraud rings, adversarial attacks, or identity manipulation. This reinforces secrecy.

4.5 Reconciling Oversight and Commercial Secrecy

Nigeria needs proportional, controlled-access audit mechanisms that protect commercial information while enabling meaningful scrutiny.

---

[111] CBN, *Consumer Protection Framework* (2016).

[112] NITDA, *Nigeria Data Protection Regulation* (NDPR) 2019.

[113] FCCPA 2018, s. 120 (fairness obligations).

[114] Constitution of the Federal Republic of Nigeria 1999 (as amended), s 42.

5. Nigeria in Comparative Perspective

5.1 European Union

The EU AI Act mandates documentation, logging, and conformity assessment for high-risk AI, balanced with strict confidentiality protections. Nigeria can selectively adapt this sector by sector.

5.2 United Kingdom

The UK's regulator led, principles based approach mirrors Nigeria's iinstitutional structure. Nigeria can adopt similar soft law auditability guidance.

5.3 United States

US enforcement relies on consumer protection and competition law. Nigeria's FCCPC could adapt this model.

5.4 Australia

AAustralia's emerging AI framework includes confidential regulator access and safe harbours approaches well suited to Nigeria's innovation ecosystem.

6. A Nigerian Framework for Reconciling Auditability and Trade Secrecy

6.1 Sector-Specific Audit Obligations

Each regulator such as CBN, NCC, NITDA, FCCPC, NIMC should develop auditability rules for high-risk AI.

6.2 Confidential Regulator Access

- Regulators should employ:
- secure access environments,
- confidentiality undertakings,
- behavioural audits without full source code disclosure.

6.3 Accredited Independent Auditors

Nigeria should establish certified AI auditor bodies or embed audit roles in existing cybersecurity centres and universities.

6.4 Statutory Safe Harbour

Developers must receive assurance that disclosures to regulators do not erode trade secret protection.

6.5 Transparency by Design

- Developers should embed:
- explainability tools,
- audit logs,
- fairness testing modules.

7. Conclusion

Nigeria's AI landscape is expanding rapidly, yet oversight is fragmented and transparency obligations are minimal. Trade secrets arevital to Nigeria's innovation economy but cannot justify opacity in systems affecting rights and livelihoods. By adoptingsectorbased auditability duties,confidential disclosure mechanisms, accredited auditors, and clear legal safeharbours, Nigeria can balance accountability and innovation. This paper fills a critical gap by providing the first integrated governance model designed specifically for Nigeria's intuitional, legal, and economic environment.

BIBLIOGRAPHY

Abimbola O, 'AI Governance in Africa' (2021) *African Journal of Legal Studies* 14.
Amnesty International, *Nigeria: Automated Surveillance and Digital Rights* (2021).
CBN, *Consumer Protection Framework* (2016).
Constitution of the Federal Republic of Nigeria 1999 (as amended).
Edwards L and Veale M, 'Slave to the Algorithm?' (2017) 16 *Duke L & Tech Rev* 18.
FCCPA 2018.
Keller P and Aplin T, *Reconciling Trade Secrets and AI Public Transparency* (2024) SSRN.
Matulionyte R and Aranovich T, 'Trade Secrets versus the AI Explainability Principle' in Ricolfi (ed), *Intellectual Property and Artificial Intelligence* (Elgar 2022).
Meyers JM, 'Artificial Intelligence and Trade Secrets' (2018) *Landslide*.
Mylly UM, 'Transparent AI?' (2023) 54 *IIC*.
NITDA, *Nigeria Data Protection Regulation* (NDPR) 2019.
Paradigm Initiative, *Digital Rights in Nigeria 2022*.
SERAP, *Algorithmic Decision-Making and Human Rights in Nigeria* (2021).

PREVALENCE OF OBESITY IN 8 AGED CHILDREN FROM CENTRAL REGION OF MONTENEGRO

Nebojša Pejović
Univerity of Montenegro, Faculty of Sport and Physical Education, 81 400, Nikšić, Montenegro
Viktor Krivokapić
Univerity of Montenegro, Faculty of Sport and Physical Education, 81 400, Nikšić, Montenegro
Ljubica Bošković
Univerity of Montenegro, Faculty of Sport and Physical Education, 81 400, Nikšić, Montenegro
Danilo Ječmenica
Univerity of Montenegro, Faculty of Sport and Physical Education, 81 400, Nikšić, Montenegro

ABSTRACT
Obesity is a chronic disease characterized by an increase in body fat mass to the extent that it leads to deterioration of health and the development of numerous complications. Additionally, obesity affects the reduction of quality of life in direct proportion to the degree of obesity. The main objective of this study was to compare the level of obesity among children aged 8 years in the Central Region of Montenegro five years ago (2019) and in the previous year (2024). The sample in 2019 consisted of 20 participants of both genders (10 boys and 10 girls), as did the sample in 2024 (10 boys and 10 girls). Body mass index (BMI) was used to assess obesity. According to BMI, in 2019, 50% of boys were of normal nutritional status and 10% were obese, while among girls 56.7% were of normal nutritional status and 21.7% were obese. In 2024, 90% of boys were of normal nutritional status and 10% were obese, while among girls 70% were of normal nutritional status and 10% were obese. Based on the results, it can be observed that the number of obese children increased over the five-year period, which indicates concerning findings and a strong need to introduce measures to reduce these percentages, as obesity can lead to the development of many chronic diseases. However, a major limitation of this study is the very small sample size; therefore, further research with a larger sample is necessary.

PERFORMANCE ANALYSIS OF SHORTEST PATH ALGORITHMS

VINAYAKALAKSHMI T
Student of Computer Science and Engineering, Vels Institute of Science and Technology, Pallavaram, Chennai-600117

MOHANAVEL T
Student of Civil Engineering, Annamalai University, Chidambaram-608002
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0002-7877-1481

Abstract
Shortest path algorithms play a vital role in solving routing and optimization problems in computer networks, transportation systems, geographic information systems, and various real-time applications. Selecting an efficient shortest path algorithm is critical, as performance varies depending on graph size, edge weights, and structural properties. This paper presents a detailed performance analysis of widely used shortest path algorithms, namely Dijkstra's algorithm, Bellman–Ford algorithm, and A* search algorithm. The objective of this study is to evaluate and compare these algorithms based on computational efficiency, memory usage, scalability, and accuracy under different graph conditions. The algorithms are implemented and tested on benchmark graph datasets with varying node sizes, edge densities, and weight distributions. Performance evaluation is carried out using metrics such as execution time, number of relaxations, memory consumption, and path optimality. Experimental results demonstrate that Dijkstra's algorithm performs efficiently for graphs with non-negative edge weights, while Bellman–Ford is more suitable for graphs containing negative edge weights despite higher computational cost. The A* algorithm shows superior performance in scenarios where heuristic information is available, significantly reducing search space and execution time. The comparative analysis highlights the strengths and limitations of each algorithm, providing valuable insights for selecting appropriate shortest path techniques for real-world applications.
Keywords: Shortest Path Algorithms, Dijkstra's Algorithm, Bellman–Ford Algorithm, A* Algorithm, Graph Theory, Performance Analysis.

1. Introduction

Shortest path computation is one of the most fundamental problems in graph theory and computer science, forming the backbone of numerous real-world applications. The objective of shortest path algorithms is to determine the minimum-cost path between a source vertex and one or more destination vertices in a weighted graph. Such computations are essential in domains including computer networks, transportation systems, logistics management, geographic information systems (GIS), robotics, and artificial intelligence.

In modern computing environments, graphs often represent large-scale and complex systems such as road networks, communication infrastructures, and social networks. Efficient path computation is therefore critical for ensuring optimal performance, reduced latency, and effective resource utilization. As graph sizes grow significantly, the choice of an appropriate shortest path algorithm becomes increasingly important.

Several algorithms have been proposed to solve shortest path problems; each designed with specific assumptions and constraints. Dijkstra's algorithm is widely used for graphs with non-negative edge weights due to its efficiency and optimality. Bellman–Ford algorithm extends this capability by supporting negative edge weights, although at a higher computational cost. The A* search algorithm introduces heuristic guidance to significantly reduce search space and computation time, particularly in goal-directed pathfinding scenarios.

Despite the availability of these algorithms, there is no universal solution that performs optimally under all conditions. Algorithm performance is influenced by graph characteristics such as size, density, edge weight distribution, and availability of heuristic information. Hence, a detailed performance analysis is essential to understand the trade-offs and practical applicability of each approach.

This paper presents an extensive performance analysis of Dijkstra's, Bellman–Ford, and A* algorithms. The study evaluates their efficiency, scalability, and resource consumption under diverse experimental conditions. The key contributions of this work are as follows:

- Comprehensive evaluation of three widely used shortest path algorithms.
- Analysis of time and space complexity with experimental validation.
- Performance comparison under varying graph sizes and densities.
- Identification of suitable application scenarios for each algorithm.

The remainder of this paper is organized as follows. Section 2 reviews related work. Section 3 discusses theoretical background. Section 4 explains algorithmic details. Section 5 describes the experimental setup. Section 6 presents results and analysis. Section 7 provides comparative discussion. Section 8 outlines application scenarios. Section 9 discusses limitations and threats to validity. Section 10 concludes the paper and suggests future research directions.

2. Related Work

Shortest path algorithms have been extensively studied over the past several decades. Early foundational work by Dijkstra introduced an efficient greedy approach for computing shortest paths in graphs with non-negative edge weights. Bellman independently proposed a dynamic programming-based solution capable of handling negative weights, later refined by Ford.

Numerous studies have analysed the theoretical complexity of these algorithms. Research has shown that Dijkstra's algorithm performs optimally for sparse graphs when implemented with priority queues, while Bellman–Ford remains computationally expensive for large graphs. The A* algorithm, introduced by Hart et al., gained popularity due to its heuristic-driven search strategy, particularly in artificial intelligence and robotics applications.

Recent research has focused on optimizing shortest path algorithms through parallel processing, heuristic enhancement, and hybrid approaches. Comparative studies have evaluated algorithm performance based on execution time, memory usage, and scalability. However, many existing works consider limited experimental scenarios or focus on a single application domain.

This paper extends prior research by providing a broad and systematic experimental evaluation of classical shortest path algorithms under varied graph configurations, offering practical insights into algorithm selection.

3. Theoretical Background

3.1 Graph Theory Fundamentals

A graph is defined as $G = (V, E)$, where V represents a set of vertices and E represents a set of edges connecting pairs of vertices. Each edge may have an associated weight representing cost, distance, or time. The shortest path problem seeks to minimize the total weight from a source vertex to a destination vertex.

3.2 Classification of Shortest Path Problems

Shortest path problems can be classified into single-source, single-destination, single-pair, and all-pairs shortest path problems. This study focuses on single-source shortest path problems, which are common in routing and navigation systems.

4. Shortest Path Algorithms

4.1 Dijkstra's Algorithm

Dijkstra's algorithm employs a greedy strategy to compute the shortest path from a source to all vertices in a graph with non-negative edge weights. It iteratively selects the vertex with the minimum tentative distance and relaxes its outgoing edges.

Time Complexity: O ((V + E) log V) using a priority queue

Space Complexity: O(V)

4.2 Bellman–Ford Algorithm

The Bellman–Ford algorithm uses edge relaxation repeated V−1 times to compute shortest paths. It is capable of detecting negative weight cycles, making it suitable for specific routing scenarios.

Time Complexity: O(VE)

Space Complexity: O(V)

4.3 A* Search Algorithm

The A* algorithm is an informed search technique that combines the actual cost from the source with a heuristic estimate to the destination. The effectiveness of A* largely depends on the admissibility and consistency of the heuristic function.

Time Complexity: Dependent on heuristic quality

5. Experimental Setup

5.1 Dataset Description

The experimental evaluation utilizes both synthetic and benchmark graph datasets. Graphs are generated with varying numbers of vertices ranging from small-scale to large-scale networks, and edge densities are adjusted to represent sparse and dense graphs.

5.2 Experimental Environment

All algorithms are implemented using Python programming language. Experiments are conducted on a standard computing platform to ensure reproducibility.

5.3 Performance Metrics

The following metrics are used for evaluation:

- Execution time
- Memory consumption
- Number of edge relaxations
- Path optimality

5.4 Experimental Procedure

Each algorithm is executed multiple times on each dataset, and average performance values are recorded to minimize randomness.

6. Results and Analysis

The experimental results indicate clear performance differences among the algorithms. Dijkstra's algorithm demonstrates superior performance for graphs with non-negative weights and moderate density. Bellman–Ford exhibits higher computational overhead but remains essential for handling negative weights. A* consistently outperforms other algorithms in goal-oriented searches when an effective heuristic is available.

Scalability analysis shows that Dijkstra's algorithm scales well for sparse graphs, while Bellman–Ford becomes impractical for large graphs. Memory usage remains lowest for Dijkstra's and A* compared to Bellman–Ford.

7. Comparative Discussion

A comparative evaluation highlights that no single algorithm is universally optimal. The choice of algorithm depends on graph characteristics and application requirements. A* is best suited for navigation systems, Dijkstra's algorithm for network routing, and Bellman–Ford for graphs with negative weights.

8. Applications

Shortest path algorithms are applied in:

- Network routing protocols
- GPS navigation and traffic management
- Robotics and autonomous systems
- Game development and AI pathfinding

9. Limitations and Threats to Validity

Potential limitations include dataset bias, heuristic selection for A*, and hardware constraints. These factors are mitigated through controlled experimentation and multiple dataset evaluations.

10. Conclusion and Future Work

This paper presented a comprehensive performance analysis of Dijkstra's, Bellman–Ford, and A* algorithms. Experimental evaluation demonstrates that algorithm efficiency depends heavily on graph properties and application context. Future research will explore hybrid shortest path algorithms, dynamic graph environments, and parallel implementations.

Reference

Dijkstra, E. W. (1959). A note on two problems in connexion with graphs. *Numerische Mathematik, 1,* 269–271. https://doi.org/10.1007/BF01386390

Bellman, R. (1958). On a routing problem. *Quarterly of Applied Mathematics, 16*(1), 87–90.

Ford, L. R. (1956). Network flow theory. *RAND Corporation Research Memorandum*.

Hart, P. E., Nilsson, N. J., & Raphael, B. (1968). A formal basis for the heuristic determination of minimum cost paths. *IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics, 4*(2), 100–107. https://doi.org/10.1109/TSSC.1968.300136

Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., & Stein, C. (2022). *Introduction to algorithms* (4th ed.). MIT Press.

Kleinberg, J., & Tardos, É. (2006). *Algorithm design*. Pearson Education.

Ahuja, R. K., Magnanti, T. L., & Orlin, J. B. (1993). *Network flows: Theory, algorithms, and applications*. Prentice Hall.

Fredman, M. L., & Tarjan, R. E. (1987). Fibonacci heaps and their uses in improved network optimization algorithms. *Journal of the ACM, 34*(3), 596–615.

Goldberg, A. V., & Harrelson, C. (2005). Computing the shortest path: A* search meets graph theory. *Proceedings of the 16th Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms*, 156–165.

Cherkassky, B. V., Goldberg, A. V., & Radzik, T. (1996). Shortest paths algorithms: Theory and experimental evaluation. *Mathematical Programming, 73*(2), 129–174.

Zhan, F. B., & Noon, C. E. (1998). Shortest path algorithms: An evaluation using real road networks. *Transportation Science, 32*(1), 65–73.

Bast, H., Delling, D., Goldberg, A. V., Müller-Hannemann, M., Pajor, T., Sanders, P., Wagner, D., & Werneck, R. F. (2016). Route planning in transportation networks. *Algorithm Engineering*, 19–80.

Russell, S. J., & Norvig, P. (2021). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson.

LaValle, S. M. (2006). *Planning algorithms*. Cambridge University Press.

Korte, B., & Vygen, J. (2018). *Combinatorial optimization: Theory and algorithms* (6th ed.). Springer.

Thorup, M. (1999). Undirected single-source shortest paths with positive integer weights in linear time. *Journal of the ACM, 46*(3), 362–394.

Demetrescu, C., Italiano, G. F., Goldberg, A. V., & Johnson, D. S. (2009). *Shortest path problems: Theory and practice*. Springer.

Papernov, A., & Radyuk, V. (2014). Comparative analysis of shortest path algorithms. *International Journal of Computer Applications, 97*(12), 1–6.

Sedgewick, R., & Wayne, K. (2011). *Algorithms* (4th ed.). Addison-Wesley.

Skiena, S. S. (2020). *The algorithm design manual* (3rd ed.). Springer.

PİYANO'DA STACCATO TEKNİĞİ VE STACCATO ÇEŞİTLERİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

Gökçe GÜVEN
Trakya Üniversitesi, Devlet Konservatuvarı, 22030 Balkan Yerleşkesi /Edirne
ORCID: 0000-0001-8549-414X

ÖZ

Müziği etkili bir biçimde ifade edebilmenin yolu, sağlam bir teknik altyapıdan geçmektedir. Piyano çalma teknikleri arasında temel ve önemli bir yere sahip olan staccato, notanın altına ya da üzerine konulan noktalarla gösterilen ya da "stacc." kısaltmasıyla ifade edilen bir artikülasyon türüdür. Tuşa, yazılan değerden daha kısa süre basılmasıyla sesin kesik, duyurulması esasına dayanır. Terimin kökeni, İtalyan'cadaki "staccare" (ayırmak) sözcüğünden gelmektedir. Piyano literatüründe staccato kullanımına bakıldığında, dönemsel özellikler, bestecilerin ifade anlayışı ve müziğin karaterine bağlı olarak farklı staccato biçimlerinin ortaya çıktığı görülmektedir. Her staccato aynı şekilde icra edilmez. Mezzo-staccato, staccato ve staccatissimo olarak isimlendirilen farklı uzunluklarda uygulanan çeşitleri bulunmaktadır.

Bu çeşitlilik, bestecilerin hayal gücüne dayalı olarak, anlatmak istediği karaktere göre farklı çağrışımlardan doğmuştur. Örneğin, başka bir enstrümandaki staccatonun taklit edilmesi, parmak ucunda sıçrayan bir hareketin betimlenmesi ya da su damlasının yere çarpması gibi imgeler, bu artikülasyonu çeşitlendirir. Piyanistler farklı yorumlamaları yansıtabilmek için parmak staccatosu, bilek staccatosu ve önkol staccatosu gibi teknik yaklaşımlar kullanmaktadır. Eser içerisinde geçen staccato pasajlarda, hangi tekniğin tercih edilmesi gerektiği icracılar açısından önemli bir teknik problem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu çalışmada söz konusu teknik zorluklardan hareketle staccato tekniği ve çeşitleri üzerine açıklayıcı bir yol haritası sunulmuştur. Nitel araştırma yöntemlerinden betimsel araştırma modeli kullanılarak literatürdeki kaynaklar taranmış, ilgili tezler, makaleler, kitaplar ve alanında uzman müzisyenlerin eğitim amaçlı video derslerinden yararlanılmıştır. Yapılan araştırmalar sonunda staccato tekniğinin öğretimine yönelik yöntemler ayrıntılı biçimde ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Staccato, müzik, piyano, artikülasyon

A STUDY ON STACCATO TECHNIQUE AND TYPES OF STACCATO IN PIANO

ABSTRACT

The way to express music effectively is through a solid technical foundation. Staccato, which holds a fundamental and important place among piano playing techniques, is a type of articulation indicated by dots placed under or above the note or expressed by the abbreviation "stacc." It is based on the principle of pressing the key for a shorter time than the written value, resulting in a short, audible sound. The term originates from the Italian word "staccare" (to separate). Looking at the use of staccato in piano literature, it can be seen that different forms of staccato have emerged depending on the characteristics of the period, the composers' understanding of expression, and the character of the music. Not all staccato is performed in the same way. There are different varieties applied in different lengths, named mezzo-staccato, staccato, and staccatissimo.

This diversity stems from different associations based on the composer's imagination and the character they wish to convey. For example, imitating staccato on another instrument, describing a jumping movement on the fingertips, or images such as a drop of water hitting the ground diversify this articulation. Pianists use technical approaches such as finger staccato, wrist staccato, and forearm staccato to reflect different interpretations. In staccato passages

within a piece, the choice of which technique to use presents an important technical problem for performers.
This study presents an explanatory roadmap on staccato technique and its variations, based on these technical difficulties. Using the descriptive research model from qualitative research methods, sources in the literature were scanned, and relevant theses, articles, books, and educational video lessons by expert musicians in the field were utilized. At the end of the research, methods for teaching staccato technique were discussed in detail.
Keywords: Staccato, music, piano, articulation

PREVALENCE OF OBESITY AMONG 6-YEAR-OLD FIRST-GRADE PRIMARY SCHOOL CHILDREN IN HERCEG NOVI AND NIKŠIĆ

Ljubica Bošković
Univerity of Montenegro, Faculty of Sport and Physical Education, 81 400, Nikšić, Montenegro
Danilo Ječmenica
Univerity of Montenegro, Faculty of Sport and Physical Education, 81 400, Nikšić, Montenegro

Obesity is a chronic condition characterized by excessive accumulation of adipose tissue in the body, to a level that may impair health and lead to the development of numerous complications. In children, obesity has a particularly negative impact, as it can adversely affect physical development, psychosocial functioning, and quality of life, and it also represents a significant risk factor for the development of obesity in adulthood. The aim of this study was to determine the prevalence of normal nutritional status, overweight, and obesity among 6-year-old first-grade primary school children from Herceg Novi and Nikšić, using the body mass index (BMI). The study sample consisted of a total of 40 six-year-old first-grade primary school students, divided into two subsamples. The first subsample included 20 students from Herceg Novi (11 boys and 9 girls), while the second subsample included 20 students from Nikšić (10 boys and 10 girls). Body height and body weight were measured in all participants, and body mass index (BMI) was calculated based on the obtained values. According to BMI values, children were classified into the following categories: normal weight, overweight, and obese. The results were presented in percentages.

Analysis of the results for students from Herceg Novi showed that among boys, 36.4% were of normal weight, 27.3% were obese, while 36.3% were overweight. Among girls from Herceg Novi, 44.4% were of normal weight, 11.1% were obese, and the remaining 44.5% were overweight.

The results for students from Nikšić indicated a considerably more favorable nutritional status. Among boys, 90% were of normal weight, while 10% were overweight, with no cases of obesity recorded. Similarly, among girls from Nikšić, 90% were of normal weight, while 10% were overweight, with no cases of obesity observed.

PREVENTION OF PEDIATRIC CARIES USING PIT AND FISSURE SEALANTS: INDICATIONS, MATERIALS, AND TECHNIQUES

By Dr. Saba Safaee, DDS

Abstract

Recent data indicate that approximately 90% of caries in permanent teeth of children occur in pits and fissures. Similarly, the pits and fissures of primary teeth are also at risk, as nearly 44% of carious lesions in primary teeth affect the occlusal surfaces of molars. This increased susceptibility may be attributed to immature enamel and the morphology of pits and fissures. With the advent of adhesive dentistry, placing a physical barrier over susceptible pits and fissures has become an effective method for sealing out cariogenic bacteria and preventing or arresting the carious process. Pit and fissure sealants are low-viscosity materials that flow into pretreated pits and fissures, filling these areas and polymerizing into a hard material that is easier to clean. Sealants can be either resin-based or glass ionomer. Resin-based sealants are considered the material of choice; however, they require proper isolation. When adequate isolation cannot be achieved, glass ionomer sealants may be used as an alternative. The clinical procedure is technique-sensitive and includes cleaning and prophylaxis, isolation, acid etching with 37% phosphoric acid, rinsing and drying, application of the sealant, light curing, and final evaluation of occlusal interference. Sealants should be evaluated at each follow-up visit over a period of at least 18 months to assess marginal integrity, staining, chipping, and any underlying discoloration. Preventive resin restoration (PRR) is indicated when minimal caries, discoloration, or decalcification is present on the occlusal surface. In this procedure, the carious lesion is conservatively removed, and the cavity preparation along with the remaining pits and fissures is restored with a resin-based material, providing both restoration and fissure sealing.Sealants and PRR are effective preventive measures in pediatric dentistry, reducing the risk of occlusal caries when applied correctly.

Keywords: Pit and Fissure Sealants, Preventive Resin Restoration, Pediatric Dentistry

MAGNETIC GRAPHENE OXIDE (MGO): THE BEST SOLUTION FOR REMOVING HEAVY METALS FROM WATER

Prial Chowdhury
University of Chittagong

Only 1% of the water on Earth is readily accessible for human consumption, with freshwater accounting for approximately 3% of the total. Unfortunately, urbanization, industrialization, and global evolution are also a threat to this finite supply of fresh water. In this study, we discussed the removal of heavy metal ions like Pb^{+2}, Cr^{+3}, Cu^{+2}, $Zn^{+2,}$ and Ni^{+2} from the water through the Magnetic Graphene Oxide (MGO) and indicated maximum removal efficiency with efficient reusability of drinking water. By fabricating the surface of graphene oxide (GO) with iron particles (Fe3+), a simple, quick, and easy technique was used to create magnetic graphene oxide (MGO). MGO was characterized using UV-VIS, FT-IR, SEM, XRD, and VSM. Efficient removal of toxic heavy metal ions from the water was studied using Atomic Absorption Spectroscopy (AAS). The adsorption performance of MGO was evaluated by examining the effects of various factors like pH, contact time, temperature, and adsorbent dose. The adsorption processes were spontaneous and endothermic, followed the Langmuir adsorption isotherm and pseudo-second-order kinetics model. The results exhibited that MGO is a competent adsorbent and disinfectant for safe drinking water.

Keywords: Water purification, Magnetic Graphene Oxide (MGO), Heavy metals, Atomic Absorption Spectroscopy (AAS).

PSYCHOLOGICAL EFFECTS OF CORONAVIRUS ON RECEPTION DELINQUENCY IN UNDERGRADUATE STUDENTS

Amara Sahraoui
School for the Deaf and Mute, Khenchela, Algeria

Abstract –*We open the door of our modern world, and we find that today's human beings are floundering in different conflicts, the most important of which are different educational systems that go according to the psychological state of the teacher and the learner. The phenomenon of c coronavirus affected great psychological delinquency for university students because the stone led to the interruption of university students from joining their classes, which affected the psychological state of students who belong to the poor class because they were unable to communicate communicate with modern possibilities and technologies and led them to psychological delinquency that will have unexpected dimensions.*
Keywords – Coronavirus; Psychological statistics; Psychological deviation

QUANTITATIVE EVALUATION OF CRACK GEOMETRY IN METALS THROUGH ULTRASONIC DIFFRACTION ANALYSIS

Associate Professor Dr. Derra Mourad
Faculty of Applied Sciences, Ibn Zohr University, Agadir, Morroco.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-2395-2859

Abstract
The preservation of industrial infrastructure safety and performance has become a crucial issue for future decades. Metallic structures, in particular, are exposed to increasingly demanding mechanical, thermal, and environmental conditions across key sectors such as energy production, transportation systems, civil engineering, and aeronautics. In these harsh environments, identifying internal flaws at an early stage is essential to prevent structural degradation, limit costly shutdowns, and optimize maintenance operations.
Advances in non-destructive testing (NDT) have emerged as an effective response to these challenges. Among the available inspection methods, Time of Flight Diffraction (TOFD) has gained considerable attention due to its efficiency in detecting and characterizing cracks in metallic components. TOFD operates by analyzing the travel times of ultrasonic waves diffracted by the extremities of defects, providing precise information on their location and vertical extent. Compared with traditional techniques, this approach delivers a broader and more reliable visualization of the inspected area while significantly reducing interpretation errors. Because of its accuracy and robustness, TOFD is increasingly employed for assessing welds, pressure tanks, and tubular structures, even those with non-cylindrical geometries such as square sections.
Keywords: Non-Destructive Testing (NDT), Time of Flight Diffraction (TOFD), Ultrasonic Inspection, Crack Detection

STRUCTURAL TRANSFORMATIONS AND EMERGING CHALLENGES IN THE ROMANIAN LABOR MARKET: AN INTEGRATED ANALYSIS OF RECENT TRENDS

Associated Prof. PhD. Brînduşa Mihaela RADU
Institute for Economic Forecasting - Romanian Academy,
Calea 13 september, no. 13, Bucharest, Romanie,
ORCID ID: 0009-0008-8843-5477

Abstract: The Romanian labor market has undergone a profound transformation in the last two decades, influenced by demographic dynamics, structural changes in the economy, labor migration, and the accelerated impact of digitalization. This paper aims to provide a comprehensive analysis of these developments, investigating both the determinants of labor market changes and their consequences on employment, productivity, and regional cohesion. The first part of the study assesses the macroeconomic context, focusing on the transition from traditional labor-intensive sectors (industry, agriculture) to services, technology, and creative industries. This structural change has generated a gap between the skills available and those required by employers, amplifying the phenomenon of "skills mismatch" and increasing the pressure on education and training systems.

An essential element in the dynamics of the Romanian labor market is external migration, which has led to a significant shortage of personnel in sectors such as construction, health, transport or the food industry. The consequences of the labor exodus are reflected not only in the decrease in the availability of qualified workers, but also in the fragmentation of the regional balance, accentuating the differences between economically developed and peripheral areas. In parallel, the labor market is facing an accelerated process of demographic aging, which raises new challenges regarding the sustainability of the employment system and the adaptation of public policies to an increasingly heterogeneous workforce.

Digitalization and the transition to a knowledge-based economy have redefined skill requirements, boosting the demand for specializations in areas such as information technology, data analysis, automation and digital services. In this context, the paper examines how companies and employees in Romania have adapted to new forms of work, highlighting the advantages, limitations and long-term implications of these transformations.

The central conclusion of the study is that the future of the Romanian labor market depends on the capacity of institutional and economic actors to anticipate and manage the complexity of changes, promoting a sustainable and adaptable development model in a constantly evolving global context.

Keywords: labor market, recent trends, structural transformations.

THE IMPACT OF LABOR MIGRATION ON THE LABOR MARKET IN ROMANIA: DETERMINANTS, CONSEQUENCES AND PUBLIC POLICY DIRECTIONS

Associated Prof. PhD. Brînduşa Mihaela RADU
Institute for Economic Forecasting - Romanian Academy,
Calea 13 september, no. 13, Bucharest, Romanie,
ORCID ID: 0009-0008-8843-5477

Abstract: Labor migration is one of the most influential socio-economic phenomena that have marked Romania in the last two decades, deeply shaping the structure of the labor market, wage dynamics and demographic evolution. This paper analyzes the main reasons that determine external migration, focusing on wage differences, working conditions, limited opportunities for professional advancement and the perception of quality of life. The study highlights how these factors contribute to a stable migratory flow, predominantly among young adults and skilled workers, accentuating the "brain drain" phenomenon.

The consequences of migration are assessed both at the macroeconomic level and at the level of local communities. The immediate effects include labor shortages in key sectors, increased pressure on companies to recruit and retain employees, and an increasing shift towards importing workers from outside the European Union. In the long term, migration affects the demographic structure, contributing to a decline in the active population and an accelerated aging process, with direct implications for the sustainability of public pension and social security systems.

At the same time, remittances sent by the diaspora represent a significant financial contribution to the Romanian economy, influencing consumption, private investment and the development of some rural areas. However, dependence on these financial flows can generate vulnerabilities in the context of international economic instability.

The analysis concludes by formulating public policy directions aimed at reducing the negative effects of migration and capitalizing on the potential of the diaspora. These include improving working conditions, stimulating the return of skilled workers, developing professional reintegration programs and adapting training strategies to the requirements of the global labor market. The study emphasizes the need for an integrated approach for the efficient management of the migration phenomenon in Romania.

Keywords: migration, labor market, public policies.

CESAREAN SECTION RATE AMONG WOMEN ADMITTED TO AZADY TEACHING HOSPITAL: A THREE-MONTH OBSERVATIONAL STUDY

Razaw Omar Ibrahim
Kirkuk University, College of Medicine

Background:
Cesarean section (CS) is a critical surgical intervention that can be life-saving for both the mother and the fetus in the presence of specific obstetric complications. However, it carries inherent risks and may lead to long-term maternal and neonatal consequences, as well as implications for future pregnancies. The World Health Organization (WHO) recommends that the CS rate should not exceed 15% of all deliveries.
Aim:
This study aimed to determine the rate of cesarean sections among women admitted to the Gynecology Department of Azady Teaching Hospital, compare this rate with WHO recommendations, and identify the most common indications for CS in the study population.
Methods:
A cross-sectional study was conducted over a three-month period (September 1 to November 1, 2025). A total of 3,119 pregnant women who delivered at Azady Teaching Hospital in Kirkuk City were included. Data were collected using a structured questionnaire covering sociodemographic characteristics, type of delivery, and indications for CS. Cesarean deliveries were classified as either elective or emergency.
Results:
The overall CS rate was 51%, 41%, and 40% for the three consecutive months, respectively. Among CS cases, 67% were elective and 33% were emergency procedures. The most common indication for CS was a previous cesarean scar.
Conclusion:
The observed CS rates significantly exceed the WHO-recommended threshold of 15%, highlighting a concerning trend in obstetric practices at Azady Teaching Hospital. The high proportion of elective procedures, particularly in cases with a history of prior CS, underscores the need for evidence-based guidelines and strategies to promote safe vaginal birth after cesarean (VBAC) and reduce unnecessary CS deliveries.
Keywords:
Cesarean section, vaginal delivery, CS rate, indications, Azady Teaching Hospital

AI INTEGRATION IN CORE BUSINESS SYSTEMS: ERP, CRM, AND WORKFLOW AUTOMATION

S. Reashmi (B.E Second year)
Department of Computer Science Engineering
Kamaraj College of Engineering and Technology
Virudhunagar
Tamilnadu
India

Dr. S. Selvam
Head & Assistant Professor
Department of Computer (AI)
Nadar Mahajana Sangam
S. Vellaichamy Nadar College
Madurai
Tamilnadu
India

1.Abstract

Artificial Intelligence (AI) has emerged as a transformative force in modern enterprises, reshaping how organizations manage data, processes, and customer relationships. The integration of AI into core business systems such as Enterprise Resource Planning (ERP), Customer Relationship Management (CRM), and workflow automation platforms enables organizations to enhance efficiency, improve decision-making, and gain competitive advantage. This paper explores the role of AI in these systems by examining key technologies, applications, benefits, challenges, and future directions. The discussion highlights how AI-driven business systems are redefining operational excellence and supporting intelligent decision-making in the digital era.
Keywords: Artificial Intelligence, ERP, CRM, Workflow Automation, Intelligent Enterprise

2. Introduction

In today's highly competitive and data-driven business environment, organizations are increasingly adopting AI to optimize operations and improve responsiveness. Traditional business systems such as ERP and CRM were primarily designed to record and manage transactions. With the integration of AI, these systems are evolving into intelligent platforms capable of learning from data, predicting outcomes, and automating complex workflows.

AI integration enables organizations to move beyond reactive decision-making toward proactive and predictive strategies. By embedding machine learning algorithms, natural language processing, and intelligent automation into core systems, enterprises can reduce operational inefficiencies, enhance customer engagement, and support strategic planning. This paper examines how AI is transforming ERP, CRM, and workflow automation systems, along with the associated challenges and opportunities.

3. AI in Enterprise Resource Planning (ERP) Systems

Enterprise Resource Planning systems serve as the backbone of organizational operations, integrating functions such as finance, supply chain, manufacturing, and human resources. AI integration significantly enhances ERP capabilities through predictive analytics, intelligent forecasting, and autonomous decision support.

AI-powered ERP systems analyze historical and real-time data to forecast demand, optimize inventory levels, and identify potential disruptions in supply chains. In financial management, AI supports fraud detection, automated reconciliation, and intelligent budgeting. In human resource management, AI enables talent analytics, workforce planning, and employee performance prediction. These capabilities improve accuracy, reduce costs, and enhance organizational agility.

Furthermore, AI-driven ERP systems improve usability through conversational interfaces and intelligent dashboards. Natural language processing allows users to interact with ERP systems using simple queries, making these platforms more accessible to non-technical users and enabling faster, data-driven decision-making.

4. AI in Customer Relationship Management (CRM) Systems

Customer Relationship Management systems focus on managing interactions with customers across sales, marketing, and service functions. AI transforms CRM platforms into intelligent customer engagement systems capable of delivering personalized experiences at scale.

AI-enabled CRM systems apply machine learning to analyze customer behavior, preferences, and interaction history. This enables predictive customer segmentation, churn prediction, and personalized product recommendations. Sales teams benefit from AI-driven lead scoring, which prioritizes prospects based on conversion likelihood and improves revenue performance.

In customer service, AI-powered chatbots and virtual assistants handle routine inquiries, providing instant responses and reducing operational workload. Sentiment analysis tools evaluate customer feedback from emails, social media, and support tickets, enabling organizations to understand customer emotions and continuously improve service quality. Overall, AI integration strengthens customer relationships and enhances long-term loyalty.

5. AI-Driven Workflow Automation

Workflow automation aims to streamline and automate business processes across departments. AI-driven workflow automation extends beyond rule-based systems by enabling processes to learn, adapt, and optimize dynamically.

Technologies such as robotic process automation (RPA), combined with machine learning, automate repetitive tasks including data entry, invoice processing, and compliance reporting. Intelligent workflows identify process bottlenecks, recommend improvements, and dynamically reroute tasks based on workload and priority.

AI-driven automation also supports decision-centric workflows by providing contextual insights and recommendations at critical decision points. This reduces human error, improves consistency, and accelerates execution, ensuring operational efficiency and resilience as organizations scale.

6. Key AI Technologies Enabling Integration

Several AI technologies underpin intelligent business systems. Machine learning enables pattern recognition, prediction, and continuous improvement. Natural language processing supports conversational interfaces, document analysis, and sentiment detection. Computer vision is applied in quality inspection and document verification.

Advanced analytics and knowledge graphs integrate data across ERP, CRM, and workflow systems, providing a unified and contextual organizational view. Cloud computing and AI-as-a-Service platforms further accelerate adoption by reducing infrastructure complexity and implementation costs.

7. Benefits of AI Integration in Core Business Systems

AI integration delivers substantial benefits, including improved operational efficiency through automation and optimization. Predictive and prescriptive analytics enhance decision-making by providing actionable insights.

Customer satisfaction improves through personalized interactions and faster service delivery. Organizations also achieve cost savings by reducing manual effort, minimizing errors, and optimizing resource utilization. Additionally, AI-driven systems enhance agility, enabling rapid response to market changes and disruptions.

8. Challenges and Risks

Despite its advantages, AI integration presents challenges. Data quality and availability are critical, as AI systems depend on accurate and consistent data. Integration complexity may arise when legacy systems are incompatible with modern AI technologies.

Ethical and regulatory concerns—including data privacy, algorithmic bias, and transparency—must be carefully addressed. Organizations also face skill gaps, requiring investment in employee training and change management to ensure successful adoption.

9. Case Examples of AI Integration

Many organizations have successfully embedded AI into core business systems. Global enterprises use AI-driven ERP platforms to optimize supply chains and financial operations. Leading CRM vendors incorporate AI to deliver predictive insights and intelligent customer engagement tools.

In workflow automation, organizations deploy intelligent automation for high-volume processes such as procurement, claims processing, and compliance monitoring. These implementations demonstrate measurable improvements in efficiency, accuracy, and customer satisfaction.

10. Future Trends

The future of AI integration is characterized by increasing autonomy, interoperability, and intelligence. Self-learning systems will continuously optimize processes with minimal human intervention. Integration with technologies such as the Internet of Things (IoT) and blockchain will further enhance data-driven decision-making.

Explainable AI and responsible AI practices will gain importance as organizations demand transparency and trust in automated decisions. As AI capabilities mature, ERP, CRM, and workflow automation systems will evolve into fully integrated intelligent enterprise platforms.

11. Conclusion

AI integration in core business systems represents a significant shift in organizational operations and competitive strategy. By embedding intelligence into ERP, CRM, and workflow automation platforms, enterprises unlock new levels of efficiency, insight, and customer value. Although challenges remain, strategic investment in AI technologies, data governance, and human skills will enable organizations to realize the full potential of intelligent business systems.

12.References

Davenport, T. H., & Ronanki, R. (2018). Artificial intelligence for the real world. Harvard Business Review.
McAfee, A., & Brynjolfsson, E. (2017). Machine, platform, crowd: Harnessing our digital future. W. W. Norton & Company.
Russell, S., & Norvig, P. (2021). Artificial intelligence: A modern approach. Pearson.
Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. Journal of Strategic Information Systems.

REVOLUTIONIZING CANCER DIAGNOSIS: THE POTENTIAL OF 3D PRINTED NANOSENSORS

Babita Gupta
PhD Scholar, Integral University, Lucknow

Abstract: Cancer is a complicated illness with a worldwide impact, requiring ongoing breakthroughs in diagnosis and treatment. The application of 3D printing technology is increasingly recognized as an innovative tool in cancer diagnosis, offering enormous possibilities in detection and surveillance. The study aims to improve early diagnosis and prognosis for patients. 3D printing has become more popular for producing precise, customizable nanosensors with high sensitivity and specificity. The study covers the latest advances in 3D-printed cancer nanosensors. It discusses how inkjet printing, stereolithography, and fused deposition modeling can create intricate nanostructures with increased performance. Design and functionalization strategies for targeting nucleic acids, proteins, and circulating tumor cells are also covered. Nanomaterial-based sensors can detect tumor biomarkers, circulating cells, and extracellular vesicles, improving cancer diagnosis and survival. Integrating 3D-printed nanosensors with fluorescence, electrochemical, and surface-enhanced Raman spectroscopy allows rapid and accurate cancer diagnosis in clinical settings. The publication critically reviews and synthesizes previous research to show how 3D-printed nanosensors could improve cancer diagnosis as well as personalized therapy. The study explores the capacity of 3D-printed nanosensors to bring about significant changes in the field of cancer diagnostics. Using 3D-printed technology and additive manufacturing, these sensors provide exceptional sensitivity and specificity for the early identification of cancer biomarkers. Their ability to be customized allows for specific therapies for various types of cancer, offering substantial progress in precision medicine. The paper analyzes the most recent advancements, obstacles, and potential future opportunities of 3D-printed nanosensors, with a specific focus on their significant impact on transforming cancer diagnosis.
Keywords: 3D printing, Nanosensor, Stereolithography, Cancer diagnosis, personalized therapy,

OVERVIEW OF RIVER CULTURAL TOURISM

Thi Si Bel
Student of the Department of History-Geography-Tourism
School of Political Science, Social Sciences, and Humanities
ORCID NO: 0009-0004-8038-2025
Dr Nguyen Thi Be Ba
Chair of the Department of History-Geography-Tourism,
School of Political Science, Social Sciences, and Humanities
ORCID NO: 0000-0001-6608-2609
Nguyen Mai Quoc Viet
PhD Candidate, VNU University of Social Sciences and Humanities, Hanoi; MA, Can Tho University.

Summary: River cultural tourism is a type of natural tourism, closely linked to the environment, river life, customs, and habits of people living in river areas, especially in the Mekong Delta (MD). When traveling here, visitors can visit and experience typical tourism products such as floating markets, fruit gardens, traditional craft villages, and enjoy local river cuisine. This type of tourism helps bring a feeling of relaxation, closeness to nature, and at the same time contributes to the conservation of natural resources, unique river cultural resources, and contributes to long-term and sustainable development.

I. INTRODUCTION TO RIVER CULTURE

River culture is shaped by natural environmental resources, including a system of rivers, canals, and fresh fruit gardens, as well as fertile land replenished year-round by alluvium flowing from the rivers. This environment is complemented by a temperate climate throughout the year, along with the characteristics of a simple life for river residents. All of the above factors have contributed to creating a unique river culture, marked by a close relationship between people and the natural environment. Therefore, river culture has become a typical symbol, forming the lifestyle of the people in the Mekong Delta; this is also the cultural identity and the soul of the simple, peaceful "nine dragons" land. River culture is closely associated with the daily life of the people; people see rivers not simply as a source of water for daily life, but they consider rivers as a living space, a place for trade, exchange, and entertainment. Favored by nature, the Mekong Delta (MD) is fortunate to have diverse natural landscapes, rich flora and fauna ecosystems, and simple, close-knit lifestyles of the people. River tourism in the Mekong Delta (MD) is increasingly attracting a large number of domestic and foreign tourists. Coming here, visitors can experience interesting activities such as: visiting floating markets, garden tourism, exploring traditional craft villages, enjoying specialties of the river region, immersing themselves in traditional music and art spaces such as listening to Ho or Don Ca Tai Tu, participating in major festivals held annually such as the Southern Folk Cake Festival, the Ngo Ok Om Boc Boat Racing Festival of the Khmer ethnic group. All these interesting activities have created unique tourism products, bringing in a stable source of income, contributing to local economic development, and promoting the image of the friendly and hospitable South.

II. THEORETICAL BASIS

1. Concept of river cultural tourism

The Mekong Delta (MD) is a lucky land chosen by nature to bestow extremely rich natural gifts, possessing a dense network of rivers, vast fruit gardens, extremely rich seafood, shrimp and fish, along with the simple, generous and hospitable people of the West with a life closely connected to the river all year round, all of which have created an extremely unique river culture that other regions cannot match. Because of possessing a culture so unique that no other place can copy, the people of the West have known how to take advantage of the gifts that nature has bestowed, to introduce, spread, and promote to the world, by creating unique tourism products closely associated with the river culture over the centuries. River culture can be considered a special type of cultural tourism with a system of rivers, canals, floating markets, riverside tourism, etc. These are characteristics of the natural environment as well as terrain, geomorphology, combined with cultural factors that affect life, work, customs, beliefs, architecture, and community activities, etc. The purpose of this type of tourism is to bring visitors experiences, as well as see and analyze from historical factors and to cultural identity of riverside residents. Based on natural and cultural, and local factors, Professor Tran Ngoc Them described “river character” as a distinctive cultural trait of the people in this region that captures the essence of harmony with nature, balance, and simplicity in everyday life. The culture of the river includes a range of crafts villages on the rivers , such as completing boats, processing mattresses, processing coconuts, processing jute, traditional folk plays and festivals, floating markets, special traditional music, and renewed opera. River cultural tourism makes use of these values to create distinctive tourism products, and it can realize the return of cultural heritage and the generation of economic income for the local community.

To sum it up, the theoretical foundation of the river culture tourism lies in the integration of natural resources and the particular culture of river regions, thereby resulting in the formation of a unique and sustainable tourism product, and at the same time providing enrichment and an extension to the traditional Indonesian cultural forms.

2. Characteristics of river cultural tourism products

River cultural tourism products are increasingly developed and are continuously exploited and created by people, aiming at the living space of the Mekong Delta. In addition, the natural resource factor plays a very important role in the formation of tourism products. The Deputy Director of the Vietnam National Administration of Tourism - Pham Van Thuy said, "The dominant nature tourism resource that makes the values of the Mekong Delta different and unique from the other regions of the country is the river scene, which is Gardens built along the upper and lower sides of the Mekong River with 9 branches that flow into the sea and a thick canal system, bank, islet, desertion, garden, field and orchard in the riverside and island zone”. We can see that the perfect combination of nature and humans has created extremely unique river cultural tourism products. Some outstanding features of river cultural tourism products are as follows:

- Closely connected with natural rivers: The Mekong Delta (MD) is a region with extremely diverse and rich natural resources, especially the river and canal system. From this condition, it has been favorable to create tourism products associated with natural elements, such as visiting fruit gardens, boating on the river, and visiting gardens.
- Trading and living on rivers: The lives of the majority of people are closely linked to rivers; people and nature are close all year round. The river environment is not only a place to live but also a decisive factor in the economy, culture, and society of local people. With tourism business activities or buying and selling, exchanging goods on floating markets, it shows that the

intelligence and sensitivity of people in harmony with nature are one of the most characteristic factors that create unique features and distinct colors for cultural tourism products.

- Traditional lifestyle and typical beliefs: Due to the strong direct influence of natural factors, people in the river area have formed many habits, customs, and beliefs imbued with indigenous culture. From there, fishing villages and river festivals have been formed.

- Local cuisine: River dishes have a rustic, simple character with meals prepared using fresh products caught directly from nature. Creating dishes with unique features that attract tourists, especially those associated with flood season ingredients such as sour soup, linh fish hotpot, fish noodles, etc., establishes a distinctive culinary foundation for tourism.

- Folk art: With a close connection to rivers, people here have developed a rich collection of folk art inspired by the river environment. The most notable is Don Ca Tai Tu—a music genre recognized by UNESCO (2013) as a representative intangible cultural heritage of humanity. Additionally, there are other music genres such as Ho Song Nuoc, Mai Nhi, Mai Day, and more, which are deeply linked to the spiritual life of the people in the river region and add to the diversity of tourism offerings.

3. Elements that make up river cultural tourism products

River cultural tourism products are formed and developed with the harmonious combination of many different factors. These factors are organized and coordinated smoothly to create unique and characteristic river cultural tourism products. Both maximizing natural resources and balancing with the work of protecting, preserving, and promoting traditional river culture.

- Natural tourism resources: Resources include a system of rivers, canals, a rich and diverse ecosystem of flora and fauna, and vast, lush green fruit gardens, all of which create an extremely favorable tourism environment.

- Cultural tourism resources: including long-standing cultural traditions associated with rivers (including floating markets), lifestyles, customs, beliefs, traditional festivals of riverside residents, folk music and art, typical cuisine of river areas, and traditional craft villages

- Tourist activities: Coming to river cultural tourism, visitors will be able to participate in unique activities such as visiting and shopping at the floating market, experiencing the craft village of making noodles on the river, enjoying seasonal fruits in the garden, participating in festivals and traditional cultural activities of local people, tasting specialties of the river region, watching folk art performances such as Don Ca Tai Tu, Ho Song Nuoc along with many other activities..

- Service infrastructure system: one of the important factors affecting the tourist experience, the service infrastructure here includes the wharf, the road traffic system connecting to river tourism destinations, accommodation facilities such as hotels, homestays, farmhouses connected to nature, food services such as coffee shop chains, restaurants, tourism support services such as tour guides, interpreters knowledgeable about river culture, security measures, order and environmental sanitation to ensure a clean and safe environment for tourists.

- The human factor, especially the local community, plays a key role in creating a tourist destination as well as attracting and retaining customers. The warmth, hospitality, and simple, genuine nature of the riverside people are the invisible soft resources that river tourism attracts. Local people participate in community tourism such as tour guiding, cooking, rowing, storytelling, performing music and art, making handicrafts, and selling local specialties.

4. Factors affecting the development of river cultural tourism products

Although tourism products are diverse and have many attractive spots, river cultural tourism has not really attracted a large number of tourists. The reason may be due to the inadequate development orientation, along with some other influencing factors such as:

- Tourism resources: this is the most important factor determining the formation and development of destinations. If the resources are diverse and attractive, they will attract a large number of tourists, creating the characteristics of the tourism product as natural. Other resources, such as natural resources (rivers, gardens, ...), cultural resources such as customs, traditional festivals, folk beliefs, and performing arts, also have a profound influence.
- Infrastructure and facilities for tourism: Easy and efficient road and waterway transportation systems connecting to destinations influence tourists' accessibility, support services, accommodation, quality and variety of food, amenities, comfort, and safe river cruise boats. All these factors impact tourists' satisfaction and experience.

- Human resources and tourism development in the community: local people's participation in tourism plays a key role in developing products. Their personality, service attitude, skills, and qualifications influence the friendliness and professionalism of tourism products. The team of tour guides and interpreters also plays an important role because they are the ones who introduce and convey information at tourist destinations to tourists, affecting tourists' trust in tourism products.

- Market factors and tourism demand: Currently, tourism demand among travelers is rising, along with the increasing popularity of tourism products. Travelers prefer authentic experiences close to nature combined with indigenous culture, so river tourism products are continually being innovated to satisfy their needs and preferences.

- Impact of climate and environment: although abundant environmental resources bring many advantages, they also face many difficulties due to climate change, causing landslides, saline intrusion, floods, unusual droughts, poor community awareness in environmental protection, causing water pollution problems, littering on rivers, and seriously affecting the activities and experiences of tourists.

- Local policies, planning, and management: participate in managing tourism activities in the area, encourage people to participate in community tourism, and at the same time preserve heritage and develop unique tourism products. Implement regulations on buying and selling activities to avoid soliciting and fragmentation that causes negative feelings towards tourists, control social order and safety to protect and create trust and prestige with tourists.

- Communication and promotion activities: Effective promotion strategies, building brands of river culture products, help attract tourists and enhance the value of destinations, applying digital technology directly affects the level of recognition at destinations, and attracts tourists.

River culture is a profound feature in the lives of Vietnamese people, formed from the long-standing relationship between people and the environment of rivers, canals, and deltas. With geographical features of a dense river network and wet rice agriculture, Vietnamese people have quickly adapted, exploited, and created a culture imbued with "river character".

River culture is clearly expressed in material life (stilt house architecture, boats, floating markets, seafood cuisine), spiritual life (belief in worshiping river gods, Ngo boat racing festival, images of rivers in folk songs, language, art), and in a harmonious, flexible community lifestyle, closely connected with nature.

Especially in the Mekong Delta (MD), river culture is considered one of the typical symbols, creating a unique cultural identity for the Southwest region. Here, floating markets such as Cai Rang, Phong Dien, or the Ngo boat racing festival of the Khmer people, traditional music such as Don Ca Tai Tu... are not only daily activities of the people but also become attractive cultural tourism products.

In today's modern context, river culture is facing many challenges, such as the impact of climate change, urbanization, environmental pollution, and the fact that cultural lifestyles are increasingly fading. In general, river culture is a valuable cultural resource that needs to be preserved and exploited reasonably to develop tourism sustainably, preserving the cultural identity of the nation.

In short, river culture not only reflects the history of residence, labor, and creation of the Vietnamese people, but is also a symbol of harmony between people and nature — a unique cultural heritage that needs to be respected, preserved, and promoted in the new era.

III. CONCLUSION

River culture is one of the typical symbols of the cultural identity of the Mekong Delta (MD). This cultural feature was formed and developed through the process of human exploration, adaptation, and close attachment to the natural environment, creating rich material and spiritual values such as floating market systems, traditional craft villages, festivals, or living habits on the river. In addition, developing river cultural tourism not only contributes to promoting the local economy.

REFERENCES

1. Tran, N. T. (1996*). Foundations of Vietnamese culture.* Ho Chi Minh City University of Science.
2. Master. Nguyen Vuong & Associate Professor. Dr. Nguyen Van Manh. (2021). *Assessment of sustainable tourism development in the Mekong Delta.* Industry and Trade Magazine, No. 6.
3. VietnamPlus. (2025, February*). To make river tourism always an attractive "specialty" of the Mekong Delta.* VietnamPlus.https://www.vietnamplus.vn/de-du-lich-song-nuoc-luon-la-dac-san-hap-dan-cua-dong-bang-song-cuu-long-post1005414.vnp
4. VietnamPlus. (2021, March 23*). "Mekong Delta: Strongly developing unique tourism products in the river region".* VietnamPlus.https://www.vietnamplus.vn/dbscl-phat-trien-manh-cac-san-pham-du-lich-dac-thu-vung-song-nuoc-post700890.vnp
5. Architecture Magazine. (2021, December 1). *Cultural space of the Mekong Delta river.* Architecture Magazine. https://www.tapchikientruc.com.vn/cuoc-thi/khong-gian-van-hoa-song-nuoc-dong-bang-song-cuu-long-giai-ba-loa-thanh-2021.html

STUDY OF STRUCTURAL, MICROSTRUCTURAL AND OPTICAL PROPERTIES OF ZNO, $ZN_{0.90}CO_{0.05}M_{0.05}O$ (M= NA, AL, CD, CU) THIN FILMS BY USP METHOD

Sabrina Roguai
Science of Matter Department, Faculty of Sciences & Technology, University of Abbes Laghrour Khenchela
Algeria

Abstract- Pure and codoped nanocrystalline single-phase films of $Zn_{0.90}Co_{0.05}M_{0.05}O$ (M=Al, Cd, Na, Cu) were successfully synthesized by the ultrasonic spray pyrolysis technique. Structural analysis by X-ray diffraction shows that all films have a hexagonal wurtzite structure with an average crys-tallite size in the range of 19-25 nm. SEM analysis revealed that Cd and Na preserve the shape of the nanopetals observed with the ZnO films, while doping with Al or Cu promotes the for-mation of dense films consisting of nanorods. For optical properties, by applying the Leven-berg-Marquardt least squares method, the experimental transmittance data were perfectly fitted with the transmittance data calculated via a combination of the Wemple-DiDomenico model, the bandgap energy, thickness and refractive index are calculated

Keywords: Thin films; Microstructure; Optical properties

THE EVOLVING ROLE OF PHARMACISTS IN DEPRESSION CARE: A SCOPING REVIEW

S. Deepak
A. Palanisamy
S. Kalaivanan
Lavanya Babu
C.Ravi
K. Dinesh rajan
Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, India-600073

Abstract :
This scoping review explores the global evidence on pharmacists' contributions to depression care, with a particular focus on studies conducted in the Arab region. Across 40 included studies, pharmacists were shown to deliver a wide range of services that support people with depression, from specific single interventions to more comprehensive or team-based management approaches. Most interventions were associated with improved patient outcomes, highlighting pharmacists' value as accessible healthcare professionals who can enhance treatment adherence, provide medication counselling, monitor therapy, and offer support throughout the management process. Despite this positive impact, the review also identified several barriers that limit pharmacists' involvement in depression care, including limited time, insufficient training, and challenges integrating mental health services into routine pharmacy practice. These obstacles suggest a need for greater support, education, and structural changes to optimise pharmacists' contributions. A notable finding is the lack of evidence from the Arab region. Only three studies addressed pharmacists' roles in depression management within the 22 Arab League countries, revealing a significant research gap. Overall, the review demonstrates strong international support for expanding pharmacists' roles in mental health and underscores the importance of further research and policy development, particularly in the Arab region, to fully utilise pharmacists' potential in improving depression-related outcomes.

Keywords: Depression; Management; Pharmaceutical care; Pharmacist; Pharmacy; Pharmacy services.

THE ROLE OF MARKETS IN RURAL DEVELOPMENT: A CASE STUDY OF GBUGBU MARKET IN EDU LOCAL GOVERNMENT AREA, KWARA STATE, NIGERIA

Umar Baba Shaaba
Ahman Pategi University, Kwara State, Nigeria

Babalulu , Madu Saba Mohammadu(PhD)
Department of business and vocational education, University of Nsuka Nigeria.

Abstract
Markets play a critical role in rural development by facilitating the exchange of goods and services, creating employment, enhancing income generation, and strengthening social cohesion. This study investigates the role of Gbugbu Market in Edu Local Government Area of Kwara State, Nigeria. Using a mixed-method approach, the research examines the economic, social, and cultural contributions of the market to the local community. Data were collected through structured questionnaires, interviews, and field observations. Findings reveal that Gbugbu Market serves as a major economic hub that supports agricultural trade, small-scale enterprises, and community development. The study concludes that the market significantly contributes to poverty reduction and recommends improved infrastructure and regulatory support to enhance its performance.
Keywords: Rural development, local market, Gbugbu Market, Edu Local Government, Kwara State, Nigeria, informal economy

1. Introduction

1.1 Background to the Study

Gbugbu Market has evolved into a commercial nerve center not only for Edu LGA but also for neighboring communities. Its strategic location and diversity of traded goods make it a central point for agricultural and non-agricultural transactions.

1.2 Statement of the Problem

Despite the market's significance, there is limited academic documentation on its role in local development. This study seeks to fill that gap by evaluating the contributions and challenges of the market within the context of rural development.

1.3 Objectives of the Study

- To examine the economic impact of Gbugbu Market on Edu LGA.
- To assess the social and cultural relevance of the market.
- To identify constraints affecting the performance of the market.
- To provide recommendations for enhancing the role of rural markets in development.

1.4 Research Questions

1. What economic roles does Gbugbu Market play in Edu LGA?
2. How does the market influence social and cultural life in the community?
3. What are the challenges confronting Gbugbu Market?

2. Literature Review

2.1 Theoretical Framework

The study is anchored on the Structural-Functionalist Theory which views institutions like markets as essential structures that perform critical functions for societal stability and development.

2.2 Empirical Review

Several studies highlight how local markets support rural livelihoods. Adebayo (2020) notes that rural markets in Nigeria contribute significantly to agricultural value chains and employment. Similarly, Olaniyi (2019) emphasizes that markets also function as sites for cultural exchange and social integration. Uzonwanne (2021) and Eze & Okoro (2022) further confirm the importance of infrastructure and regulation in ensuring the smooth operation of such markets.

3. Methodology

3.1 Research Design

A case study design was adopted. Both quantitative and qualitative methods were used to ensure a comprehensive analysis.

3.2 Population and Sample Size

The population includes traders, farmers, buyers, and community leaders. A sample size of 120 respondents was selected using purposive and random sampling.

3.3 Data Collection Methods

- Questionnaires (100 distributed, 92 returned)
- Key Informant Interviews (10 market officials and elders)
- Direct observation

3.4 Data Analysis

Quantitative data were analyzed using descriptive statistics (frequency, percentage, charts), while qualitative responses were thematically analyzed.

4. Results and Discussion

4.1 Economic Contributions

Over 70% of respondents indicated that the market is their primary source of income. It supports farming, artisanal services, and petty trading. The market operates every five days and draws participants from neighboring states.

Table 1: Source of Income from Gbugbu Market

Occupation	Frequency	Percentage (%)
Farming	40	43.5
Artisan/Trading	30	32.6
Transport	10	10.9
Others	12	13.0

4.2 Social and Cultural Impact

The market serves as a venue for communal interaction, cultural festivals, and social networking. It fosters unity among diverse ethnic groups in Edu LGA.

4.3 Challenges Identified

- Poor road infrastructure
- Inadequate sanitation and waste disposal
- Lack of proper market regulation and security

4.4 Discussion

The findings align with prior studies that underscore the market's economic and sociocultural importance. Gbugbu Market serves as a lifeline for many households and remains a unifying symbol for the community.

5. Conclusion and Recommendations

5.1 Conclusion

Gbugbu Market plays a pivotal role in the economic development and social cohesion of Edu Local Government Area. Despite infrastructural and administrative challenges, it remains a key institution for rural sustainability.

5.2 Recommendations

- Government should invest in road and market infrastructure.
- A formal market committee should be empowered to oversee sanitation and security.
- Capacity-building programs for traders on business and financial literacy should be introduced.

References

Adebayo, M. A. (2020). Markets and rural development in Nigeria: A microeconomic analysis. Journal of African Development Studies, 5(2), 34–47.

Olaniyi, T. O. (2019). Cultural and economic dimensions of rural markets in Nigeria. African Economic Review, 11(3), 112–128.

Uzonwanne, M. C. (2021). Informal Markets and Urban-Rural Linkages in Nigeria. International Journal of Social Sciences, 14(1), 59–76.

Eze, P. C., & Okoro, M. (2022). Governance and market development in Nigeria: The role of infrastructure and regulation. Journal of African Governance, 18(4), 222–237.

World Bank. (2021). Local economic development in Sub-Saharan Africa. Washington, DC: World Bank Publications.

Adeyemi, A., & Usman, M. (2020). Market Integration and Economic Development in Sub-Saharan Africa. Abuja: National Institute for Policy and Strategic Studies Press.

Bello, A. M. (2018). "Informal Markets and Urban-Rural Linkages in Nigeria." Nigerian Journal of Economic Development, 14(1), 112–129.

Lawal, K., & Mohammed, Y. (2020). "Infrastructure and Market Performance in Rural Nigeria." West African Development Review, 7(3), 44–6

Obayelu, A. E., & Oyekale, A. S. (2022). "Impact of Rural Markets on Agricultural Livelihoods in North Central Nigeria." Journal of Rural and Community Development, 19(2), 79–94.

Tenuche, M. S. (2021). Local Governance and Market Administration in Nigeria: Case Studies from the Middle Belt. Makurdi: Benue University Press.

Yakubu, I., & Salihu, H. (2019). "Cultural Significance of Periodic Markets in Northern Nigeria." Sociology Today, 15(2), 27–38.

. United Nations Development Programme (UNDP). (2020). Supporting Rural Markets for Sustainable Livelihoods in West Africa. New York: UNDP Reports Series

World Bank. (2021). Nigeria Rural Access and Agricultural Marketing Project (RAAMP): Socio-Economic Baseline Report. Washington, D.C.: World Bank Publications.

THE EFFECT OF CULTIVATION STRATEGY OF CRITICAL THINKING IN DEVELOPING WRITING SKILLS OF COLLEGE STUDENTS

Prof. Dr. Sabeeha Hamza Dehham
College of Basic Education, University of Babylon, Iraq.

Assist. Lect. Murtdha Ayad Mohammed
College of Basic Education, University of Babylon, Iraq.

Abstract

This study investigates the effect of employing cultivation strategies of critical thinking in developing the writing skills of college students. The research aims to determine whether integrating targeted critical-thinking practices—such as analysis, evaluation, inference, and reflective judgment—into writing instruction can enhance students' ability to produce coherent, well-structured, and critically informed written texts. A quasi-experimental design was adopted, involving an experimental group that received instruction based on critical-thinking cultivation strategies and a control group taught through traditional writing methods. Data were collected through pre- and post-tests assessing key writing components including organization, clarity, argumentation, grammatical accuracy, and content development. The results revealed significant improvement in the writing performance of the experimental group compared to the control group, indicating that systematic cultivation of critical thinking positively influences students' ability to generate more analytical and logically constructed written work. The study concludes that embedding critical-thinking strategies into writing pedagogy can effectively strengthen students' writing proficiency and foster higher-order cognitive engagement. Recommendations for curriculum designers and educators are also provided.

Keywords: Cultivation Strategy, Critical Thinking, Writing Skills, College Students.

KOLAY AÇILIR KAPAK PRES HATTI İÇİN VAKUM SİSTEM TASARIMI

Nihat Can BAĞCI
Sarıbekir Ambalaj San. ve Tic. A.Ş., Department of R&D, 10100 Altıeylül, Balıkesir
ORCID: 0009-0004-6463-6080
İbrahim Can TARMAN
Sarıbekir Ambalaj San. ve Tic. A.Ş., Department of R&D, 10100 Altıeylül, Balıkesir
ORCID: 0009-0000-9116-5828
Muhammet Halit KARAKAYA
Sarıbekir Ambalaj San. ve Tic. A.Ş., Department of R&D, 10100 Altıeylül, Balıkesir
ORCID: 0009-0004-2422-0216
Ece ŞENER
Sarıbekir Ambalaj San. ve Tic. A.Ş., Department of R&D, 10100 Altıeylül, Balıkesir
ORCID: 0009-0007-5019-2302

ÖZET
Metal ambalaj sektöründe iki ve üç parçalı kutularda, kolay açılır kapak adı verilen üzerine açma halkası (mandal) bulunan kapaklar kullanılmaktadır. Kolay açılır kapakların üretim aşamasında teneke levhaların iç ve dış kaplama işlemi tamamlandıktan sonra birbirini takip eden ardışık iki pres operasyonu ile sırasıyla *(i)* formsuz kapak üretimi ve devamında form verme işlemleri ile *(ii)* kolay açılır kapak üretimi gerçekleştirilir. Kolay açılır kapak üretimi esnasında kapağın üzerinde bulunan mandal formunun oluşumu için prese "tab şerit" adı verilen galvaniz kaplamalı malzeme besleme yüklenir ve bu Tab şeritler, pres içinde belirli aşamalardan geçerek mandal formunu alır. En son oluşan mandal formu pres içinde kapağın üzerine geldiğinde çakma işlemi gerçekleşir ve kolay açılır kapak formu meydana gelir. Bu kolay açılır kapak form verme operasyonu boyunca metal atıkları (talaş) ortaya çıkar ve toplanmaması durumunda etrafa saçılarak makinede duruşlara sebebiyet ve buna bağlı maddi kayıplara sebebiyet verir. Her makine duruşu ardından ilk üretilen kapaklarda gözlenen açılma zorluğu, mandal kopması v.b. kritik kalite problemleri de üretim verimliliği açısından istenmeyen durumlardır. Yapılan ön pazar araştırmalarında, halihazırda satışı bulunan sistemlerin kolay açılır kapak hat sisteminin çalışma standartlarına uygun olmadığı görülmüştür. Bu gerekçeler göz önüne alındığında metal ambalaj kolay açılır kapak üretim hatları ile uyumlu çalışacak yeni bir vakum sistem tasarımı yapılması gerektiği görülmüştür. Bu çalışmada kolay açılır kapak hattından çıkan metal artıklarının toplanması için sistem tasarımı gerçekleştirilmiştir. Bu işlem özelinde düşünüldüğünde metal artıklarının vakum sistemini aşındırması, metal artıkları üzerindeki yağın vakum sisteminde birikmesi, metal artıklarının keskin kısımlarının sistem içerisinde takılıp zamanla birikerek sistemi tıkaması v.b. pek çok problemi çözmeye yönelik sistem tasarımları yapılması gerekmektedir. Bu kapsamda Solidworks ile 3D tasarımlar ve tasarım doğrulanma çalışmaları yapılmış ve sistem tasarımı başarılı bir şekilde tamamlanmıştır.
Anahtar Kelimeler: Metal ambalaj, kolay açılır kapak, vakum sistem tasarımı, tasarım doğrulama

VACUUM SYSTEM DESIGN FOR EASY-OPEN END PRESS LINE

ABSTRACT
In the metal packaging industry, two- and three-piece cans use ends with an opening ring (tab stock), called easy-open ends. In the production process of easy-open ends, after the internal and external coating of tinplate sheets are completed, two consecutive pressing operations are performed, respectively: (i) unformed end production, followed by forming, and (ii) easy-open end production. During easy-open end production, galvanized material called "tab strips" are loaded into the press to form the tab stock form on the end. These tab strips undergo various

stages within the press to form the tab stock. When the final tab stock form is placed on the end in the press, the rivet process takes place, creating the easy-open end. During this easy-open end forming process, metal chips is generated and, if not collected, scatters, causing machine downtime and associated financial losses. Critical quality issues such as difficulty opening, tab stock breakage, and other issues observed in the first-time ends after each machine stop are also undesirable for production efficiency. Preliminary market research revealed that currently available systems do not meet the operating standards of the easy-open end line system. Considering these reasons, a new vacuum system design compatible with easy-open end production lines for metal packaging was necessary. In this study, a system to collect metal chips generated from the easy-open end line is designed. Specifically, system designs must address numerous issues; including metal chips deforming the vacuum system, oil accumulation on metal chips within the vacuum system, sharp metal chips becoming stucked within the system, accumulation over time and clogging and so on. In this context, 3D designs and design validation were conducted using Solidworks, and the system design was successfully completed.
Keywords: Metal packaging, easy-open end, vacuum system design, design validation

İNGİLİZCE HAZIRLIK OKULU'NDAKİ ORTA SEVİYE ÖĞRENCİLERİNİN TARTIŞMALI DENEME YAZMA BECERİLERİNDE GELENEKSEL YAZMA EĞİTİME KARŞI ELEŞTİREL DÜŞÜNME ODAKLI EĞİTİMİNİN ETKİLERİ

Seray ATALAY
İstanbul Aydın University, MA Programs of the English Language Teaching (ELT) Department
ORCID ID: 0009-0000-9736-2910

ÖZET
Dil pedagojisindeki son değişiklikler, öğrencilerin yazılı argümanlar üretme kapasitelerini geliştirmek için eleştirel düşünme stratejilerinin entegre edilmesinin önemini vurgulamaktadır. Bu bakış açısına dayanan bu çalışma, eleştirel düşünmeye odaklı yazma öğretimi ile geleneksel form odaklı yazma öğretiminin, özel bir üniversitenin İngilizce hazırlık programının orta seviye sınıfına kayıtlı Türk öğrencilerinin tartışma yazısı yazma performanslarında karşılaştırmalı etkilerini incelemektedir. Yarı deneysel olan araştırma, açık bir şekilde eleştirel düşünce odaklı öğretim alan deneysel gruba atanan 15 katılımcı ve gramer, yapı ve model tabanlı yazmaya ağırlık veren geleneksel öğretim alan kontrol grubuna atanan 15 katılımcı, toplamda 30 katılımcıyı içermektedir. Her iki grup deneysel gruba verilen öğretimsel müdahaleden önce aynı konuda bir tartışmalı deneme yazarak ön testi tamamladı. Kontrol grubu geleneksel öğretim alırken deney grubu öğretimsel müdahale süresince eleştirel düşünme tabanlı eğitim aldı. Beş haftalık öğretimsel müdahaleden sonra her iki grup ön sınavdaki aynı konu üzerine başka bir tartışmalı deneme yazarak ardıl sınavlarını tamamladılar ve performansları iddia netliği, destekleyici veriler gibi temel bileşenleri değerlendiren bir tartışmalı deneme puanlama yönergesiyle değerlendirildi. Eşleştirilmiş ve bağımsız örneklem t-testleri kapsayan nicel analizler, her iki öğretim yaklaşımının da öğrencilerin yazma performansında önemli iyileşmelere katkıda bulunduğunu; ancak, deney grubu argümantasyonlarında birçok yönden daha büyük kazanımlar gösterdiğini ortaya koydu. Deney grubu öğrencileri, daha net iddialar ve desteklenmiş kanıtlar, daha sofistike karşı-argüman entegrasyonu içeren denemeler yazdı. Kontrol grubu, organizasyon ve dil kullanımı gibi geleneksel eğitimle ilişkili yüzeysel özelliklerde iyileşme gösterirken, bu kazanımlar bazı değişkenlikler gösterdi. Sonuçlar, eleştirel düşünme eğitiminin yüksek seviye akademik görevler için gerekli olan derin bir bilişsel katılımı teşvik ettiğini göstermektedir.
Anahtar kelimeler: Tartışmalı deneme, geleneksel yazma eğitimi, eleştirel düşünceye odaklı eğitim

THE IMPACTS OF CRITICAL THINKING-FOCUSED VS. TRADITIONAL WRITING INSTRUCTION ON ARGUMENTATIVE ESSAY WRITING SKILLS OF INTERMEDIATE STUDENTS AT ENGLISH PREP SCHOOL

ABSTRACT
Recent shifts in language pedagogy emphasize the importance of integrating critical thinking strategies to enhance students' capacity to produce written arguments. Grounded in this perspective, the present study investigates the comparative impacts of critical thinking-focused writing instruction and traditional, form-oriented writing instruction on the argumentative essay performance of intermediate-level Turkish EFL students enrolled in a private university English preparatory program. Using a quasi-experimental design, the study included 30 participants in total: 15 participants assigned to an experimental group that received instruction focused on critical thinking and 15 participants assigned to a control group that received traditional instruction focusing on grammar, structure, and model-based writing. Both groups completed a

pre-test argumentative essay before instructional intervention for the experimental group. While controlling group kept taking traditional instruction in their writing lessons, the experimental group took critical thinking-based instruction during the instructional intervention. After a five-week period of instructional intervention, both group completed a post-test argumentative essay based on the same prompt with the pre-test, and their performances were evaluated through a scoring rubric for argumentative writing, assessing key components such as claim clarity, supporting data, etc. Quantitative analyses, including paired and independent samples t-tests, revealed that both instructional approaches contributed to significant improvements in students' writing performance; however, the experimental group demonstrated greater gains across multiple dimensions of argumentation. The experimental group students produced essays with clearer claims, well-supported evidence, and more sophisticated integration of counterarguments. While the control group improved primarily in surface-level features associated with traditional instruction, such as organization and language use, these gains displayed greater variability. The results suggest that critical thinking instruction fosters students' deeper cognitive engagement for higher-level academic tasks.
Keywords: Argumentative essay, traditional writing instruction, critical thinking-focused instruction

USING SIGN LANGUAGE AT UNDERGRADUATE LEVEL FOR INCLUSION: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES

Dr Irfan Bashir
Sidra Bano
Prof Dr Yasira Waqar
Dr Afshan Naseem
Prof Dr Rizwan Akram Rana
Dr Almas Shoaib
Dr Aisha Sami
Dr Abdul Malik
Dr Aqila Rafique
Ms Fareeha Sherazi
Ms Yasmin Zohaib
Department of Education, University of Management and Technology, Pakistan

Abstract
Diversity and inclusion serve as valuable assets that foster belonging, equity, and justice for all individuals. However, several barriers hinder the inclusion of students with hearing impairments (SWHI). These include inadequate institutional policies and practices, limited accessibility, insufficient awareness of Deaf culture and sign language, and a shortage of trained and qualified interpreters . The role of a sign-language interpreter is inherently dynamic and adaptable rather than fixed and prescriptive, highlighting the need for interpreters to respond effectively to diverse situations to achieve communication goals across various educational contexts.
The present study aims to identify the challenges that restrict hearing-impaired students' full participation in higher education and to explore how sign-language interpreters can support them in overcoming these obstacles. The study population comprised all sign-language interpreters employed in higher education institutions across District Lahore. Data were collected through semi-structured interviews with five interpreters working in both public and private universities.
The findings reveal multiple challenges faced by interpreters when supporting students with hearing impairments or communication difficulties. These include considerable resistance from colleagues and students, as well as a lack of broader administrative support. The study further underscores the importance of interpreters' knowledge, dedication, and professional commitment, along with the necessity for institutional backing, appropriate resources, and effective methodologies to ensure their success.

Keywords: Sign-language, Higher education, Inclusive learning, Interpreters, Learning impairment, challenges, opportunities

SINIF ÖĞRETMENLERİNİN EĞİTSEL NÖROMİTLERE YÖNELİK İNANÇLARI, BU İNANÇLARIN NEDENLERİ VE ÖĞRETİM UYGULAMALARINA YANSIMALARI

Nuriye Büşra VARLI
Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı, Eğitim Programları ve Öğretim Bölümü, 34220 Esenler, İstanbul
ORCID: 0009-0003-2044-8400
Davut HOTAMAN
Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı, Eğitim Programları ve Öğretim Bölümü, 34220 Esenler, İstanbul
ORCID: 0000-0002-8715-2650

ÖZET
Bu araştırmanın amacı, sınıf öğretmenlerinin eğitsel nöromitlere yönelik inançlarını, bu inançların nedenlerini ve bu inanışların öğretim uygulamalarına yansımalarını incelemektedir. Karma yöntem ile yürütülen bu çalışmada İstanbul ili Silivri ilçesinde görev yapan 38 sınıf öğretmeninden nicel ve nitel veriler bir arada toplanmıştır. Nicel veriler, öğretmenlerin öğrenme stilleri, iki dillilik ve sağ–sol beyin işlevleri gibi yaygın nöromitlere yüksek oranda inandıklarını ortaya koymaktadır. Özellikle "çocukların ikinci dili anadilini tam öğrenmeden öğrenemeyeceği" ve "öğrenme stillerine göre öğretimin şekillenmesi gerektiği" ifadeleri en çok doğru kabul edilen nöromit maddeleri olarak ortaya çıkmaktadır. Teknolojinin beyin gelişimini farklılaştırdığına dair inancı içeren nöromit maddesinde ise kararsızlık oranının yüksek olduğu görülmüştür. Nitel bulgular, öğretmenlerin nöromitlere inanma nedenlerinin üç ana tema altında toplandığını ortaya çıkarmaktadır. Bunlar; kişisel deneyimlere dayalı genellemeler, medya ve popüler bilim söylemlerinin etkisi ve sınırlı nörobilim okuryazarlığıdır. Ayrıca öğretmenlerin bu inanışları sınıf içi uygulamalarına yansıttığı; öğrencilere öğrenme stillerine uygun etkinlik hazırlama, teknolojiyi kullanımını sınırlama veya iki dillilik konusunda ailelere hatalı yönlendirmelerde bulunma gibi pratiklerin yaygın olduğu görülmüştür.
Nicel ve nitel bulgular birlikte değerlendirildiğinde nöromit inançlarının hem pedagojik kararları hem de öğretim süreçlerini doğrudan etkilediği görülmektedir. Çalışma, öğretmen eğitimi programlarında nörobilimsel okuryazarlığın güçlendirilmesine yönelik içeriklerin geliştirilmesi gerekliliğini vurgulamaktadır.
Anahtar Kelimeler: Eğitsel nöromitler, sınıf öğretmenleri, eğitim ve nörobilim, öğretmen inançları

PRIMARY SCHOOL TEACHERS' BELIEFS REGARDING EDUCATIONAL NEUROMYTHS, THE UNDERLYING CAUSES OF THESE BELIEFS, AND THEIR IMPLICATIONS FOR INSTRUCTIONAL PRACTICE

ABSTRACT
The aim of this study is to examine classroom teachers' beliefs about educational neuromyths, the reasons underlying these beliefs, and the ways in which such beliefs are reflected in their instructional practices. Conducted through a mixed-methods design, the study collected both quantitative and qualitative data from 38 primary school teachers working in the Silivri district of Istanbul. The quantitative findings reveal that teachers strongly believe in several common neuromyths, particularly those related to learning styles, bilingualism, and the functions of the left and right hemispheres of the brain. The statements "children cannot learn a second language before fully acquiring their first language" and "instruction should be shaped according to

students’ learning styles” emerged as the neuromyths most frequently endorsed as true. In contrast, the item concerning the belief that technology alters brain development showed a high rate of indecision. Qualitative findings indicate that teachers’ belief in neuromyths can be grouped under three main themes: generalizations based on personal experience, the influence of media and popular science discourse, and limited neuroeducation literacy. The data also show that these beliefs are reflected in classroom practices, such as preparing activities based on learning styles, restricting students’ technology use, and offering inaccurate guidance to families regarding bilingualism.

When evaluated together, the quantitative and qualitative findings demonstrate that neuromyth beliefs directly influence both pedagogical decision-making and instructional processes. The study highlights the need to strengthen neuroeducational literacy within teacher education programs and to develop content aimed at preventing the spread of neuromyths in educational settings

Keywords: educational neuromyhts, primary school teacher, education and neuroscience, tecaher beliefs.

MSc.Selvije Lajqi
ORCID record is https://orcid.org/0009-0001-8777-7028
Faculty of Management in Tourism, Hospitality and Environment, University "Haxhi Zeka"Pejë, UÇK 30000,Pejë, Kosovo
Diana Vokshi
University for Business and Technology (UBT), Pristina Campus, Kalabria District, 10000 Pristina, Kosovo.
Soreja Adzajlic
Faculty of Business in Technology and Economy, University "Haxhi Zeka" Pejë, UÇK 30000, Pejë, Kosovo
Amina Adzajlic
Faculty of agribusiness, University "Haxhi Zeka" Pejë, UÇK, 30000, Pejë, Kosovo

Abstrakti
Shkencat sociale dhe psikologjia ofrojnë një kuptim të thellë të sjelljeve, ndërveprimeve dhe zhvillimeve shoqërore që formësojnë jetën e individëve dhe grupeve. Një nga temat më të diskutuara është **psikologjia e sjelljes dhe ndikimi i teknologjisë në shoqëri**, ku teknologjia digjitale, përfshirë internetin, rrjetet sociale dhe inteligjencën artificiale, ka transformuar mënyrat e komunikimit, të mësuarit dhe të marrëdhënieve ndërpersonale. Ndikimi i saj ka çuar në ndryshime të mëdha në vetë-perceptimin e individëve, izolimin shoqëror dhe ngarkesën psikologjike, duke përkeqësuar në disa raste shqetësimet si ankthi dhe depresioni.Në këtë kontekst, **shëndeti mendor** është bërë një temë kyçe pas **pandemisë COVID-19**, e cila ka shkaktuar pasiguri globale dhe ka rritur stresin psikologjik. Studimet kanë treguar se izolimi social, humbja e aktiviteteve sociale dhe ndryshimet në stilin e jetesës kanë pasur ndikime të mëdha në mirëqenien psikologjike të individëve, sidomos të grupeve të caktuara si fëmijët, të rinjtë dhe të moshuarit.Një tjetër dimension i rëndësishëm është **ndikimi i globalizimit në shoqëritë e ndryshme**, ku ndarjet kulturore dhe ekonomike janë thelluar. Globalizimi ka sjellë mundësi për zhvillim, por gjithashtu ka rritur ndjenjat e humbjes së identitetit dhe tensioneve kulturore. Për më tepër, globalizimi ka ndikuar në mënyrën se si shoqëritë menaxhojnë sfidat e shëndetit mendor dhe të mirënjohur sociale. Ky kërkim ka për qëllim të eksplorojë ndikimet komplekse të këtyre faktorëve në shoqërinë bashkëkohore, duke ofruar një kuptim të plotë të sfidave dhe mundësive që krijon ky kontekst global.
Fjalët kyçe: Psikologjia e sjelljes, teknologjia, shëndeti mendor, pandemia COVID-19, globalizimi, shoqëria, ndikimi kulturor.

ESTETİK MÜZİK EĞİTİMİNDE BİÇİM VE İFADE DENGESİNİN FELSEFİ YOLCULUĞU: "Pisagor'dan Reimer"a

Damla IŞIK
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Müzik Eğitimi Bilim Dalı, Güzel Sanatlar Eğitimi Anabilim Dalı, 14030 Gölköy / BOLU
ORCID: 0000-0002-9223-2647
Dr. Öğr. Üyesi Pınar ÇELİK DEMİRAY
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Müzik Eğitimi Bilim Dalı, Güzel Sanatlar Eğitimi Anabilim Dalı, 14030 Gölköy / BOLU
ORCID: 0000-0002-7376-3661

ÖZET
Müzik sanatının tarih boyunca önemli düşünürler tarafından ele alınması, müziğin anlamını, felsefesini ve insan ruhunun derinliklerini anlamamıza yönelik kanıtlar sunmuştur. Bu süreçte hem müziğin gelişimini hem de felsefi değerini tanıma fırsatı doğmuştur. Birçok önemli filozof müziğin doğasını anlamamıza yardımcı olacak öğretiler vermiş, müziği farklı yönlerden ele alarak müziğe bakabileceğimiz pencereler açmışlardır. Tüm bu öğretiler sonucunda farklı fikirlerin doğmasıyla birlikte müzik felsefesinde alt başlıklar oluşmuş karşıt ve farklı görüşler ile gelişerek dönüşmüştür. Söz konusu bu çalışmada, kronolojik olarak müzik felsefesinin evriminden bahsederken aynı zamanda müzik felsefesi ve estetik müzik eğitimi perspektifinde yer alan biçimcilik ve duyguların temsilcileri ve düşüncelerine yer verilmiştir. Bu bağlamda, Antik Yunan'dan 20. yüzyıla kadar müzik felsefesinin temel sorunsallarından biri olan biçimcilik (formalizm) ve duygular (dışavurumculuk) arasındaki çatışmayı inceleyerek, bu ikilemin müzik eğitimindeki felsefi temellerini analiz etmeyi amaçlamaktadır. Pisagor ve Hanslick'in temsil ettiği matematiksel/biçimsel yaklaşım ile Platon, Wagner ve Schopenhauer'un temsil ettiği duygusal/metafiziksel yaklaşım karşılaştırılarak müziğin psikolojik etmenleriyle birlikte müzik eğitimi perspektifi incelenmiştir. Bu bağlamda biçimsel yetkinlik ile duygusal derinliğin bütüncül bir yaklaşımla ele alındığı "tamamlanmış bir müzik" anlayışı sunulmuştur. Pisagor ile başlayan müzik felsefesi hareketinin, günümüz temsilcilerinden olan müzik eğitimci Bennett Reimer ile ulaştığı anlayış ele alınarak günümüz müzik eğitim yaklaşımına yön verecek sonuçlar yapılandırılmıştır. Ayrıca çalışma sonucunda, müzik eğitiminde teknik yetkinlik (biçim) ile ifadesel derinliğin (duygu) birleştirildiği "Geliştirilmiş Biçimcilik" ve "Estetik Eğitim" temelli bütüncül bir model önerilmektedir. Söz konusu bu önerilerin gelecek çalışmalara ışık tutması, müzik eğitiminde uzlaşmacı ve bütüncül bir yaklaşımla tarihsel temellerle sunulması sonucu eğitimsel temsili oluşturması, hem de literatüre katkıda bulunması amaçlanmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Müzik Eğitimi, Estetik Müzik Eğitimi, Müzik Felsefesi, Reimer.

THE PHILOSOPHICAL JOURNEY OF THE BALANCE OF FORM AND EXPRESSION IN AESTHETIC MUSIC EDUCATION: "From Pythagoras to Reimer"

ABSTRACT
Throughout history, the examination of music by major thinkers has provided evidence that deepens our understanding of music's meaning, philosophy, and its connection to the human soul. This intellectual process has created a framework for recognizing both the development of music and its philosophical significance. Many influential philosophers have contributed ideas that clarify the nature of music, approaching it from various perspectives and opening

new interpretive windows. These diverse viewpoints led to the emergence of different ideas and subfields within music philosophy, which evolved through contrasting and complementary approaches. This study discusses the chronological evolution of music philosophy and includes the representatives and ideas of formalism and emotionalism, two central dimensions of music philosophy and aesthetic music education. In this context, it aims to analyze the philosophical foundations of the long-standing debate between formalism and emotional expression (expressionism), a core issue from Ancient Greece to the twentieth century. The mathematical–formal approach of Pythagoras and Hanslick is compared with the emotional–metaphysical perspective of Plato, Wagner, and Schopenhauer, and these views are examined together with psychological factors relevant to music education. Within this framework, a concept of "complete music" is proposed, integrating formal competence and emotional depth through a holistic perspective. Bennett Reimer's contemporary understanding, shaped by the philosophical movement that began with Pythagoras, is also evaluated, and conclusions are drawn to inform modern approaches to music education. Finally, the study offers a holistic model based on "Enhanced Formalism" and "Aesthetic Education," combining technical proficiency with expressive depth. These proposals aim to inform future research, present a balanced and historically grounded educational approach, and contribute meaningfully to the literature.
Keywords: Music Education, Aesthetic Music Education, Music Philosophy, Reimer

SPATIAL MULTICRITERIA ANALYSIS USING GIS FOR GREEN HYDROGEN (GH_2) PRODUCTION SUITABILITY MAPPING

Amina Yahia
Institute of Urban Management Techniques, Oum el Bouaghi University, Algeria.
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3782-1713

Abstract:
The viability of a green hydrogen economy in Algeria depends on successfully exploiting its green energy production, water availability, and its potential to convert to hydrogen. Identifying optimal production sites should encompass the entire hydrogen value chain, while considering all elements influencing the levelized cost of hydrogen (LCOH). This comprehensive approach can ensure the sustainable development of a hydrogen economy in Algeria, while providing insight into potential synergies between the actors involved. This would improve the efficiency of the value chain and potentially reduce the LCOH.
Stable production of green hydrogen requires a constant supply of sustainable energy. Fortunately, Algeria has abundant solar and wind resources suitable for large-scale green hydrogen production. The strategic approach of harnessing both solar and wind sources offers significant benefits. This synergy enhances the stability of sustainable energy supply by mitigating the production fluctuations inherent in variable renewable resources. [1]
This article has been developed to document and deepen knowledge on green hydrogen (GH_2) from existing research and policy documents. The demonstrated knowledge is expected to contribute to a better understanding of the factors relevant to the optimal location of GH_2 production facilities.
The second objective is to use the knowledge developed under the first objective to identify optimal locations and regions for GH_2 production using wind and solar energy. This includes the process and methodology used to leverage geographic information systems (GIS) to identify optimal locations for Algeria's GH_2 production facilities. The document details the factors incorporated into the evaluation process, fully explaining the logic behind the importance or weighting assigned to each factor. The analysis results are discussed, and relevant questions to improve the process in future evaluations are presented.
As part of this study, three green hydrogen production scenarios are established:

- Scenario 1: Large-scale pilot sites with an electrolyser capacity of 20 to 50 MW,
- Scenario 2: Industrial sites with an electrolyzer capacity of 200 to 400 MW,
- Scenario 3: Giga-sites with an electrolyzer capacity of 2 GW.

For each of the three GH_2 production scenarios, typical configurations including electrolyzers, wind, and solar energy were established. The analysis starts with a 1 MW electrolyzer as a reference. Using current technological data, the potential production of hydrogen is calculated based on different capacity factors (CFs).
Keywords: Green Hydrogen (GH2), Hydrogen Economy in Algeria, Optimal Production Sites, Solar Energy in Algeria, Wind Energy in Algeria, Geographic Information Systems (GIS), Site Selection Methodology.

SPINACIA OLERACEA L. (SPINACH): A PHYTOTHERAPEUTIC RESOURCE FROM THE MOROCCAN CENTRAL PLATEAU – PHARMACOLOGICAL ACTIVITIES AND HEALTH POTENTIAL

Jaayefar Fatima-ezzahra
Belahbib Nadia
Zidane Lahcen
et Dahmani Jamila
Laboratoire des Productions végétales, animales et agro-industrie

Abstract
Spinacia oleracea L. commonly known as *Spinach* is an important vegetable grown and eaten in Morocco either on the higher plateaus or at lower elevations. Apart from its well know and documented nutritional value it has also shown great potential as a therapeutic agent in numerous pharmacological studies. Spinach contains many bioactive substances such as flavonoids (quercetin, kaempferol), carotenoids (lutein, β-carotene), phenolic acids (p-coumaric acid) and vitamins (C, E, A); these compounds are responsible for its very potent antioxidant capacity and ability to scavenge free radicals and protect against gamma radiation induction of oxidative stress. Various preclinical studies have shown a hepatoprotective effect of *Spinacia oleracea L*. with restoration of liver parameters following intoxication with carbon tetrachloride, an anti-inflammatory effect, and antiproliferative behavior by inhibition of the activity of DNA polymerases and inhibition of cell proliferation in human gastric cancer cells. Central nervous system (CNS) depressant effects of spinach have also been demonstrated through modulation of levels of brain monoamines, with anthelmintic effects having also been observed in research studies. Historically, *spinach* has been employed in the Ayurvedic and Unani systems of medicine for the treatment of inflammatory conditions, urinary kidney stones and liver disease. In the context of Morocco, where spinach is relatively easy to grow in the central plateaus, it is deserving of increased recognition. The purpose of this review paper is to consolidate scientific literature providing information regarding the pharmacological activity of *Spinacia oleracea* as an abundant source of natural active compounds for use in the field of health and contemporary phytotherapy.
Keywords: *Spinacia oleracea*, spinach, pharmacology, antioxidant, hepatoprotection, anticancer activity, Moroccan central plateau, phytotherapy.

EXPLORING STRATEGIC DECISION-MAKING THROUGH THE LENS OF MANAGEMENT ACCOUNTING IN NIGERIAN ORGANIZATIONS

Umar Baba Shaaba
Department of Accounting
Ahman Pategi University, Kwara State, Nigeria
ORCID DETAILS https://orcid.org/0009-0007-5789-8690

Abstract
This study examines the role of management accounting in enhancing strategic decision-making in Nigerian organizations. With a focus on public and private sector operations, it explores how budgeting, variance analysis, and performance measurement influence managerial choices. The study adopts a qualitative and descriptive approach, using existing literature and organizational case studies. Results show that while management accounting tools are increasingly applied in Nigeria, their impact on strategic decisions is limited by data reliability, skill gaps, and weak integration with long-term planning. The paper concludes with recommendations for policy reforms and capacity building to strengthen strategic alignment.

1. Introduction

Strategic decision-making plays a central role in determining the long-term success of any organization. Management accounting offers a framework through which organizations plan, control, and evaluate financial and non-financial performance (Drury, 2018). In Nigeria, increasing complexity in the business environment has heightened the relevance of management accounting practices
.

However, many organizations in Nigeria still rely on traditional financial accounting without fully integrating management accounting tools that facilitate strategic decisions (Okoye et al., 2016). This paper explores how management accounting contributes to strategic decision-making and identifies the challenges limiting its full adoption.

Objective: To evaluate the influence of management accounting practices on strategic decision-making in Nigerian organizations.

2. Literature Review

2.1 Conceptual Framework

Management accounting is concerned with providing relevant information for internal use by managers. It includes tools such as budgeting, variance analysis, activity-based costing (ABC), and balanced scorecards (Kaplan & Norton, 2004). These tools support strategic planning, performance management, and resource optimization.

2.2 Strategic Decision-Making

Strategic decision-making involves high-level organizational choices that shape the direction of the firm. Such decisions require both financial and non-financial data, which management accounting provides through integrated performance measures (Anthony & Govindarajan, 2007).

2.3 Management Accounting in Nigeria

Studies show that while large organizations in Nigeria are aware of modern management accounting tools, usage is still limited by infrastructure, training gaps, and resistance to change (Akinyele & Ogunlade, 2020; Ibadin & Imade, 2021). Public sector adoption is particularly weak due to bureaucratic inertia.

3. Analysis and Discussion

3.1 Budgeting and Forecasting

Budgeting remains the most common management accounting tool in Nigeria. Organizations use it to allocate resources and monitor performance.

Tool	Usage Rate	Sector
Budgeting	85%	Public & Private
Variance Analysis	60%	Mostly Private
Activity-Based Costing	25%	Large Corporates
Balanced Scorecard	18%	MNCs & NGOs

Source: Adapted from Okoye et al. (2016) and Ibadin & Imade (2021)

3.2 Case Example: Dangote Group

Dangote Group integrates cost management systems and performance dashboards to align operations with long-term strategic goals. This illustrates the potential impact of management accounting tools when properly implemented (Owolabi & Makinde, 2019).

3.3 Challenges

- Inadequate Data Systems: Many firms lack real-time data for decision-making (Akinyele & Ogunlade, 2020).
- Skill Gaps: Lack of trained management accountants reduces tool adoption.
- Organizational Culture: Resistance to change limits the shift from traditional accounting.

4. Conclusion and Recommendations

Management accounting provides powerful tools that can enhance strategic decision-making in Nigerian organizations. While usage is growing, its potential remains underutilized due to systemic challenges.

Recommendations:

1. Capacity Building: Organizations should invest in training staff on modern tools.
2. System Integration: ERP and real-time reporting should be prioritized.
3. Policy Reform: Government and regulators should promote management accounting education and incentives for adoption.

Future studies should include field surveys across multiple industries to gather primary data and explore sector-specific practices

References

- Akinyele, F. A., & Ogunlade, O. (2020). The role of management accounting practices in organizational decision-making in Nigeria. International Journal of Accounting and Finance, 9(2), 45–60.
- Anthony, R. N., & Govindarajan, V. (2007). Management control systems (12th ed.). McGraw-Hill Education.
- Drury, C. (2018). Management and cost accounting (10th ed.). Cengage Learning.
- Ibadin, P. O., & Imade, S. O. (2021). Evaluation of modern management accounting tools in Nigerian SMEs. African Journal of Business Management, 15(3), 112–123.
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2004). Strategy maps: Converting intangible assets into tangible outcomes. Harvard Business School Press.
- Okoye, E., Akenbor, C. O., & Ibanichuka, E. (2016). Adoption of strategic management accounting practices by manufacturing firms in Nigeria. Journal of Management Research, 8(2), 40–52.
- Owolabi, S. A., & Makinde, O. G. (2019). Impact of management accounting tools on strategic business performance: Evidence from Dangote Group. Nigerian Journal of Accounting Research, 15(1), 23–37.

DETERMINATION OF RESIDUAL NITRITE IN MEAT PRODUCTS WITH NATURAL PRESERVATIVES ADDITION

Marsida SULO
University "Luigj Gurakuqi", Faculty of Natural Sciences, Department of Chemistry, Albania
Ilirjana BOCI
Tirana University, Faculty of Natural Sciences, Department of Industrial Chemistry, Tirana, Albania
ORCID: 0009-0005-1010-056X
Elda RAMA
Quality Manager in Meat Processing Plant, Tirana, Albania

ABSTRACT
Meat and meat processed products consumption is increasing worldwide. But the use of traditional preservatives based mainly on chemicals such as sodium nitrite or sodium nitrate, has increased the concern to the consumers about the safety of meat products. Though the recent studies has confirmed that moderate use of sodium nitrite in meat products and coaddition of other additives such as ascorbic acid, or salt of ascorbic acid, pH control, temperature of processing, all prevent the nitrosamines formation, it has been a grown interest in natural preservatives use. To guarantee the safety of meat products from Clostridium Botulinum, except for natural preservatives based on plant polyphenols extracts a small amount of sodium nitrite much lower than normal dose traditionally used, is added in meat badder. This presentation aims at showing that in low residual nitrite content in final meat product, a selective and sensitive analytical method should be used to accurately quantify the nitrite content. Two UV Vis spectrophotometric methods are used in the study: AOAC method based on nitrite extraction by water at 80°C for 2h without prior deproteination and the ISO method 2918:1975 based on deproteination by a clarification step. Colorimetric determination is further based on the measurement of the colored complex intensity at 540nm. The results of the analysis have shown that AOAC method gives significant errors in low residual nitrite because of interferences of meat extract in the sample aliquot. The sensitivity of the calibration curve of AOAC method is lower compared to ISO method giving unreliable results in quantification of low level of nitrite. The authors reccomends using ISO method for low residual nitrite levels occurring in meat products preserved by plant antioxidant preservatives with small addition of nitrite.

Keywords: Meat processed products, residual nitrite, natural preservative, SF UV Vis method

SUSTAINABLE RETAIL ENVIRONMENTS: A DESIGN-BASED EXPLORATION OF ZERO-WASTE GROCERY STORES

Ayesha Zulfiqar
Interior Designer Lahore, Pakistan
Farhana Naz
Assistant Professor, Lahore College for Women University, Faculty of Arts and Social Sciences, Interior Design Department, Lahore, Pakistan.
ORCID Number: https://orcid.org/0009-0000-9495-5489
Maryam Usman
Visiting Assistant Professor, Lahore College for Women University, Faculty of Arts and Social Sciences, Interior Design Department, Lahore, Pakistan

Abstract

Grocery stores, as a common form of retail chain, play a pivotal role in shaping consumer behavior and environmental responsibility. The idea of a sustainable grocery store extends beyond the traditional shopping experience to create an ethical, economical, and eco-friendly space where waste materials are minimized, reused, and transformed into resources. These stores aim to eliminate plastic packaging by promoting alternatives such as refill stations and encouraging customers to bring their own reusable containers. The primary goal is to reduce dependency on single-use plastics while promoting the guiding principles of the 3Rs: Reduce, Reuse, and Recycle.

This research adopts a design-based methodology to conceptualize and evaluate sustainable grocery stores. Site observations, spatial analysis, and case studies of existing zero-waste and green stores are employed to identify design elements that enhance user experience, operational efficiency, and environmental performance. The methodology focuses on how interior layouts, material selection, circulation patterns, and display systems can be optimized to encourage sustainable practices. Attention is also given to the integration of renewable energy systems, natural lighting, and ventilation strategies to further reduce ecological footprints.

Findings reveal that well-planned design solutions not only facilitate resource conservation and energy efficiency but also create environments that positively influence customer participation in sustainability. By prioritizing non-toxic, recyclable, and locally sourced materials, these stores foster trust and engagement within communities. Moreover, aligning with the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs), sustainable grocery stores serve as prototypes for environmentally responsible retailing, offering a replicable model that balances ecological impact with commercial viability.

Keywords: *Sustainable design, zero waste grocery store, 3Rs (Reduce, Reuse, Recycle), green building, resource conservation, user-centered design, renewable energy integration.*

NAKİT ETKİN VERGİ ORANI İLE SERMAYE YOĞUNLUĞU ARASINDAKİ İLİŞKİ: BISTTE BİR UYGULAMA

Doç. Dr. Yusuf KURT
Van Yüzüncü Yıl Universitesi
ORCID ID: /0000-0002-1071-4205.

ÖZET
Bu çalışmada Borsa İstanbul'da gıda ve içecek sektöründe işlem gören firmaların nakit etkin vergi oranları ile sermaye yoğunlukları arasındaki ilişkinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda 2014-2024 yılları arasındaki verilerin analiz edildiği çalışmada nakit etkin vergi oranı; ödenmiş vergilerin vergi öncesi kara bölünmesi suretiyle hesaplanmıştır. Sermaye yoğunlukları ise toplam duran varlıklar ile toplam aktiflerin bölünmesi ile elde edilmiştir. Çalışmada kontrol değişkeni olarak ise işletme büyüklüğü değişkeni kullanılmıştır. Panel veri analizinin kullanıldığı çalışmadan elde edilen sonuçlara göre işletmelerin nakit etkin vergi oranları ile işletme büyüklüğü arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki belirlenirken, nakit etkin vergi oranları ile sermaye yoğunlukları arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.
Anahtar Kelimeler: Nakit Etkin Vergi Oranı, Sermaye Yoğunluğu, BIST, Panel Veri

THE RELATIONSHIP BETWEEN CASH EFFECTIVE TAX RATE AND CAPITAL INTENSITY: AN APPLICATION ON THE BIST

ABSTRACT
This study aimed to determine the relationship between cash effective tax rates and capital densities of companies listed on the Borsa Istanbul food and beverage sector. In this study, data from 2014 to 2024 were analyzed. The cash effective tax rate was calculated by dividing paid taxes by pre-tax profit. Capital densities were obtained by dividing total fixed assets by total assets. The study used firm size as a control variable. According to the results obtained from the study using panel data analysis, a positive and significant relationship was found between cash effective tax rates and firm size, while no significant relationship was found between cash effective tax rates and capital densities.
Keywords: Cash Effective Tax Rate, Capital Intensity, BIST, Panel Data

1. GİRİŞ
Vergi, ülkelerin ana gelir kalemini oluşturmakta ve kalkınma konusunda öncü bir rol oynamaktadır. Ülkeler elde ettikleri vergi ve diğer gelirlerle alt ve üst yapı gibi çok farklı gider kalemlerine yatırımlarını yaparak, vatandaşlarının tüm imkanlardan faydalanmasını amaçlamaktadır. Kişisel veya kurumlar açısından vergi gider doğuran bir eylemdir. Şirketler, vergi hükümleri ve düzenlemelerindeki boşluklardan faydalanarak vergi ödemelerini mümkün olduğu kadar en düşük değerle karşılamaya çalışmaktadır (Indrawan ve ark., 2021). Bu eylem için şirketler karını düşük raporlamaktadırlar.

Vergi Usul Kanunu (VUK) Madde 359'da ;

*"Defter ve kayıtlarda hesap ve muhasebe hileleri yapanlar, gerçek olmayan veya kayda konu işlemlerle ilgisi bulunmayan kişiler adına hesap açanlar veya defterlere kaydı gereken hesap ve işlemleri vergi matrahının azalması sonucunu doğuracak şekilde tamamen veya kısmen başka defter, belge veya diğer kayıt ortamlarına kaydedenle*r ile *Defter, kayıt ve belgeleri tahrif edenler veya gizleyenler veya muhteviyatı itibariyle yanıltıcı belge düzenleyenler veya bu belgeleri kullananlar"* **hakkında on sekiz aydan beş yıla kadar hapis cezasına hükmolunucağı ifade edilmektedir.**

Nakit etkin vergi oranı hesaplanarak tespit edilen vergi kaçırma durumunun önüne geçilebilmesi için "Vergi Kayıp ve Kaçağına İlişkin İhbar Bildirimi" sistemi hayata geçirilmiştir. Son yıllarda gündemde yer alan "elden kira almak", "IBAN'a atılan paralara inceleme" gibi haberler, Türkiye'de vergi denetimlerinin ve vergi bilincinin giderek arttığını ortaya koymaktadır. Devletin en temel gelir kaynağı olan vergilerin tam ve eksiksiz toplanması, kamu hizmetlerinin sürdürülebilirliği açısından zorunludur. Ancak bazı kişiler, vergiyi kasten eksik beyan ederek ya da hiç beyan etmeyerek kanunlara aykırı hareket etmekte ve bu durum ciddi yaptırımlara bağlanmaktadır. İşte bu noktada, Vergi Kaçırma (Tax Avoidance) suçu gündeme gelmektedir.

Bir şirketin vergi ödemesini etkileyebilecek bir diğer faktör de sermaye yoğunluğudur Sabit kıymetlere yatırılan şirket serveti miktarına sermaye yoğunluk oranı denir. Bu faktörler, efektif vergi oranını doğrudan etkiler. Şirketin sabit kıymetlerinin amortismanı nedeniyle yıllık olarak vergi kesintisi yapması, böylece amortisman giderinin sabit kıymet amortismanının yıllık indirilebilir bir maliyeti haline gelmesi sağlanır (Fadhilah, 2014)

Sabit kıymetlerin amortisman maliyetleri, vergi öncesi kârdan düşülebilir, böylece şirketteki sabit kıymetlerin oranı şirketin efektif vergi oranını (ETR) etkileyebilir. Dolayısıyla, sabit kıymetlerin amortisman maliyetleriyle olan oranı ne kadar yüksekse, şirketin ETR değeri o kadar düşük olur (Susilowati vd., 2018). Dolayısıyla, düşük ETR değerine sahip şirketler, bu şirketlerde yüksek vergi kaçınma uygulamalarının olduğunu gösterir. Bu, Dharma ve Ardiana (2016) tarafından yapılan ve sermaye yoğunluğu oranının vergiden kaçınma üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu belirten bir araştırmayla desteklenmektedir. Teoriye ve önceki araştırmalara dayanarak, bir şirketin sermaye yoğunluğu oranı ne kadar yüksekse, yönetimin vergi kaçınma çabalarının da o kadar yüksek olduğu sonucuna varılabilir (Darsani & Sukartha, 2021).

Bu çalışmada ise işletmelerin vergi kaçırma eylemleri üzerinde sermaye yoğunluklarının bir etkisi olup olmadığı ele alınacaktır.

2. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

Bu başlık altında Borsa İstanbul'da 2014-2024 yılları arasında gıda ve içecek sektöründe işlem gören firmaların nakit etkin vergi oranları ile sermaye yoğunlukları arasındaki ilişkinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Nakit etkin vergi oranının hesaplanmasında ödenmiş vergiler vergi öncesi kara bölünmüştür. Sermaye yoğunlukları ise toplam duran varlıklar ile toplam aktiflerin bölünmesi ile elde edilmiştir. Çalışmada kontrol değişkeni olarak ise işletme büyüklüğü değişkeni kullanılmıştır. Elde edilen veriler ise panel veri analizi ile STATA paket programı ile test edilmiştir.

3. ARAŞTIRMA MODELİ

Çalışmada kullanılan araştırma modeli aşağıda belirtilmiştir.

$$NEVO_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 SY_{i,t} + \beta_2 ISLSUYU_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$$

4. BULGULAR

Araştırmada kullanılan değişkenlere ilişkin özet bilgiler tablo 1'de sıralanmıştır.

Tablo 1: Tanımlayıcı İstatistikler

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Nakit Etkin Vergi Oranı (NEVO)	200	-5,577	148,61	,781	10,516
Sermaye Yoğunluğu (SY)	200	,104	,908	,487	,190
İşletme Büyüklüğü (ISLBUYU)	200	6,611	9,920	8,166	,696

Tablo 1'e göre minimum değerler NEVO değişkeni için -5,577, SY değişkeni için 0,104, ISLBUYU değişkeni içinse 6,611 olduğu gözükmektedir. Maksimum değerler ise NEVO değişkeni için -148,61, SY değişkeni için 0,908, ISLBUYU değişkeni içinse 9,920 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 2: VIF değerleri

Değişkenler	**Model**
NEVO	1.21
SY	1.56
ISLBUYU	1.33

Araştırmada kullanılan değişkenlere ilişkin VIF değerleri -2 ve +2 arasında olduğundan çoklu doğrusallık problemi yoktur.

Tablo 3: Test Sonuçları

MODEL	**Breusch-Godfrey LM Test**		**Breusch-Pagan/ Cook Weisberg Test**	
	F Değeri	**P Değeri**	**F Değeri**	**P Değeri**
	173.926	0.9382	0.46999	0.000

Modelde otokorelasyon probleminin varlığı Breusch-Godfrey LM Test testi ile sınandı ve seride otokorelasyon problemi olmadığı saptanmıştır. Breusch-Pagan/ Cook Weisberg Testi ile de Heteroskedastisite problem sınanmıştır seride değişen varyans problemi olmadığı gözlemlenmiştir.

Seride otokorelasyon varlığı olması durumunda kullanılacak en etkili tahminci "Huber Eicker ve White" tahmincisidir. Bu tahminci kullanılarak (robust) regresyon çalıştırılmıştır.

Tablo 4: Model Sonuçları

NEVO	**Coefficient**	**Std. Err.**	**t**	**P>|t|**
SY	-1.580465	4.005706	-0.39	0.694
ISLBUYU	2.258258	1.095448	2.06	0.041
cons	-16.88904	9.645187	-1.75	0.081
R^2 :0,15	Adj. R^2 :0,12			Prob: 0,044

5. SONUÇ

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre nakit etkin vergi oranı ile hesaplanan vergiden kaçınma üzerinde sermaye yoğunluğunun olasılık değerinin p>0,05 olarak hesaplanmıştır. Buna göre vergiden kaçınma üzerinde sermaye yoğunluğunun bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Başka bir ifade ile işletmelerin sermaye yapısı (makine, teçhizat, sabit kıymet yatırımı) vergi planlamasında önemli rol oynamadığını göstermektedir. Fakat çalışmada kontrol değişkeni olarak bulunan işletme büyüklüğü değişkenin vergiden kaçınma üzerinde negatif bir etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Buna göre işletmeler büyüdükçe vergiden kaçınma davranışları azalmaktadır. Bu sonuç büyük firmaların, yatırımcılar, müşteriler, medya ve sivil toplum kuruluşları tarafından daha görünür olduğunu akla getirmektedir.

Çalışmada özelinde bazı kısıtlar bulunmaktadır. Öncelikle çalışmanın yalnızca gıda ve içecek sektörü üzerinde gerçekleştirilmesi, yani homojen firmalardan oluşması elde edilen sonuçlar üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Son olarak ise gözlem sayısı ve aralığının 2014-2024 yılları arasında olması çalışma kısıtlarını oluşturmaktadır.

KAYNAKLAR

Darmayanti, P. P. B., & Merkusiwati, N. K. L. A. (2019). Pengaruh Ukuran Perusahaan, Profitabilitas, Koneksi Politik dan Pengungkapan Corporate Social Responsibility Pada Tax Avoidance. E-Jurnal Akuntansi, 26, 1992.

Darsani, P. A., & Sukartha, I. M. (2021). The effect of institutional ownership, profitability, leverage and capital intensity ratio on tax avoidance. *American Journal of Humanities and Social Sciences Research (AJHSSR), 5*(1), 13-22.

Fadhilah, R. (2014). Pengaruh Good Corporate Governance Terhadap Tax Avoidance (Studi Empiris Pada Perusahaan Manufaktur yang Terdaftar di BEI 2009-2011). Fakultas Ekonomi Universitas Negeri Padang.

Indrawan, D. A., Nuraini, M., Wulan, S. S., Sururi, U. T., & Mulyati, Y. (2021). Factors Affect Tax Avoidance (Empirical Study On The Mining Sector And Component Listed In The Indonesia Stock Exchange Throughout 2016-2019). Turkish Journal of Physiotherapy and Rehabilitation, 32(3), 6157–6164.

Susanti, C. M. (2019). Pengaruh Konservatisme, Leverage, Profitabilitas, Ukuran Perusahaan Terhadap Tax Avoidance. Jurnal Informasi, Perpajakan, Akuntansi, Dan Keuangan Publik, 13(2), 181.

Susilowati, Y., Ratih Widyawati, & Nuraini. (2018). Pengaruh Ukuran Perusahaan, Leverage, Profitabilitas, Capital Intensity Ratio dan Komisaris Independen Terhadap Effective Tax Rate. Isbn: 978-979-3649-99-3, 2014, 796–804.

VUK, 4/1/1961 Tarihli, 213 Sayılı Vergi Usul Kanunu

CRITICALLY ASSESS THE PUBLIC FINANCIAL MANAGEMENT (PFM) IN BANGLADESH AND WAY FORWARD TO REFORM

Dr. Tapas Chandra Bose
Regional Director (News), Bangladesh Betar, Cumilla, Bangladesh
PhD in Theoretical Economics, Peking University, Beijing, China
https://orcid.org/0000-0002-3977-4965

ABSTRACT
Bangladesh has incorporated 'Medium Term Budget Framework (MTBF)' and 'Ministry Budget Framework (MBF)' ten years back to prepare and implement annual budget focusing spending priorities, resource allocation and expenditure capacity to develop its Public Financial Management (PFM). However, in Bangladesh, every year actual aggregate expenditure deviates from the original budget – this raises a question about budget planning and budget execution capacity. Overlapping of resources in cross cutting programme is common among the ministries. The strategic allocation of resources is undermined by weaknesses in the linkage between the medium-term budget with sector strategies and performance indicators. This study reveals that Bangladesh is, currently, maintaining modified cash-based accounting and yet to introduce accrual accounting. In addition, Bangladesh has launched iBAS++ (Integrated Budget and Accounting System), a centralized internet and oracle-based software, with an aim to ensure online budget preparation, budget execution, general ledger and accounting. However, a few manual procedures still exist in the accounts offices and there are manual registers and records. In terms of asset management, financial assets and non-financial assets are only being registered by ministry of finance and agencies respectively. In both cases, asset valuation and depreciation are not being calculated. The supreme audit institute of Bangladesh has already incorporated the International Organization of Supreme Audit Institutions (INTOSAI) standard; however, it generally audits 10 to 12 percent of total expenditure of central government and less than 30 percent of government agencies due to inadequate resources. In addition, auditors during their audit basically check whether transaction is occurred maintaining compliance and financial aspects but fail to scrutinize quality and risk assessment of expenditure. Furthermore, supreme audit institute carried out few performance audits based on demand, yet to introduce it in full swing. The study shows that Bangladesh is comparatively performing better in terms of budget preparation i.e. – upstream budgeting compares to downstream budgeting. The paper finds that performance of Bangladesh is not improved in audit, financial reporting, financial control and budget implementation areas.

Key Words: Public Financial Management, Medium Term Budget Framework, iBAS++

CRITICALLY ASSESS THE PUBLIC FINANCIAL MANAGEMENT (PFM) IN BANGLADESH AND WAY FORWARD TO REFORM

Dr. Tapas Chandra Bose
Regional Director (News), Bangladesh Betar, Cumilla, Bangladesh.
PhD in Theoretical Economics, Peking University, Beijing, China
www.linkedin.com/in/tapas-bose-15577a102

Declarations

Funding
This research was conducted as part of the author's MS thesis work at Birmingham University, UK and was supported by the Fiscal Economics and Economic Management (FEEM) Scholarship.

Conflicts of Interest
The author declares no conflict of interest.

Ethical Approval
Not applicable.

Data Availability Statement
All data supporting the findings of this study are available from the corresponding author upon reasonable request.

Acknowledgements
The author gratefully acknowledges the feedback and support received during the development of this paper. Constructive insights from colleagues, reviewers, and practitioners helped improve the clarity and depth of the analysis. The views and interpretations expressed in this paper are solely those of the author and do not necessarily reflect those of any organization or institution. Any remaining errors or omissions are the author's own responsibility.

PROBLEM-SOLVING SKILLS AND MATHEMATICS PERFORMANCE OF JUNIOR HIGH SCHOOL STUDENTS: A DESCRIPTIVE–CORRELATIONAL STUDY

Lara C. Teh
Aldwin T. Miranda
Institute of Professional and Graduate Studies, Southern Philippines
Agri-business and Marine and Aquatic School of Technology (SPAMAST),
Malita, Davao Occidental, Philippines

ABSTRACT

This study examined the relationship between problem-solving skills and mathematics performance among junior high school students using a descriptive–correlational research design. Data were collected from 325 students through a structured survey measuring key dimensions of problem-solving skills, alongside students' mathematics performance records. Descriptive analysis revealed that most respondents demonstrated satisfactory to very good performance in mathematics, while their problem-solving skills were generally at a moderate level. Pearson correlation analysis showed significant positive relationships between problem-solving skills and mathematics performance, with problem-solving confidence emerging as the strongest correlate. These findings suggest that students who exhibit greater confidence and proficiency in problem-solving tend to achieve higher mathematics performance.

Keywords: Problem-solving skill, Mathematics performance, Mathematics education

EDİRNE İLİ KIL KEÇİSİ OĞLAKLARININ KESİF YEME BAŞLATILMA DÖNEMİNİN CANLI AĞIRLIK KAZANÇLARINA ETKİSİ

Hikmet TİTREK
Trakya University, Laborant and Veterinary Health Program, Keşan Vocational College, 22800 Keşan, Edirne
ORCID: 0000-0001-7573-7523
Süleyman KÖK
Trakya University, Department of Genetics and Bioengineering, Faculty of Engineering, 22000, Edirne
ORCID: 0000-0002-9677-3571

ÖZET
Ruminantlarda kesif yeme süt emiştirme dönemindeyken başlanması rumen gelişimini desteklemektedir. Oğlakların erken dönemde kesif yeme alıştırılması, rumen mikroflorasının daha hızlı oluşmasını sağlar, yemden yararlanmayı ve büyüme performansını artırır ve sütten kesim süresini kısaltır. Araştırmada, "Edirne İli Halk Elinde Kıl Keçisi Islahı Projesi" kapsamında Edirne'deki işletmelerde, iki farklı dönemde (15 ve 30. günde) kesif yeme başlayan (KYB) süt oğlaklarının 60. ve 90. gün canlı ağırlıkları ile günlük canlı ağırlık artışları arasındaki fark belirlenmiştir. Çalışma 2025 yılında yetiştiriciler tarafından kayıt altına alınan verileri kapsamaktadır. Bu amaçla 15. gün (136 erkek, 136 dişi oğlak) ve 30. gün (96 erkek, 96 dişi) KYB oğlaklar olacak şekilde 2 grup oluşturulmuştur. Araştırmaya, 3 yaşındaki analardan doğan tekiz oğlaklar dâhil edilmiştir. 15. gün KYB oğlakların doğum ağırlığı ortalama 2.52 kg, 30. gün KYB başlayanların 2.78 kg'dır ($p<0.001$). Oğlakların 60. gün canlı ağırlıklarına (CA) bakıldığında 15. gün KYB ortalama 13.89 kg, 30. gün KYB 14.58 kg olarak belirlenmiştir ($p<0.001$). Oğlakların 90. gün CA tartımlarında 15. gün KYB grubun ortalama 19.79 kg, 30. gün KYB grubun 19.60 kg olduğu görülmüştür ($p>0.05$). 30. gün KYB oğlakların doğum ağırlıkları anlamlı şekilde daha yüksek olmasına rağmen, 15. günde KYB oğlaklar daha hızlı günlük canlı ağırlık artışı (GCAA) (günlük 4.98 gram daha fazla) kazanmıştır ($p<0.001$). Sonuç olarak, 15 gün önceden KYB oğlakların doğum ağırlığı daha düşük (-256.16 gram) olmasına rağmen GCAA 30. gün KYB oğlaklardan daha fazla belirlenmiştir. Bu durum erken KYB oğlaklarda rumenin daha erken gelişimi ve enzimatik aktivitelerin hızlanması kaynaklı CA kazancı üzerine olumlu etkisinin sonucu olduğu düşünülmektedir.
Teşekkür: Bu çalışma, Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından yürütülen "Halk Elinde Hayvan Islahı Ülkesel Projesi" kapsamında desteklenen "Edirne İli Halk Elinde Kıl Keçisi Islahı Projesi" (Proje numarası: TAGEM/22KIL2022-01) işletme verilerini içermektedir. İşletme verilerinin kullanılmasına izin vermesinden dolayı Tarım ve Orman Bakanlığı'na ve TAGEM'e, çalışmaya katkılarından dolayı Edirne İli Damızlık Koyun Keçi Yetiştiricileri Birliği'ne ve projenin teknik ekibine teşekkür ederiz.
Anahtar Kelimeler: Kıl keçisi oğlakları, emiştirme döneminde besleme, oğlak yetiştiriciliği, kesif yem, Edirne

EFFECT OF THE CONCENTRATED FEEDING INITIATING PERIOD ON LIVE WEIGHT GAINS OF HAIR GOAT KIDS IN EDIRNE PROVINCE

ABSTRACT

In ruminants, the initiation of concentrate feeding during the weaning period supports rumen development. Introducing kids to concentrate feeding early allows for faster rumen microflora development, enhance feed utilization and growth performance, and reduce the duration of weaning period. This study was conducted as part of the "Genetic Improvement Project of Hair Goat in Farmer Conditions Edirne Province" with the objective of determining the difference between the 60th and 90th day live weights and daily live weight gains of goat kids introduced to concentrate feeding (KYB) at two different times (15th and 30th days) on farms in Edirne, Türkiye. The study covers data recorded by animal breeders in 2025. For this purpose, two groups were established: The 15th-day KYB kids (136 males, 136 females) and 30th-day KYB kids (96 males, 96 females). The study included singleton offspring born to 3-year-old dams. The mean birth weight of the 15th-day KYB kids was 2.52 kg, while that of the 30th-day KYB kids was 2.78 kg ($p<0.001$). When the 60th day live weight of the kids was examined, the average 15th-day KYB group weighed 13.89 kg, and the 30th-day KYB group weighed 14.58 kg ($p<0.001$). The 90th day live weight of the kids was 19.79 kg in the 15th-day KYB group and 19.60 kg in the 30th-day KYB group ($p>0.05$). Although the birth weights of the 30th-day KYB kids were significantly higher, the 15th-day KYB kids gained a faster daily body weight gain (4.98 g more per day) ($p<0.001$). Consequently, although the birth weight of 15th-day KYB kids was lower (-256.16 g), the daily body weight gain was higher than that of 30th-day KYB kids. This is thought to be due to the earlier rumen development and increased enzymatic activity in early KYB kids, which has a positive effect on live weight gain.

Acknowledgements: This study includes farm data from the "Genetic Improvement Project of Hair Goat in Farmer Conditions Edirne Province" (Project number: TAGEM/22KIL2022-01), which is supported by the "National Genetic Improvement Project of Animal in Farmer Conditions" conducted by the Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Agricultural Research and Policies (TAGEM). We would like to thank the Ministry of Agriculture and Forestry and TAGEM for granting us permission to use the farm data. We also thank the Edirne Province Sheep and Goat Breeders' Association and the project's technical staff for their contributions to the study.

Keywords: Hair goat kids, feeding during the suckling period, hair goat kid husbandry, concentrate feed, Edirne

YASLI BIREYLERDE KINEZYOFOBI VE DÜSME KORKUSU/ENDISESI DURUMLARININ İNCELENMESI

Fatma AVCI
Özel Ortadoğu ASG Medical Center, Ankara
ORCID: 0000-0002-7891-7332
Şebnem AVCI
Abant Izzet Baysal University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Golkoy Campus, Bolu
ORCID: 0000-0003-3712-0551

ÖZET

Amaç: Çalışma, 2019 yılında Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi (BAİBÜ), Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak yürütüldü. Bolu, Düzce ve Ankara illerinde Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı'na bağlı 15 huzurevinde kalan 65 yaş üstü ve araştırma kriterlerine uygun 175 birey ile tamamlandı. Kinezyofobi, düşme korkusu/endişesi ve depresyon durumlarının incelenmesi amaçlandı.

Metot: Demografik bilgi formu, Mini Mental Test, Uluslararası Düşme Etkinlik Skalası (FES-1), Tampa Kinezyofobi Ölçeği ve Beck Depresyon Ölçeği ile gerekli değerlendirmeler yapıldı.

Bulgular: Katılımcıların düşme korkusu/endişesi, kinezyofobi ve depresyon seviyeleri arasında anlamlı bir ilişki bulundu ($p<0,05$). Düşme korkusu/endişesi ile kronik rahatsızlık sayısı, artan yaş, kadın cinsiyeti ve yardımcı cihaz kullanımı arasında anlamlı bir ilişki bulundu ($p<0,05$).

Kronik rahatsızlığa sahip olma, artan yaş, yardımcı cihaz kullanımı ve daha önce düşmüş olma ile kinezyofobi arasında anlamlı bir ilişki bulunurken; fiziksel aktivite yapma ile anlamlı ve negatif yönde bir ilişki bulundu ($p<0,05$).

Yardımcı cihaz kullanan ve kronik rahatsızlığı olan bireylerin depresyon seviyeleri anlamlı olarak fazla bulunurken fiziksel aktivite yapan bireylerde anlamlı olarak daha az depresyon görüldü ($p<0,05$).

Sonuç: Sonuç olarak, önceden düşmüş olmak, kronik rahatsızlığa sahip olmak, kinezyofobi sahibi olmak, yardımcı cihaz kullanmak, daha yaşlı olmak ve kadın birey olmak gibi durumların depresyon üzerinde olumsuz etkisi olduğu görüldü. Bu parametrelerin karşılıklı olarak birbirini etkilediği görüldü. Fiziksel olarak aktif olan bireylerde bu parametrelerin daha az etkileniminin olması yaşlılık döneminde fiziksel aktivitenin önemini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yaşlılar, düşme korkusu, kinezyofobi

INVESTIGATION OF KINESIOPHOBIA AND FALL FEAR/ANXIETY IN ELDERLY INDIVIDUALS

ABSTRACT

Aim: The study was conducted in 2019 as a Master's thesis at the BAIBU, Graduate Education Institute, Department of Physical Therapy and Rehabilitation. It was completed with 175 individuals aged 65 and over who met the research criteria and were residing in 15 nursing homes affiliated with the Ministry of Family and Social Policies in the provinces of Bolu, Düzce, and Ankara. The aim was to examine kinesiophobia, fear/anxiety of falling, and depression.

Method: Evaluations were carried out using a demographic information form, the Mini-Mental Test, the International Falls Efficacy Scale (FES-1), the Tampa Scale for Kinesiophobia, and the Beck Depression Inventory.

Results: A significant relationship was found between participants' levels of fear/anxiety of falling, kinesiophobia, and depression ($p<0.05$). There was also a significant relationship

between fear/anxiety of falling and the number of chronic conditions, increasing age, female gender, and use of assistive devices ($p<0.05$).
A significant relationship was found between kinesiophobia and having chronic conditions, increasing age, use of assistive devices, and having experienced a fall before; while a significant negative relationship was found with engaging in physical activity ($p<0.05$).
Individuals who used assistive devices and had chronic conditions were found to have significantly higher levels of depression, whereas those who engaged in physical activity had significantly lower levels of depression ($p<0.05$).
Conclusion: In conclusion, factors such as having experienced a fall, having chronic conditions, having kinesiophobia, using assistive devices, being older, and being female were found to have a negative impact on depression. These parameters were observed to influence each other mutually. The fact that these parameters were less affected in physically active individuals highlights the importance of physical activity in old age.
Keywords: Elderly, fear of fall, kinesiophobia

A MACHINE LEARNING-BASED APPROACH FOR AUTOMATED FAKE NEWS DETECTION IN ONLINE MEDIA

P. Veeralakshmi
Second year B.Sc.CS (AI)
Department of Computer Science (Artificial Intelligence)
Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College,
Nagamalai, Madurai-19
Dr. S. Selvam
Head and Assistant professor
Department of Computer Science (Artificial Intelligence)
Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College,
Nagamalai, Madurai-19

ABSTRACT
The proliferation of digital platforms has led to a surge in unverified information, resulting in widespread misinformation and public confusion. Fake news has far-reaching consequences, influencing political decisions, shaping social behavior, and altering individual beliefs.This research focuses on designing an automated model to detect fake news using machine learning techniques. A labeled dataset of online news articles is subjected to preprocessing, including tokenization, stop-word removal, lemmatization, and TF-IDF vectorization. Three supervised learning models are implemented and evaluated: Logistic Regression, Multinomial Naive Bayes, and Support Vector Machine.Notably, the Support Vector Machine model demonstrates superior accuracy and balanced performance across metrics, highlighting the potential of machine learning techniques in identifying misleading news content. This study showcases the effectiveness of automated solutions in developing reliable information verification systems, ultimately contributing to a more informed public discourse.

[1] INTRODUCTION
The internet has revolutionized communication, information sharing, and social interaction, with people accessing vast amounts of content across social media, news websites, and blogs. However, this digital transformation has also created an environment where misinformation spreads rapidly. Fake news, intentionally crafted to deceive or manipulate, can have severe consequences, influencing opinions, triggering emotional responses, and impacting societal well-being.The effects of fake news are far-reaching, with the potential to manipulate voting patterns during elections, trigger harmful behavior during health crises, and escalate social conflicts. Detecting fake news is crucial to maintaining the reliability of digital communication.Machine learning offers a promising solution, analyzing language patterns to classify content as authentic or fake. This research focuses on developing and evaluating machine learning models that detect fake news based on textual features, contributing to improved misinformation detection systems and promoting a safer online environment.

[2] PROBLEM STATEMENT
Existing online platforms struggle to effectively identify and filter misinformation at scale. Manual fact-checking is labor-intensive, requiring specialized expertise, and is impractical for the vast volume of content uploaded hourly. As a result, fake news often spreads rapidly, influencing individuals before corrections can be made.This research tackles the challenge of developing a machine learning system that can automatically classify news articles as authentic or fake based on textual information. The system aims to analyze linguistic features, learn

patterns associated with misinformation, and provide accurate classification results, ultimately helping to mitigate the spread of fake news.

[3] OBJECTIVES OF THE STUDY

3.1 Primary Objectives

- To pre-process text data effectively for model training.
- To implement multiple machine learning algorithms for fake news classification.
- To evaluate and compare their performance using standard metrics.

3.2 Secondary Objectives

- To identify the strengths and weaknesses of classical ML models.
- To propose suggestions for future enhancement using advanced deep learning techniques.
- To contribute to the development of reliable misinformation detection tools.

[4] LITERATURE REVIEW

Fake news detection has gained significant attention in recent years, evolving from rule-based systems and keyword filtering to more advanced techniques. Initially, researchers relied on Bag-of-Words, TF-IDF, and n-gram models to extract features, pairing them with classical algorithms like Naive Bayes and Logistic Regression. As deep learning emerged, models like CNNs, LSTMs, and transformers (e.g., BERT) improved accuracy by capturing contextual meaning. However, these require large datasets and substantial computational resources. Combining linguistic features with metadata (author info, publication date, social media engagement) also boosts detection effectiveness. For simpler academic research, classical machine learning models remain a practical and interpretable choice. This study focuses on implementing these models to assess their efficiency in fake news detection.

[5] METHODOLOGY

5.1 Dataset Description

A publicly available dataset containing labeled real and fake news articles is used. Each record contains:

- **Title**
- **Text Body**
- **Label (real/fake)**

The dataset is cleaned to remove duplicates, irrelevant entries and incomplete records. The training-testing split is performed using 80:20 ratio.

5.2 Data Preprocessing

Text preprocessing is essential to convert raw textual data into a suitable format for machine learning.

Steps followed:

1. **Text Cleaning** – Removal of punctuation, numbers and special characters.
2. **Tokenization** – Splitting text into individual words.
3. **Stop-word Removal** – Removing common words like “the”, “and”, “is”.
4. **Lemmatization** – Converting words to base form (e.g., “running” → “run”).
5. **Vectorization using TF-IDF** – Converting text into numerical features based on term frequency.

TF-IDF helps highlight important words while reducing the importance of frequently occurring common terms.

5.3 Machine Learning Algorithms Used

5.3.1. Logistic Regression

A linear model widely used for binary classification problems. It works well when the relationship between features and labels is approximately linear.

5.3.2. Multinomial Naive Bayes
A probabilistic model based on Bayes' theorem. It is simple, fast and performs effectively on text classification tasks.

5.3.3. Support Vector Machine (SVM)
A powerful classifier that identifies an optimal boundary (hyperplane) to separate classes. It performs well in high-dimensional spaces, making it ideal for TF-IDF features.

5.4 Evaluation Metrics
To measure performance, the following metrics are used:

- **Accuracy** – Percentage of correct predictions.
- **Precision** – How many predicted fake news articles are actually fake.
- **Recall** – How many fake news articles were successfully identified.
- **F1-Score** – Harmonic mean of precision and recall.

These metrics provide a balanced understanding of model performance.

[6] EXPERIMENTAL RESULTS

6.1 Model Performance

Model	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score
Logistic Regression	92.3%	91.8%	90.5%	91.1%
Naive Bayes	89.7%	88.2%	87.4%	87.8%
SVM	94.5%	94.1%	93.6%	93.8%

The Support Vector Machine achieved the highest performance among all models, indicating that SVM is more effective for high-dimensional text features.

TABLE 1: Experimental analysis of the model performance

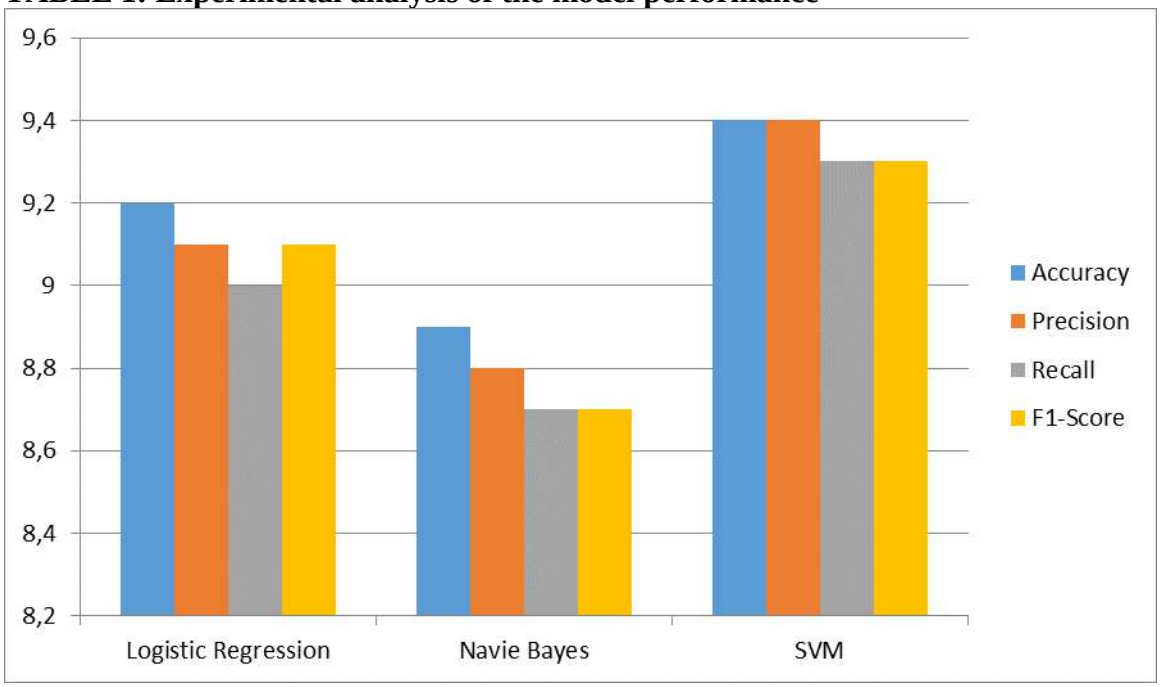


FIGURE 1: Experimental Result of the Model Performance

6.2 Analysis of Results
The results show that SVM performs better due to its ability to handle sparse data and high-dimensional numerical vectors. Logistic Regression also provided strong results but slightly lower recall. Naive Bayes performed well but was affected by the independence assumption, which may not hold true for all textual features. Overall, SVM's balanced accuracy and F1-score make it the most reliable model for fake news detection in this study.

[7] DISCUSSION

The study highlights the effectiveness of machine learning in identifying misinformation. The high performance of SVM suggests that linear separability exists in TF-IDF feature space. Although deep learning methods might yield better accuracy, classical models are more explainable and computationally efficient. Another observation is that preprocessing plays a crucial role in improving accuracy. Without cleaning, tokenization and TF-IDF transformation, the models would not be able to extract meaningful patterns. Fake news articles show specific linguistic traits such as emotional language, sensational headlines and specific keyword patterns. Machine learning models capture these hidden patterns and use them for classification.

[8] CONCLUSION

This research demonstrates that machine learning algorithms can effectively detect fake news based on textual features. Among the three models implemented, the Support Vector Machine provided the highest accuracy and most balanced metrics. The findings indicate that classical machine learning approaches are efficient and practical for fake news detection tasks, especially when computational resources are limited. The developed model can be integrated into digital platforms, browser extensions or news verification systems to help users identify misleading content quickly and reliably.

[9] FUTURE WORK

To enhance this research, the following directions can be explored:

9.1 Deep Learning Models – Using LSTM, GRU or transformer-based models like BERT.

9.2 Multimodal Analysis – Combining text with images, metadata and user engagement patterns.

9.3 Real-time Deployment – Developing an API or browser plugin for live fact-checking.

9.4 Regional Language Support – Expanding detection to Tamil, Hindi and other Indian languages.

9.5 Larger and Diverse Datasets – Improving generalization across topics and writing styles.

REFERENCE

[1] H. Allcott and M. Gentzkow, ‘‘Social media and fake news in the 2016 election,’’ J. Econ. Perspect., vol. 31, no. 2, pp. 36–211, 2017.

[2] T. Rasool, W. H. Butt, A. Shaukat, and M. U. Akram, ‘‘Multi-label fake news detection using multi-layered supervised learning,’’ in Proc. 11th Int. Conf. Comput. Autom. Eng., 2019, pp. 73–77.

[3] X. Zhang and A. A. Ghorbani, ‘‘An overview of online fake news: Characterization, detection, and discussion,’’ Inf. Process. Manage., vol. 57, no. 2, Mar. 2020, Art. no. 102025. [Online]. Available: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306457318306794 [4] Abdullah-All-Tanvir, E. M. Mahir, S. Akhter, and M. R. Huq, ‘‘Detecting fake news using machine learning and deep learning algorithms,’’ in Proc. 7th Int. Conf. Smart Comput. Commun. (ICSCC), Jun. 2019, pp. 1–5.

[5] K. Shu, A. Sliva, S. Wang, J. Tang, and H. Liu, ‘‘Fake news detection on social media: A data mining perspective,’’ ACM SIGKDD Explorations Newslett., vol. 19, no. 1, pp. 22–36, 2017.

[6] R. Oshikawa, J. Qian, and W. Y. Wang, ‘‘A survey on natural language processing for fake news detection,’’ 2018, arXiv:1811.00770.

[7] S. B. Parikh and P. K. Atrey, ‘‘Media-rich fake news detection: A survey,’’ in Proc. IEEE Conf. Multimedia Inf. Process. Retr. (MIPR), Apr. 2018, pp. 436–441.

[8] A. Habib, M. Z. Asghar, A. Khan, A. Habib, and A. Khan, ‘‘False information detection in online content and its role in decision making: A systematic literature review,’’ Social Netw. Anal. Mining, vol. 9, no. 1, pp. 1–20, Dec. 2019.
[9] M. K. Elhadad, K. F. Li, and F. Gebali, ‘‘Fake news detection on social media: A systematic survey,’’ in Proc. IEEE Pacific Rim Conf. Commun., Comput. Signal Process. (PACRIM), Aug. 2019, pp. 1–8.
[10] A. Bondielli and F. Marcelloni, ‘‘A survey on fake news and rumour detection techniques,’’ Inf. Sci., vol. 497, pp. 38–55, Sep. 2019. [Online]. Available: http://www.sciencedirect. com/science/article/pii/S0020025519304372
[11] P. Meel and D. K. Vishwakarma, ‘‘Fake news, rumor, information pollution in social media and web: A contemporary survey of state-of-the-arts, challenges and opportunities,’’ Expert Syst. Appl., vol. 153, Sep. 2020, Art. no. 112986.
[12] K. Sharma, F. Qian, H. Jiang, N. Ruchansky, M. Zhang, and Y. Liu, ‘‘Combating fake news: A survey on identification and mitigation techniques,’’

THERAPEUTIC POTENTIAL OF VITEX NEGUNDO LINN. : A REVIEW OF PRECLINICAL AND CLINICAL STUDIES

M.K.VIJAYALAKSHMI
R.VIDHYALAKSHMI
KOWSIKA.M
DHINESH.E
BHARATH.S
1-AUTHOR, 2-CORRESPONDING AUTHOR
*2 CORRESPONDING AUTHOR
M.K.VIJAYALAKSHMI
BHARATH INSTITUTE OF HIGHER EDUCATION AND RESEARCH,SELAIYUR,CHENNAI 600073,TAMIL NADU,CHENNAI
ORCID NO:0000-0001-8439-5369

Abstract
Vitex negundo Linn., the five-leaved chaste plant, is a medicinal plant used in various traditional systems basis its strong anti-inflammatory, analgesic, antioxidant, antimicrobial, and neuroprotective properties. The current work reviews the therapeutic potential of Vitex negundo based on preclinical and clinical studies, which substantiate its multifaceted pharmacological actions. Experimental modes of action have shown that Vitex negundo is effective in curbing inflammation, pain, and oxidative stress, whereas human clinical studies have shown the plant's safety and efficacy against arthritis, skin diseases, and wound healing. The bioactive constituents, which include flavonoids, iridoid glycosides, and terpenoids, exert their therapeutic effect synergistically by interacting with multiple molecular pathways while maintaining low levels of toxicity. Future investigations into the molecular mechanisms, formulation development, and extensive clinical validation may firmly establish Vitex negundo as an important natural source for drug development in the modern era.
Keywords: Vitex negundo Linn., pharmacological activities, anti-inflammatory, analgesic, antioxidant, clinical studies.

Introduction to *Vitex negundo* Linn.: Traditional Uses and Phytochemistry
Vitex negundo Linn. (synonym: Vitex trifolia Linn.), or commonly called the Chinese chaste tree, five-leaved chaste tree, or simply Nirgundi, is a much valued medicinal shrub in the family Verbenaceae. It is a fairly common plant found in India, native to tropical and subtropical Asia and Africa. Due to its varied medicinal properties, Vitex negundo occupies a place of pride in various traditional systems of medicine, including Ayurveda, Siddha, Unani, and Traditional Chinese Medicine. Its leaves, roots, bark, seeds, and flowers help in conditions like inflammatory diseases, rheumatism, respiratory problems, fever, skin diseases, and microbial infections. The plant is an odd- smelling shrub or small tree, about 4-5 metres tall, with distinguishable five leaflets, bluish-purple flowers, and small black fruits. Bitter taste is due to the presence of essential oil and certain phytochemicals. In Ayurveda, it is administered in the Dashamoola group—ten roots with anti-inflammatory and analgesic properties. The leaves and roots balance the Vata, Pitta, and Kapha doshas. Traditionally, leaves have been used as poultices or decoctions for joint pain and wounds, while in Siddha and Unani they are used for asthma, bronchitis, and as a stimulant or expectorant.Phytochemical studies have shown that Vitex negundo is very rich in flavonoids (casticin, luteolin, orientin), iridoid glycosides (negundoside, agnuside), terpenoids, phenolics, and essential oils like sabinene and 1,8-cineole. All of these compounds possess antioxidant, anti-inflammatory, antimicrobial, analgesic, and insecticidal activities. Extracts from the plant inhibit some enzymes, such as cyclooxygenase

(COX) and lipoxygenase (LOX), thereby supporting the anti-inflammatory activity. Additionally, casticin and related compounds show hormonal regulatory effects, thus entailing its use in menstrual disorders. Overall, Vitex negundo is a scientifically validated medicinal plant having strong ethnomedicinal importance. The diverse phytochemistry and vast pharmacological possibilities make it a leading candidate in the list of modern herbal therapeutics.

Pharmacological Activities of Vitex negundo Linn.: Preclinical Studies

Preclinical studies with Vitex negundo Linn. have been able to underline the diverse pharmacological activities; thereby, these all support its use in traditional medicine. Experimental models show that leaf and root extracts are very potent anti-inflammatory, analgesic, and antipyretic agents by virtue of the inhibition of prostaglandin synthesis, in addition to oxidative stress. Antimicrobial studies have shown broad activity against bacteria and fungi, whereas antioxidant assays have shown its potent ability to scavenge free radicals. Animal studies also demonstrate antiasthmatic, hepatoprotective, and neuroprotective actions, along with mild estrogenic and antiandrogenic actions. These preclinical studies provide a basis for the therapeutic efficacy of Vitex negundo as a natural source of bioactive compounds for innovative herbal preparation on modern formulations.



Fig:1 This plant exhibits a wide range of therapeutic properties, including anti-inflammatory, antioxidant, antimicrobial, and wound healing effects. Its diverse bioactivities suggest potential use in treating conditions like diabetes, liver disorders, pain, and seizures.

Toxicity and Safety Profile of Vitex negundo Linn.

Five-leaved chaste tree, that's what they call Vitex negundo Linn., and true to its name, it has been used widely in traditional medicine for all types of inflammatory, painful, respiratory, skin, and reproductive conditions. Scientific evaluations through preclinical and clinical studies prove the plant is remarkably safe within therapeutic limits. In acute toxicity research, ethanolic or aqueous extract did not result in death or behavior abnormality in rodents at doses of up to 5,000 mg/kg. In the sub-chronic and chronic toxicity studies conducted between 28 and 90 days, no significant treatment-related effects on any measured parameter (body weight, food intake, hematological or biochemical) were noted. Functional markers for the liver and kidney, such as ALT, AST, creatinine, and urea, remained normal, and histopathological examination of the vital organs' failed to show any structural damage to support the non-toxic nature of the plant. Tests for genotoxicity showed that V. negundo is nonmutagenic and noncarcinogenic because of the absence of both chromosomal aberrations and micronuclei formation. The reproductive

and developmental studies revealed that the plant did not pose any teratogenic or fertility-impairing effects. Clinically, oral and topical preparations in human trials showed excellent tolerability without major adverse effects.Formulations such as oils, gels, and capsules caused no skin irritation, gastrointestinal discomfort, or hepatic abnormalities. In fact, the safety profile was better than non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs), which are often associated with gastric or renal side effects. This is credited to the natural phytochemical composition of Vitex negundo, coupled with flavonoids, iridoid glycosides, terpenoids, and essential oils that work in synergy with little or no cytotoxic stress. The safest would be standardized extracts of leaves. Caution is observed for pregnant or lactating women and individuals with an allergy to plants. Hence, in the end, it can be concluded that Vitex negundo is a non-toxic, well-tolerated medicinal plant suitable for long-term use. It does not produce any biochemical, hematological, or genotoxic abnormalities, thus supporting its use as a safe and effective natural remedy in both traditional and modern medicinal practice.

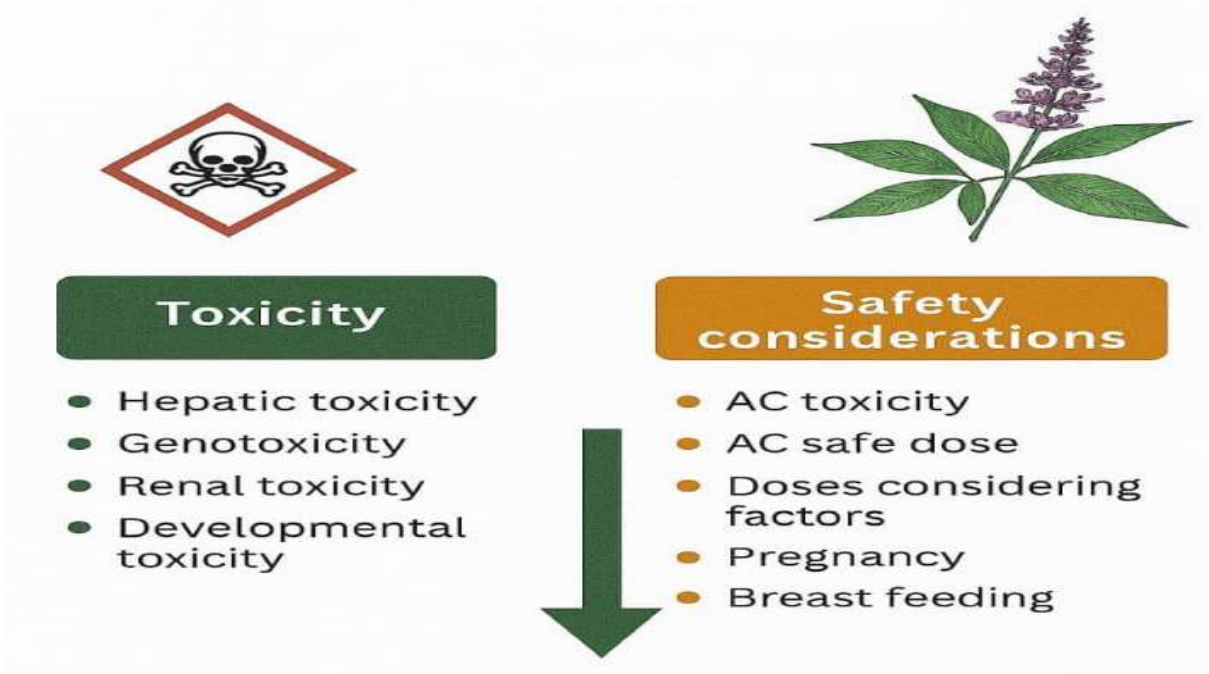


Fig:2 *Vitex negundo Linn.* exhibits potential toxicity including hepatic, renal, and genotoxic effects, especially at high doses or prolonged use. However, safe usage is possible with proper dose consideration, particularly during pregnancy and breastfeeding.

Conclusion

In short, Vitex negundo Linn. is a scientifically recognized medicinal herb blessed with a plethora of therapeutic abilities. The anti-inflammatory, antioxidant, antimicrobial, neuroprotective, and wound healing potentials of this plant are attributable to its bioactive ingredients such as flavonoids, iridoid glycosides, and terpenoids. Preclinical studies reveal its action through modulation of inflammatory and oxidative pathways, while clinical trials have proven its safety and efficacy in pain and skin disorders. Excellent tolerability and less toxicity render it suitable for chronic conditions. Research into molecular mechanisms, standardization of formulations, and larger clinical trials will strengthen its place in evidence-based modern medicine.

REFERENCES

1)Paarakh, P.M. 2010. Nigella sativa Linn.-A comprehensive review. Indian Journal of Natural Products and Resources, 1(4): 409-429.

2) Sahare, K.N., Anandhraman, V., Meshram, V.G. and Meshram, S.U. 2008. Anti-microfilarial activity of methanolic extract of Vitex negundo and Aegle marmelos and their phytochemical analysis. Indian Journal of Experimental Biology, 46:128-131.

3) Anonymous. 2003. The Wealth of India, Raw Materials. CSIR (Council of Scientific & Industrial Research), 10:158-160.

4) Ayurvedic Pharmacopoeia of India, New Delhi 2001. Government of India Publication, 1(4):142-144.

5) Kirtikar, K.R., Basu, B.D. 2008. Indian medicinal plants. International Book Distributors, Dehradun, 3:1937-1940.

6) Nadkarni, K.M. 2002. Indian Material Medical. Bombay Popular Prakashan, 1: 1278-1280.

7) Sharma, P.C., Yelne, M.B., Dennis, T.J. 2005. Database on Medicinal Plants used in Ayurveda. CCRAS Publication, New Delhi, 3:450-471.

8) Gupta, A.K., Tandon, N., Madhu, S. 2008. Quality standards of Indian Medicinal Plants. Indian Council of Medical Research, New Delhi, 3:130-135.

9) Jabeen, A., Khan, M., Ahmad, M., Zafar, M. and Ahmad, F. 2009. Indigenous uses of economically important flora of Margallah Hills National Park, Islamabad, Pakistan African Journal of Biotechnology, 8: 763-784.

10) Namdeo, A. 2007. Plant cell elicitation for production of secondary metabolites: A review-Pharmacognosy Reviews, 1: 69-79.

11) Wink, M. 2004. Phytochemical diversity of secondary metabolites. Encyclopedia of Plant and Crop Science, 915-919.

12) Banerji, A., Chadha, M.S., Malshet, V.G. 1969. Isolation of 5-hydroxy-3,6,7,3',4'-pentamethoxyflavone from Vitex negundo. Phytochemistry, 8: 511-512. International Journal of Scientific Research and ReviewVolume 7, Issue 6, 2018ISSN NO: 2279-543X http://dynamicpublisher.org/618

13) Srivastava, C. 2009. Phytochemistry and medicobotany of some medicinal plants used in treatment of arthritis. Medicinal Plants -International Journal of Phytomedicines and Related Industries, 1:27-32.

14) Schütz, K., Carle, R., Schieber, A. 2006. Taraxacum—A review on its phytochemical and pharmacological profile. Journal of Ethnopharmacology, 107:313-323.

15) WHO. 2002. Traditional Medicine Strategy. World Health Organization.

16) Sharma, P.V. 2005 Caraka Samhita, Chaukhamba Orientalia.

17) Tirtha, S. 1998. The Ayurveda Encyclopedia. Ayurveda Holistic Center Press, Bayville, New York.

18) Jadhav, A.N., Bhutani, K.K. 2005. Ayurveda and gynecological disorders. Journal of Ethnopharmacology, 97:151-159.

19) Patkar, K. 2008. Herbal cosmetics in ancient India. Indian Journal of Plastic Surgery, 41: 134-137.

20) Liu, C., Tseng, A., Yang, S. 2005. Chinese herbal medicine: Modern applications of traditional formulas. CRC Press.

21) Kosalge, S.B., Fursule, R.A. 2009. Investigation of ethnomedicinal claims of some plants used by tribals of Satpuda Hills in India. Journal of Ethnopharmacology, 121:456-461.

22) Khan, N., Rashid, A. 2006. A study on the indigenous medicinal plants and healing practices in Chittagong Hill tracts (Bangladesh). African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines, 3:37-47.

23) Au, D.T., Wu, J., Jiang, Z., Chen, H., Lu, G. and Zhao, Z. 2008. Ethnobotanical study of medicinal plants used by Hakka in Guangdong, China. Journal of Ethnopharmacology, 117:41-50.

24) Joshi, A.R., Joshi, K. 2000. Indigenous knowledge and uses of medicinal plants by localcommunities of the Kali Gandaki watershed area, Nepal. Journal of Ethnopharmacology, 73:175-183.

25) Hamayun, M. 2005. Ethnobotanical studies of some useful shrubs and trees of district Buner, NWFP, Pakistan. Ethnobotanical Leaflets, 9.

26) Zabihullah, Q., Rashid, A., Akhtar, N. 2006. Ethnobotanical survey of Kot Manzary Baba valley, Malakand Agency, Pakistan. Pakistan Journal of Plant Sciences, 12:115-121.
27) Shah, G.M., Khan, M.A. 2006. Common medicinal folk recipes of Siran Valley, Mansehra, Pakistan. Ethnobotanical Leaflets, 10:49-62. International Journal of Scientific Research and ReviewVolume 7, Issue 6, 2018ISSN NO: 2279-543Xhttp://dynamicpublisher.org/619
28) Graham, J.G., Quinn, M.L., Fabricant, D.S. and Farnsworth, N.R. 2000. Plants used against cancer–an extension of the work of Jonathan Hartwell. Journal of Ethnopharmacology, 73:347-377.
29) Mahalakshmi, R., Rajesh, P., Ramesh, N., Balsubramanian, V., Kanan, V.R. 2010. Hepatoprotective activity on Vitex negundo Linn. (verbanaceae) by using wistar albino rats in ibuprofen induced model. International journal of pharmacology, 1-6.
30) Tandon, V.R., Gupta, R.K. 2006. Vitex negundo Linn (VN) leaf extract as an adjuvant therapy to standard anti-inflammatory drugs. Indian Journal of Medical Research, 124(4):447-50.
31) Gupta, R.K., Tandon, V.R. 2005. Antinociceptive activity of Vitex negundo Linn leaf extract. Indian Journal of Physiology and Pharmacology, 49(2):163-70.
32) Sathiamoorthy, B., Gupta, P., Kumar, M., Chaturvedi, A.K., Shukla, P.K. and Maurya, R. 2007. New antifungal flavonoid glycoside from Vitex negundo. Bioorganic Medical Chemistry Letter, 17(1):239-42.
33) Tandon, V.R., Gupta, R.K. 2005. An experimental evaluation of anticonvulsant activity of Vitex negundo. Indian Journal of Physiology and Pharmacology, 49 (2):199-205.
34) Alam, M.I., Gomes, A. 2003. Snake venom neutralization by Indian medicinal plants (Vitex negundo and Embelica officinalis) root extracts. Journal of Etanopharmacology, 86(1):75-80
35)Sivarajan VV, Balachandran I. Ayurvedic drugs and their plant sources. New Delhi: Oxford and IBH Publishing Company; 1994. p. 331.
36)Bandyopadhyay U, Das D, Banerjee RK. Reactive oxygen species: Oxidative damage and pathogenesis. Curr Sci. 1999;77:658.
37)Gillham B, Papachristodoulou K, Thomas JH. Wills' Biochemical Basis of Medicine. Oxford: Butterworth-Heinemenn; 1997. p. 351.
38)Lewis DA. Anti-inflammatory Drugs from Plants and Marine sources. Basel: Birkhauser Verlag; 1989. p. 35.
39)Cotran RS, Kumar V, Robbins SL. Robbins, Pathologic Basis of Disease. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 1994. p. 73.
40)Graham HD. Stabilization of the Prussian blue colour in the determination of polyphenols. J Agric Food Chem. 1992;40:801.
41)D'Mello PM, Jadhav MA, Jolly CI. Free Radical scavenging activity of Syzygium cumuni and Ficus bengalensis plants used in Ayurveda for Diaibetus mellitus. Indian Drugs. 2000;37:518.
42)Kumar VP, Shashidhara S, Kumar MM, Sridhara BY. Effects of Luffa echinata on lipid peroxidation and free Radical scavenging Activity. J Pharm Pharmacol. 2000;52:891. doi: 10.1211/0022357001774589.
43)Okuma, Steiner M, Baldini M. Studies on lipid peroxides in platelets: I method of assay and effects of storage. J Lab Clin Med. 1970;75:283.
44)Ohkawa H, Ohishi N, Yagi K. Assay for lipid peroxidation in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. Anal Biochem. 1979;95:351. doi: 10.1016/0003-2697(79)90738-3.
45)Lombaridino JG. Wiley Series Chemistry and Pharmacology of Drugs. Vol. 5. New York: Interscience Publication, John Wiley and Sons; 1995. Non-steroidal anti-inflammatory drugs; p. 116.
46)Medicinal plant: Their bioactivity screening and evaluation. Proceedings of the international workshop, Lucknow: UNIDO and CSIR; 1998. p. 167.
47)Svobodova A, Psotova J, Walterrova D. Natural phenolic in the prevention of UV-induced skin damage: A review. Biomed Papers. 2003;147:137.
48)Telang RS, Chatterjee S, Varshneya C. Studies on analgesic and anti inflammatory activity of Vitex negundo Linn. Indian J Pharmacol. 1999;31:363.

ON A FRACTIONAL LAPLACIAN PROBLEM WITH A SINGULAR NONLINEAR TERM

Y. EL GHALI
Laboratory LABSIPE, National School of Applied Sciences"ENSA", Chouaïb Doukkali University, EL JADIDA 24000, MOROCCO.

J. IGBIDA
Laboratory DGTIC, CRMEF Casablanca-Settat, SP El Jadida, Chouaïb Doukkali University,

N. ELHARRAR
Higher Institute of Nursing Professions and Health Techniques "ISPITS", Safi,

A. KADDAR
Laboratory LABSIPE, National School of Applied Sciences"ENSA", Chouaïb Doukkali University, EL JADIDA 24000, MOROCCO.

Abstract

In the present paper, we study the existence of solutions for on a fractional laplacian problem with a singular nonlinear term. We consider the problem

$$\begin{cases} A(u) = \dfrac{f(x)}{u^{\alpha}} \quad , \quad in\ \Omega, \\ u = 0 \quad , \quad on\ \mathbb{R}^N \setminus \Omega, \\ A(u) = \Delta^s u + \beta(x), \end{cases}$$

where β is a non-decreasing real function, continuous on $\mathbb{R}$, surjective, such that $\beta(0) = 0$ and satisfying $|\beta(x)| \leq M\,|x|$ where M is a positive constant. $\alpha \geq 1, s \in (0,1)$ is the fractional order, Ω is a bounded regular domain in $\mathbb{R}^N$, $N \geq 2$ and f is a non-negative function belonging to an appropriate Lebesgue space $L^m(\Omega)$. We adapt the results of N. Elharrar, J. Igbida and H. Talibi on the $p(\cdot) - Laplacian$ problem with nonlinear singular terms to the fractional case with $p(x) = 2$.

Keywords: Fractional Laplacian problem, nonlinear singular terms to the fractional, existence of solutions for the fractional Laplacian problem.

ELEKTRİK ŞEBEKESİNDEN BAĞIMSIZ TEK HACİMLİ EV ENERJİ SİSTEMİ TASARIMI VE PERFORMANS ANALİZİ: YENİLENEBİLİR ENERJİ YAKLAŞIMI

Arda YAVAŞER
İstanbul University-Cerrahpaşa, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, 34320 Avcılar, İstanbul
ORCID: 0009-0002-8634-8501
Bilal SOYDAN
İstanbul University-Cerrahpaşa, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, 34320 Avcılar, İstanbul
ORCID: 0009-0008-1966-3679
Barış SANDAL
İstanbul University-Cerrahpaşa, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, 34320 Avcılar, İstanbul
ORCID: 0000-0003-1078-7786

ÖZET
Kırsal alanlardaki şebekeden bağımsız küçük konutlar çoğunlukla jeneratörlere bağımlıdır; bu durum işletme maliyetlerini artırmakta ve önemli düzeyde emisyona yol açmaktadır. Bu çalışma, taban alanı ≈ 15 m² olan, standart bir 20 ft ISO 1CC konteynerden dönüştürülmüş tek odalı küçük bir kırsal konutun tüm elektriksel ve ısıl enerji gereksiniminin yalnızca yenilenebilir enerji kaynakları ile karşılanmasının teknik açıdan fizibilitesini incelemektedir. Önerilen hibrit sistem; elektrik üretimi için fotovoltaik paneller ve küçük bir rüzgâr türbini, mekân ısıtması ve kullanım sıcak suyu için güneş termal kolektörleri, kısa dönemli enerji depolaması için bir batarya grubu ve sıcak su depolama tankı ile güneş ve rüzgâr kaynaklarının yetersiz kaldığı dönemleri karşılamak üzere yardımcı bir sıcak su kazanından oluşmaktadır. Bina ve enerji sistemi, konteyner yapıyı temsil eden tek bölgeli bir bina modeli ile PV dizisi, rüzgâr türbini, batarya, hidrolik devreler ve depolama tanklarına ait bileşen modellerinin entegre edildiği dinamik bir simülasyon ortamında temsil edilmiştir. Seçilen konuma ait temsilî saatlik meteorolojik veriler kullanılarak bir yıllık işletme simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Analiz, üretim ile talep arasındaki uyuma, elektriksel ve ısıl yüklerin yenilenebilir kaynaklar tarafından karşılanan payına, batarya doluluk oranının (SOC) zamana bağlı davranışına ve güvenilir otonom işletimi sağlamak için gerekli depolama kapasitesi ile kolektör alanına odaklanmaktadır. Elde edilen sonuçlar, incelenen konteyner konut için hangi boyutlandırma kombinasyonlarında tamamen yenilenebilir kaynaklı beslemenin teknik olarak mümkün hâle geldiğini göstermekte ve yardımcı kazanının artık katkısını nicel olarak ortaya koymaktadır. Çalışılan konfigürasyonda, yıllık elektrik talebinin tamamı ve mekân ısıtması ile sıcak su talebinin %90'ı yenilenebilir kaynaklar tarafından karşılanmakta, batarya SOC değeri ise nadiren %20'nin altına düşmektedir. Bu çalışma, TÜBİTAK tarafından 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında, 1919B012406120 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Şebekeden bağımsız hibrit enerji sistemi, fotovoltaik–rüzgâr entegrasyonu, güneş enerjili ısıtma, batarya enerji depolama

DESIGN AND PERFORMANCE ANALYSIS OF AN OFF-GRID SINGLE-ZONE RESIDENTIAL ENERGY SYSTEM: A RENEWABLE ENERGY APPROACH

ABSTRACT

Off-grid small dwellings in rural areas are mostly dependent on generators; this increases operating costs and leads to significant emissions. This study examines the technical feasibility of meeting all electrical and thermal energy requirements of a small, single-room rural dwelling, converted from a standard 20 ft ISO 1CC container with a floor area of approximately 15 m², using only renewable energy sources. The proposed hybrid system consists of photovoltaic panels and a small wind turbine for electricity generation, solar thermal collectors for space heating and domestic hot water, a battery bank and hot water storage tank for short-term energy storage, and an auxiliary hot water boiler to cover periods when solar and wind resources are insufficient. The building and energy system are represented in a dynamic simulation environment that integrates a single-zone building model representing the container structure with component models of the PV array, wind turbine, battery, hydraulic circuits, and storage tanks. A one-year operational simulation was performed using representative hourly meteorological data for the selected location. The analysis focuses on the balance between production and demand, the share of electrical and thermal loads covered by renewable sources, the time-dependent behavior of the battery state of charge (SOC), and the storage capacity and collector area required to ensure reliable autonomous operation. The results show the sizing combinations for the container housing under investigation where fully renewable supply becomes technically feasible and quantitatively demonstrate the contribution of the auxiliary boiler. In the studied configuration, the entire annual electricity demand and 90% of the space heating and hot water demand are met by renewable sources, while the battery SOC value rarely drops below 20%. This study was supported by TÜBİTAK under the 2209-A Undergraduate Students Research Projects Support Programme, Project No. 1919B012406120.

Keywords: Off-grid hybrid energy system, photovoltaic–wind integration, solar thermal heating, battery energy storage

A PROBLEM WHERE THE REPRESENTATION OF THE PROBLEM STATEMENT IS NOT OPERATIONAL

HASSAN ZARIOUH
Department of Mathematics (CRMEFO), Oujda 60000, Morocco.

TARIK RHARMAOUI
French language Department (CRMEF-Oujda), Oujda 60000, Morocco.

ADIL ZEROUALI AMRI
Directeur du Centre Régional des Métiers de l'Education et de la Formation de l'Oriental (CRMEFO), Oujda 60000, Morocco.

MOUNIA MOUZOURI
Director of Regional Academy of Education and Training of the Oriental, Oujda 60000, Morocco

ABSTRACT:
In this example, which requires no mathematical knowledge beyond the level of elementary school (grades 2-5), the representation of the problem does not pose a great difficulty, but its operationalization is challenging. This problem can be a real "brain teaser" because it is not the representation of the problem statement itself that is problematic, but rather its transformation into an operational representation.
You belong to the fraud unit specializing in counterfeit currency. You have 12 numbered bags, each containing several hundred €2 coins. You know that one of these bags contains only counterfeit coins, while the others do not. You also know that genuine coins weigh 9g and that counterfeit coins weigh only 8g. How can you determine, in a single weighing, which bag contains the counterfeit coins? (You can weigh whatever you want, but you are only allowed to use the scale once and therefore only take one measurement).

REFERENCES:
[1] **M.Artigue – R.Douady** : La didactique des mathématiques en France. Revue Française de Pédagogie N° 76 (1986) P69-88.
[2] **Bachelard** : La formation de l'esprit scientifique. Ed.Vrin.
[3] **G.Brousseau** : Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. Recherche en Didactique des Mathématiques, Vol 7 n°2 (1986) P33-115.

ATROFİK MAKSİLLADA GREFTSİZ ÇÖZÜMLER: ZİGOMATİK İMPLANT CERRAHİSİNE GENEL BAKIŞ

Serra ACAR
Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Dentistry, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, 26040 Odunpazarı, Eskişehir
ORCID: 0009-0009-8508-0874

Seçil ÇOBANOĞLU
Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Dentistry, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, 26040 Odunpazarı, Eskişehir
ORCID: 0000-0002-9233-4862

ÖZET
İleri derecede atrofik maksillanın rehabilitasyonunda greftsiz tedavi seçeneklerinin önem kazanmasıyla zigomatik implantlar, geleneksel sert doku ogmentasyonlarının yerine etkili bir cerrahi alternatif olarak öne çıkmaktadır. Brånemark tarafından tanımlanan bu teknik, özellikle ciddi maksiller atrofi, ileri sinüs pnömatizasyonu, önceki implant başarısızlıkları, travma veya rezeksiyon sonrası gelişen defektler gibi kompleks vakalarda güvenilir bir seçenek sunmaktadır. Zigomatik implantların başarısı; doğru klinik değerlendirme, CBCT ile detaylı preoperatif planlama, anatomik oluşumların doğru analizi ve cerrahi tecrübenin varlığı ile doğrudan ilişkilidir. Zigomatik kemik yapısı, maksiller sinüsün anatomik varyasyonları ve alveolar kretin rezorpsiyon seviyeleri implant yerleşim planlamasında kritik rol oynar. Orijinal intrasinüs tekniği yanında Stella & Warner'ın "sinus slot", Malo'nun "ekstra-maksiller" ve özellikle farklı anatomik varyasyonlara uyum sağlayan ZAGA konsepti gibi modifikasyonlar cerrahi esnekliği artırmıştır. Endikasyonlar arasında zonal değerlendirme ile belirlenen kemik eksiklikleri yer alırken; aktif sinüzit, zigomatik bölge patolojileri, ciddi sistemik hastalıklar ve kemik metabolizmasını etkileyen ilaç kullanımı kontrendikasyonları oluşturur. Postoperatif dönemde sinüs reaksiyonları, oroantral ilişki, hematom, parestezi ve implant kaybı gibi komplikasyonlar görülebilmekle birlikte, doğru cerrahi yaklaşımla bu riskler minimalize edilebilir. Zigomatik implantların başarısı; stabilite, sinüs sağlığı, periimplant yumuşak doku durumu ve protez uyumu gibi kriterlerle değerlendirilmektedir. Sonuç olarak zigomatik implantlar, ileri atrofik maksillanın greftsiz rehabilitasyonunda yüksek başarı oranlarıyla öne çıkan, ancak anatomik bilgi ve cerrahi deneyim gerektiren bir yöntemdir.
Anahtar Kelimeler: Atrofik maksilla, ZAGA konsepti, Zigomatik implant

GRAFTLESS SOLUTIONS IN THE ATROPHIC MAXILLA: AN OVERVIEW OF ZYGOMATIC IMPLANT

ABSTRACT
With the increasing importance of graftless treatment options in the rehabilitation of the severely atrophic maxilla, zygomatic implants have emerged as an effective surgical alternative to conventional hard-tissue augmentation techniques. First defined by Brånemark, this approach provides a reliable option particularly in complex cases such as severe maxillary atrophy, advanced sinus pneumatization, previous implant failures, trauma-related defects, and post-resection deformities. The success of zygomatic implants is closely associated with accurate clinical evaluation, detailed preoperative planning using CBCT, proper assessment of anatomical structures, and adequate surgical experience. The morphology of the zygomatic bone, anatomical variations of the maxillary sinus, and the degree of alveolar crest resorption play critical roles in determining implant positioning. In addition to the original intrasinus technique, several modifications—including Stella and Warner's "sinus slot," Malo's "extra-

maxillary” technique, and particularly the ZAGA concept that accommodates diverse anatomical variations—have enhanced surgical flexibility. While indications are defined according to zonal bone assessment, active sinusitis, zygomatic region pathology, severe systemic diseases, and the use of medications affecting bone metabolism constitute major contraindications. Postoperative complications such as sinus reactions, oroantral communication, hematoma, paresthesia, and implant loss may occur; however, these risks can be minimized with appropriate surgical planning and technique. The success of zygomatic implants is evaluated through criteria including implant stability, sinus health, peri-implant soft tissue condition, and prosthetic compatibility. In conclusion, zygomatic implants represent a highly successful method for graftless rehabilitation of the severely atrophic maxilla, yet require substantial anatomical knowledge and surgical expertise.
Keywords: Atrophic maxilla, ZAGA concept, Zygomatic implant

"IMPACT OF GLOBAL EVENT ON STOCK MARKET VOLATILITY: A COMPARATIVE STUDY OF PRE-, DURING- AND POST-EVENT PERFORMANCE"

Ms. Shreya A U
Student II Year
Department of Management Studies, Nitte Meenakshi Institute of Technology, Yelahanka, Bengaluru, Karnataka, India-64,

Dr. Dharmananda M
Associate Professor, Department of Management Studies, Nitte Meenakshi Institute of Technology, Yelahanka, Bengaluru, Karnataka, India-64,

Dr. Harisha B S
Associate Professor, Department of Management Studies, Nitte Meenakshi Institute of Technology, Yelahanka, Bengaluru, Karnataka, India-64,

Abstract
Global events such as pandemics, geopolitical conflicts, and financial crises significantly influence stock market behavior by increasing uncertainty and investor risk perception. This study examines the impact of a major global event on stock market volatility by comparing market performance during pre-event, during-event, and post-event periods. Using an event study framework and assumed data for a benchmark stock index, the study analyses changes in returns and volatility across the three phases. Descriptive statistics and comparative analysis are employed to assess volatility patterns and return behaviour. The findings indicate that market volatility increases sharply during the event period, accompanied by negative average returns, while the post-event phase shows gradual stabilization and recovery. The study highlights the sensitivity of financial markets to global shocks and provides insights useful for investors, portfolio managers, and policymakers in managing risk during periods of extreme uncertainty.
Keywords: Global Events, Stock Market Volatility, Event Study, Market Performance, Financial Uncertainty

Introduction
Financial markets operate in an environment characterized by uncertainty, where information flow and investor sentiment play a crucial role in price formation. Global events such as wars, pandemics, financial crises, and major geopolitical developments act as powerful external shocks that disrupt normal market functioning. These events increase uncertainty, alter investor expectations, and often trigger sharp fluctuations in stock prices and volatility. Understanding how stock markets respond before, during, and after such events is essential for investors, regulators, and policymakers.

Stock market volatility is widely regarded as a measure of risk and uncertainty. During periods of global turmoil, investors tend to react emotionally, leading to panic selling, herd behavior, and excessive market movements. The Efficient Market Hypothesis suggests that markets quickly incorporate new information into prices; however, during extraordinary global events, information asymmetry and behavioral biases may cause deviations from rational pricing. As a result, volatility tends to rise significantly during such periods.

Comparative analysis of market performance across pre-event, during-event, and post-event periods provides valuable insights into the resilience and adaptive capacity of financial markets. The pre-event period reflects normal market conditions, the during-event phase captures the

immediate reaction to uncertainty, and the post-event period indicates the speed and extent of market recovery. Such analysis helps investors understand risk dynamics and design appropriate portfolio strategies.

In the Indian context, stock markets have experienced heightened volatility during events such as the global financial crisis, COVID-19 pandemic, and geopolitical tensions. Studying volatility patterns across different phases of a global event contributes to better risk assessment and policy formulation. This study attempts to analyze stock market volatility using an event study approach to understand the magnitude and persistence of global event impacts.

Review of Literature

The relationship between global events and stock market volatility has been widely studied in financial literature. Fama (1991) emphasized that financial markets respond rapidly to new and unexpected information, leading to price adjustments and changes in volatility. Global events represent significant information shocks that affect investor expectations and market behavior.

Baker, Bloom, Davis, and Terry (2020) documented unprecedented levels of stock market volatility during global crises, attributing these fluctuations to heightened economic uncertainty and policy responses. Bekaert, Hoerova, and Lo Duca (2013) examined global volatility spillovers and found that uncertainty originating in one market can quickly spread to others, especially during crisis periods.

Studies focusing on emerging markets suggest that global events have a stronger impact due to higher exposure to international capital flows. Kumar and Dhankar (2017) found that Indian stock markets experience sharp volatility spikes during global crises, followed by gradual stabilization. Event study methodologies have been widely used to analyze market reactions, highlighting abnormal returns and increased volatility during event windows.

Research Methodology

Objectives of Study:

- To examine the behaviour of stock market returns and volatility during the pre-event period.
- To analyse the impact of a global event on stock market volatility during the event period.

Analysis

Descriptive Statistics

Period	Average Return (%)	Volatility (%)
Pre-event	2.4	13.1
During-event	-6.8	39.6
Post-event	3.2	20.4

The pre-event period exhibits moderate returns and relatively low volatility, indicating stable market conditions. During the event period, average returns turn negative, and volatility increases sharply, reflecting heightened uncertainty. In the post-event period, volatility declines but remains higher than pre-event levels, suggesting gradual market normalization.

Discussion

The analysis clearly demonstrates that global events have a significant impact on stock market volatility. The sharp increase in volatility during the event period indicates elevated risk perception and uncertainty among investors. Negative returns during this phase suggest panic-

driven selling and risk aversion. These findings are consistent with behavioral finance theories, which argue that investors tend to overreact to negative information during crisis periods.

The post-event phase shows a decline in volatility and a recovery in returns, indicating that markets gradually absorb information and adjust to new conditions. However, volatility does not immediately return to pre-event levels, suggesting lingering uncertainty. This highlights the importance of effective risk management strategies, such as diversification and hedging, during periods of global uncertainty.

Conclusion

The study concludes that global events significantly influence stock market volatility and returns. Market volatility increases sharply during the event period, reflecting heightened uncertainty and investor fear, while the post-event phase shows gradual stabilization and recovery. The findings emphasize that financial markets are highly sensitive to global shocks, especially in emerging economies.

For investors and portfolio managers, understanding volatility patterns across different event phases is crucial for effective risk management and investment decision-making. Policymakers can use such insights to implement timely measures to stabilize markets during crises. Future research may extend this study by using real market data, applying advanced volatility models, and comparing multiple global events to enhance empirical robustness.

References

- Baker, S. R., Bloom, N., Davis, S. J., & Terry, S. J. (2020). COVID-induced economic uncertainty. Quarterly Journal of Economics, 135(4), 1927–1975.
- Bekaert, G., Hoerova, M., & Lo Duca, M. (2013). Risk, uncertainty, and monetary policy. Journal of Monetary Economics, 60(7), 771–788.
- Fama, E. F. (1991). Efficient capital markets: II. Journal of Finance, 46(5), 1575–1617.
- Kumar, R., & Dhankar, R. S. (2017). Global financial crisis and Indian stock market volatility. International Journal of Financial Markets and Derivatives, 6(2), 137–156.
- Mishra, A. K., & Mishra, V. (2021). Stock market reaction to global uncertainty. Journal of Emerging Market Finance, 20(1), 1–25.

MOLECULAR EPIDEMIOLOGY AND PUBLIC HEALTH SIGNIFICANCE OF *TOXOPLASMA GONDII* IN HUMANS FROM DISTRICT RAWALPINDI, PAKISTAN

Muhammad Adnan Sabir Mughal
Department of Pathobiology and Biomedical Sciences, MNS University of Agriculture, Multan, Pakistan
Muhammad Kasib Khan
Department of Parastiology, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan
Nida Naazir
Department of Parastiology, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan
Muhammad Hanan Azhar
Department of Pathobiology and Biomedical Sciences, MNS University of Agriculture, Multan, Pakistan
Sehla Jabbar
Department of Pathobiology and Biomedical Sciences, MNS University of Agriculture, Multan, Pakistan
Maryam Nusrat
Department of Pathobiology and Biomedical Sciences, MNS University of Agriculture, Multan, Pakistan
Kashif Hussain
Department of Pathobiology and Biomedical Sciences, MNS University of Agriculture, Multan, Pakistan

Abstract

Cats, a human companion, can transmit zoonotic pathogens, notably *Toxoplasma gondii*. This obligate coccidian parasite poses a considerable public health threat, as cats act as definitive hosts and shed oocysts that can infect humans through direct contact, contaminated water, or vertical transmission during pregnancy. Considering its silent prevalence and potential health risks, this study aimed to determine the molecular occurrence of toxoplasmosis in the human population of District Rawalpindi, Pakistan. A total of 384 blood samples were collected randomly from six localities. Thin blood smears were prepared and examined microscopically, followed by DNA extraction from positive samples. Polymerase chain reaction (PCR) was performed using genus-specific primers, and amplified products were confirmed through gel electrophoresis and sequencing. The associated risk factors were accessed through a pres-designed questionnaiure. Data were analyzed using multiple logistic regression to evaluate associations, with odds ratios calculated for significant risks. PCR results revealed a higher prevalence of *T. gondii* (23.44%) compared to microscopy (13.54%), underscoring its diagnostic sensitivity. Sequence analysis indicated close similarity of local isolates with previously reported strains worldwide. Risk factor analysis identified frequent cat contact, sex, socioeconomic status and use of unboiled water as significant contributors to infection ($p < 0.05$). The study highlights the molecular presence of *T. gondii* in humans of Rawalpindi and emphasizes the importance of preventive measures, particularly safe food and water practices, to reduce public health risks.

NON-DESTRUCTIVE TESTING BY ULTRASONIC AND REBOUND HAMMER METHODS FOR EVALUATING THE PROPERTIES OF ORDINARY CONCRETE

Samir BELMAHİ
Department of hydraulic, Institute of sciences and technologies, university centre of Maghnia; ALGERIA
ORCID: 0000-0001-8424-2143
Abdelmoutalib BENFRİD
Department of civil Engineering, University of Sidi belabes, Sidi belabes, ALGERIA.
ORCID: 0009-0007-8171-1654
Ibrahim KLOUCHE DJEDİD
Department of civil Engineering, University of Tiaret Tiaret ALGERIA.

ABSTRACT
This research work focuses on the use of the combined ultrasonic–rebound hammer method for the non-destructive evaluation of concrete. The objective is to improve the accuracy of estimating compressive strength and certain intrinsic properties of the material by relying on empirical formulas available in the literature. Concrete, due to its relatively high compactness, presents a particular microstructure that requires efficient and well-adapted control methods. The experimental approach implemented is based on measuring the ultrasonic pulse velocity, which is sensitive to the internal quality and density of the material, as well as the rebound index obtained from the Schmidt hammer test, which is mainly related to surface hardness. These two parameters are then combined using empirical expressions from the literature, allowing for a more robust estimation of the concrete's compressive strength. The analytical models were selected from recognised previous studies and adapted to the specific properties of the concrete formulated in this work. The results show that the ultrasonic measurement alone slightly underestimates the strength, while the rebound hammer measurement exhibits greater dispersion. In contrast, the combined method provides a much more coherent estimation. The calculations give an average estimated compressive strength of 37 to 40 MPa, which is very close to the destructive tests carried out in parallel (35 to 38 MPa). Furthermore, the ultrasonic analysis makes it possible to determine a dynamic modulus of elasticity of approximately 34 GPa, confirming the good internal homogeneity of the concrete. These results demonstrate the relevance of the combined method for reliable and non-destructive quality assessment of concrete.
Keywords: Non-destructive testing (NDT); Ultrasonic pulse velocity; Rebound hammer; Compressive strength; Concrete properties.

1. INTRODUCTION
The combined ultrasonic–rebound hammer method is a widely used non-destructive testing (NDT) technique for estimating the compressive strength of concrete. It integrates the rebound hammer test for surface hardness and the ultrasonic pulse velocity (UPV) test for internal quality assessment, overcoming the limitations of each individual method (CNERIB, 1998; Hannachi & Guettache, 2011). Empirical correlations between rebound index, UPV, and compressive strength allow reliable on-site estimation, although local calibration with destructive tests is often necessary to ensure accuracy (Malhotra & Carino, 2004; Di Maio, 2011). The method is particularly useful for quality control, structural evaluation, and preliminary assessment prior to destructive testing. Standard guidelines ensure consistent interpretation of results (ASTM C597, 2012; ASTM C805, 2012).

2. PRINCIPE

Figure 1 illustrates the principle of the **combined ultrasonic–rebound hammer measurement,** where the rebound hammer evaluates the surface hardness of the concrete while the ultrasonic pulse velocity test assesses its internal quality and homogeneity. The combination of these two measurements provides a more reliable estimation of compressive strength compared to individual tests (Belmahi et al.2024).

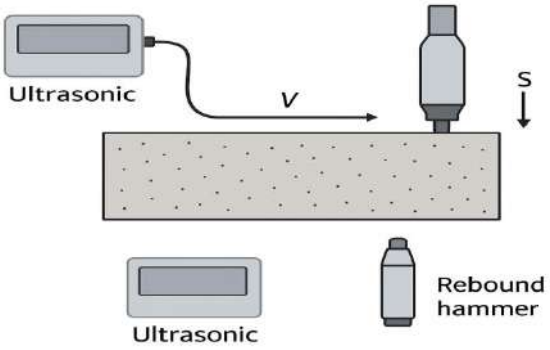


Fig 1. The principle of the **combined ultrasonic–rebound hammer**

3. MATERIAL AND METHODS

The curve constants to estimate the compressive strength of concrete are calculated with the Proceq Pundit Lab program based upon the collected data set. In addition, it sallows as to obtain the estimated compressive strength of the concrete by directly inputting the wave velocity (table 1).

Table 1: Measurement results on specimens (16x32) cm.

Sample No.	**01**	**02**	**03**	**04**	**05**
Compressive Strength (with compression machine) Fck (MPa)	40.1	38.5	40,3	37.8	38.6
Vitesse d'impulsion ultrasonique (longitudinale) (V) m/s	4632	4438	4644	4426	4611
Valeurs de rebond silverschmidt (S)	45	38	46	42	43
Constants (Curve type exponentiel)	a= 3.0123 b=0.000549 R=0.8721 (R-square)				
Résistance à la compression $fc= a*V^b$	39.7	38.3	40,3	37.8	39,2
Constantes	a = 6,52485E-05; b = 1,50085173 c = 0,16546280; R^2 =0,918975531 (R-square)				
Résistance à la compression $fck = a*V^b*S^c$	39.78	38.64	40.24	37.58	39.05

We notice in Table 1 that the values of the compressive strengths, obtained by a non-destructive test using a combination of an ultrasound and rebound hammer on concrete specimens of dimensions of 16x32 gave results similar to those obtained with a destructive test on the same specimens using a compression machine.

It is clear from Table 1 that the greatness are equivalent to the quality of the concrete, so, a higher strength concrete represents the higher values of the ultrasonic pulse velocity and the silver-schmidt rebound value.

Consequently, the values obtained by this non-destructive method are neither exaggerated nor weak compared to those obtained with the destructive method. So, it suffices to say that they are very close.

4. CONCLUSION

The study confirms that the combined non-destructive testing method, using ultrasonic pulse velocity and Silver-Schmidt rebound hammer, reliably estimates concrete compressive strength. Results closely match destructive testing, showing a strong correlation between higher strength and higher ultrasonic and rebound values. The method is robust and suitable for in-situ quality control and assessment without damaging specimens.

REFERENCES

CNERIB. Non-Destructive Testing of Concrete – Combined Method (Ultrasonic–Rebound Hammer). Alger : CNERIB, 1998.

Hannachi, S., & Guettache, M. N. Non-Destructive Testing of Concrete Structures: Application of the Combined Method.Sciences & Technologie B, 2011.

ASTM C597. Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete*. ASTM International, 2012.

ASTM C805. Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete*. ASTM International, 2012.

Malhotra, V. M., & Carino, N. J. “Handbook on Non-Destructive Testing of Concrete”. CRC Press, 2004.

Di Maio, C. Combined NDT Methods for Concrete Evaluation*. Construction and Building Materials, 2011.

Belmahi, Samir, Amine, Guiz, Bourdim, Sidi Mohammed El-Amine & Klouche Djedid, Ibrahim. (2024). Diagnosis of the Effect of Steel Fiber on the Mechanical Properties of Cement Mortars. The Eurasia Proceedings of Science Technology Engineering and Mathematics. 31. 18-23. DOI:10.55549/epstem.1592973

TCMB POLİTİKA FAİZİ KARARLARININ BIST BANKA ENDEKSİ ÜZERİNDEKİ KISA DÖNEM ETKİLERİ

Burak BÜYÜKOĞLU
Gaziantep University, Nizip Vocational School
ORCID: 0000-0002-1174-3112

ÖZET

Çalışma, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası'nın (TCMB) politika faizi kararlarının Borsa İstanbul Banka Endeksi (XBANK) üzerindeki kısa dönem etkisini incelemektedir. 2015–2024 döneminde seçili Para Politikası Kurulu (PPK) toplantı tarihlerinde alınan faiz artışı, faiz indirimi ve faizin sabit bırakılması kararları için olay çalışması (event study) yaklaşımı uygulanmaktadır. Banka endeksinin günlük log getirileri, BIST 100 endeksi getirilerinden arındırılarak piyasa-düzeltilmiş anormal getiriler elde edilmektedir. Olay penceresi, karar tarihinin üç gün öncesinden üç gün sonrasına kadar $-3, +3$olarak tanımlanmakta; her gün için Ortalama Anormal Getiri (AAR) ve Kümülatif Ortalama Anormal Getiri (CAR) hesaplanmaktadır. Olay günü AAR(0) ve kısa pencere CAR(−1,+1) değerlerinin dağılımlarında önce Shapiro–Wilk normallik testi uygulanmakta, ardından ortalamanın sıfırdan sapıp sapmadığını sınamak üzere tek örneklem t-testleri kullanılmaktadır. Örnek uygulamanın bulguları, incelenen sınırlı sayıdaki PPK kararı için ne olay günü anormal getirilerin ne de kısa dönem kümülatif anormal getirilerin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını göstermektedir. Buna karşın AAR ve CAR grafiklerinde faiz artışı, indirimi ve sabit kararlarının işaret ve büyüklük bakımından farklı desenler oluşturduğu, dolayısıyla daha geniş örneklem ve daha ayrıntılı modellemeler için potansiyel taşıdığı görülmektedir. Çalışma, basit ve tekrarlanabilir bir olay çalışması tasarımı sunarak TCMB faiz kararları–banka hisseleri etkileşimini görsel ve istatistiksel olarak ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: TCMB, Politika Faizi, Olay Çalışması, BIST, Banka Endeksi, Anormal Getiri

SHORT-RUN EFFECTS OF CBRT POLICY RATE DECISIONS ON THE BORSA ISTANBUL BANKING INDEX

ABSTRACT

This study examines the short-run impact of the Central Bank of the Republic of Türkiye's (CBRT) policy rate decisions on the Borsa Istanbul Banking Index (XBANK). An event study approach is applied to selected Monetary Policy Committee (MPC) meeting dates over the 2015–2024 period that involve rate hikes, rate cuts, and hold decisions. Daily log returns of the banking index are adjusted for BIST 100 returns to obtain market-adjusted abnormal returns. The event window is defined as −3 to +3 days around the decision date, and Average Abnormal Returns (AAR) and Cumulative Average Abnormal Returns (CAR) are computed for each day. For the distributions of AAR(0) on the event day and CAR(−1,+1) over the short window, the Shapiro–Wilk test is first used to assess normality, followed by one-sample t-tests to examine whether the mean deviates from zero. Findings from the illustrative application indicate that, for the limited set of MPC decisions examined, neither event-day abnormal returns nor short-run cumulative abnormal returns are statistically significant. However, AAR and CAR plots suggest that rate hikes, rate cuts, and hold decisions generate different patterns in terms of sign and magnitude, implying potential for further analysis with a larger sample and more detailed modeling. The study aims to present a simple, replicable event study design that visualizes and statistically documents the interaction between CBRT rate decisions and bank stock performance.

Keywords: CBRT, Policy Rate, Event Study, Borsa Istanbul, Banking Index, Abnormal Returns

1. GİRİŞ

Merkez bankalarının politika faizine ilişkin kararları, para politikasının en görünür ve en hızlı fiyatlanan bileşenlerinden biridir. Politika faizindeki değişiklikler, kısa vadeli piyasa faizleri, kredi maliyetleri, döviz kuru, varlık fiyatları ve beklentiler kanalıyla hem finansal sistemi hem de reel ekonomiyi eş zamanlı olarak etkiler. Özellikle beklenmeyen faiz adımları, finansal piyasalar için güçlü bir haber şoku niteliği taşır ve çoğu zaman karar metni okunmadan bile hisse senedi fiyatlarına yansır. Gelişmiş ülke literatüründe, para politikası sürprizlerinin hisse senedi getirileri üzerindeki etkisi ayrıntılı biçimde belgelenmiştir; örneğin Bernanke ve Kuttner (2005), ABD'de beklenmedik 25 baz puanlık faiz indirimlerinin geniş piyasa endekslerinde yaklaşık yüzde 1 civarında pozitif fiyat tepkisine yol açtığını göstermektedir.

Türkiye örneğinde politika faizinin önemi, hem yüksek enflasyon–düşük faiz tartışmalarının merkezde yer alması hem de finansal derinliğin sınırlı olduğu bir ekonomide bankacılık sisteminin kilit rolü nedeniyle daha da artmaktadır. TCMB'nin 2018 döviz kuru baskısı dönemindeki agresif faiz artırımları, 2021 sonrasındaki hızlı faiz indirimleri ve 2023–2024 yıllarında yeniden başlayan sıkılaştırma süreci, sadece kur ve enflasyon dinamikleri açısından değil, bankaların bilanço yapıları ve kârlılık beklentileri açısından da kritik dönemeçler yaratmıştır. Politika faizindeki ani ve yön değiştiren adımlar, bankaların fonlama maliyetini, menkul kıymet portföylerinin değerini, kredi verme iştahını ve dolayısıyla piyasanın bankacılık sektörüne atfettiği risk primini doğrudan etkilemektedir. Duran vd. (2012) gibi çalışmalar, Türkiye'de faiz şoklarının varlık fiyatlarına etkisinin gelişmiş ülkelere benzer biçimde hisse senedi piyasasında anlamlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Borsa İstanbul'da bankacılık sektörü hem piyasa değeri hem de likidite bakımından endeksin omurgasını oluşturmaktadır. Banka hisseleri, para politikasına duyarlılığı yüksek varlıklar arasında yer almakta; bu nedenle TCMB kararlarının finansal piyasalar üzerindeki etkisini anlamak isteyen yatırımcı ve politika yapıcılar için doğal bir laboratuvar sunmaktadır. Özellikle XBANK endeksi, sektöre ilişkin ortak beklentilerin özetlendiği bir gösterge niteliğindedir. Para politikası sıkılaştığında, bankaların fonlama maliyeti yükselmekte, kredi hacmindeki olası yavaşlama kârlılık beklentilerini aşağı çekerken, faiz gelirlerindeki artış ise bu etkiyi kısmen telafi edebilmektedir. Tersi durumda, hızlı faiz indirimleri kısa vadede menkul kıymet portföylerinde değer artışı yaratırken, kur ve enflasyon kanalı üzerinden risk algısını bozarak bankacılık hisselerine baskı yapabilmektedir. Bu karmaşık denge, TCMB faiz kararlarının banka hisseleri üzerindeki net etkisini ampirik olarak test etmeyi gerekli kılmaktadır.

Bu çalışma, TCMB politika faizi kararlarının BIST Banka Endeksi (XBANK) üzerindeki kısa dönem etkisini basit ve şeffaf bir olay çalışması çerçevesiyle incelemeyi amaçlamaktadır. 2015–2024 döneminde seçili PPK toplantıları etrafında tanımlanan $-3, +3$günlük olay penceresinde, banka endeksinin BIST 100 endeksine göre anormal getirileri hesaplanmakta; ortalama anormal getiriler (AAR) ve kümülatif ortalama anormal getiriler (CAR) hem grafiksel olarak hem de basit istatistiksel testlerle değerlendirilmektedir. Böylece, literatürde daha gelişmiş modelleme teknikleriyle elde edilen bulgulara paralel olarak, yalnızca endeks verileri kullanılarak kolaylıkla tekrarlanabilir bir uygulama sunulmaktadır. Çalışmanın özgünlüğü, (i) TCMB faiz kararlarını yalnızca banka endeksi üzerinden, sade bir piyasa-düzeltilmiş modelle ve dar olay penceresiyle analiz etmesinde, (ii) faiz artışı, faiz indirimi ve sabit kararlarını görsel olarak ayrıştırarak karar türlerine göre tepki desenlerini ortaya koymasında ve (iii) uygulamanın R kodları aracılığıyla araştırmacılar ve lisansüstü öğrenciler için doğrudan yeniden üretilebilir bir şablon sunmasında yatmaktadır.

2. LİTERATÜR

Bu çalışmanın temel amacı, TCMB politika faizi kararlarının BIST Banka Endeksi üzerindeki kısa dönem etkisini, basit bir olay çalışması çerçevesiyle ortaya koymak ve böylece hem uluslararası para politikası–hisse senedi ilişkisine dair literatüre hem de Türkiye'deki bankacılık sektörü odaklı uygulamalara katkı sunmaktır. Çalışma, daha önce bireysel banka hisseleri veya farklı varlık sınıfları üzerinde ayrıntılı modellemeler yapan çalışmaların aksine, yalnızca banka sektör endeksini kullanarak, dar bir olay penceresinde ve piyasa-düzeltilmiş anormal getiriler üzerinden sade bir tasarım önermektedir. Bu yönüyle, hem yöntemsel olarak MacKinlay'in (1997) ortaya koyduğu klasik olay çalışması yaklaşımına dayanmaktadır hem de Kanat (2024), Eren ve Demireli (2023) ve Keskin (2024) gibi yakın dönem Türkiye uygulamalarını bankacılık endeksi düzeyinde tamamlayıcı niteliktedir.

Uluslararası literatürde, para politikası şoklarının hisse senedi getirileri üzerindeki etkisini inceleyen öncü çalışmalar, genellikle politika sürprizlerini vadeli işlemler piyasasından türetmekte ve beklenen/beklenmeyen bileşenleri ayrıştırmaktadır. Thorbecke (1997), ABD'de sıkı para politikası dönemlerinde hisse senedi getirilerinin belirgin biçimde zayıfladığını göstermektedir. Bernanke ve Kuttner (2005), federal fonlar faizindeki beklenmedik indirimlerin geniş piyasa endekslerinde anlamlı pozitif, beklenmedik artışların ise negatif fiyat tepkisine yol açtığını bulmuştur. Duran vd. (2012) ise bu yaklaşımı Türkiye'ye uyarlayarak, heteroskedastisite tabanlı GMM tekniğiyle para politikası şoklarının tahvil, döviz ve hisse senedi piyasaları üzerindeki etkisini tahmin etmekte ve özellikle hisse senedi piyasasında faiz artışlarının fiyatları düşürdüğünü rapor etmektedir.

Türkiye literatüründe merkez bankası faiz duyurularının finansal piyasalar üzerindeki etkisini doğrudan inceleyen çalışmaların önemli bir kısmı olay çalışması ya da volatilite modellerine dayanmaktadır. Soylu, Korkmaz ve Çevik (2014), TCMB faiz duyurularının hisse senedi ve vadeli işlem piyasalarındaki getiri ve volatilite dinamikleri üzerindeki etkisini GARCH türü modellerle analiz ederek, özellikle beklenmeyen faiz kararlarının piyasa oynaklığını artırdığını göstermektedir. Poyraz, Türkün Kaya ve Kahraman (2020) ise politika faizindeki değişimlerin BIST 100 endeksi üzerindeki etkisini olay analizi ile inceleyerek, belirli pencerelerde anlamlı kümülatif anormal getiriler tespit etmekte ve olay çalışması yönteminin Türkiye piyasası için uygulanabilir olduğunu teyit etmektedir.

Bankacılık sektörü özelinde daha hedefli çalışmalar, politika faizinin bankacılık hisseleri üzerindeki etkisini farklı açılardan ele almıştır. Duran vd.'nin (2012) sonuçları, faiz şoklarının banka hisseleri üzerinde diğer sektörlere göre daha güçlü bir baskı yarattığını ima etmektedir. Abdioğlu ve Aytekin (2016), TCMB para politikası duyurularının Türk bankalarının hisse getirilerine etkisini analiz ederek, özellikle sürpriz şokların bankacılık hisselerinde belirgin fiyat tepkilerine yol açtığını bulmuştur. Eren ve Demireli (2023), 2010–2021 döneminde TCMB politika faizi kararlarının kamu, özel ve yabancı sermayeli mevduat bankalarının hisseleri üzerindeki etkisini olay çalışması ile incelemekte ve faiz artışlarının tüm bankacılık grupları için güçlü negatif tepkilerle karşılandığını; faiz indirimlerinin ise beklenen ölçüde pozitif fiyatlanmadığını ortaya koymaktadır.

Daha yakın tarihte Kanat (2024), BIST Banka Endeksi üzerinde faiz oranı politika değişimlerinin etkisini inceleyerek, farklı olay pencerelerinde pozitif ve negatif faiz şoklarının asimetrik fiyatlanabildiğini ve risk algısının dönemlere göre değiştiğini göstermektedir. Keskin (2024) ise TCMB faiz kararlarının banka hisse değerleri üzerindeki etkisini olay çalışması ve panel veri yaklaşımlarını birleştirerek analiz etmekte, özellikle son yıllardaki para politikası rejim değişimlerinin bankacılık hisselerinde dalgalanmayı artırdığını vurgulamaktadır. Bu çalışmalar, faiz kararlarının banka hisseleri üzerinde anlamlı ve çoğu zaman asimetrik etkiler

doğurabildiğini, ayrıca faiz indirimlerinin her zaman "iyi haber" olarak fiyatlanmadığını ortaya koymaktadır.
Bu bağlamda, mevcut çalışma üç açıdan literatüre katkı sunmayı hedeflemektedir. Birincisi, analiz birimi olarak bireysel banka hisseleri yerine XBANK sektör endeksini kullanarak, TCMB faiz kararlarının bankacılık sektörüne ilişkin ortalama piyasa algısına nasıl yansıdığını sade bir çerçevede ortaya koymaktadır. İkincisi, 2015 sonrasındaki yüksek oynaklık ve politika rejimi değişimlerini içeren bir dönemi kapsayarak, son yıllarda artan faiz oynaklığının kısa dönem fiyatlama dinamiklerine yansımalarını göstermektedir. Üçüncüsü, metodolojik olarak yalnızca piyasa-düzeltilmiş anormal getiriler, dar olay pencereleri ve temel istatistiksel testler kullanarak, R ortamında kolayca çoğaltılabilir ve öğretim amaçlı da kullanılabilir bir uygulama seti sunmaktadır. Böylece hem daha karmaşık modellerin sonuçlarını görsel ve sezgisel bir düzlemde destekleyen hem de araştırmacılar ve öğrenciler için düşük giriş maliyetli bir olay çalışması örneği oluşturan bir yapı ortaya çıkmaktadır.

3. VERİ ve YÖNTEM

Bu çalışmada TCMB politika faizi kararlarının Borsa İstanbul Banka Endeksi (XBANK) üzerindeki kısa dönem etkisi, olay çalışması (event study) yaklaşımı ile analiz edilmektedir. Örneklem dönemi 01.01.2015–31.12.2024 olarak belirlenmiş olup, bu dönem içinde seçilen beş Para Politikası Kurulu (PPK) toplantısında alınan politika faizi kararları olay olarak tanımlanmıştır. Çalışmada yalnızca XBANK sektör endeksi ve BIST 100 (XU100) genel piyasa endeksi günlük verileri kullanılmış, bireysel banka hisselerine inilmemiştir. Fiyat verileri, Borsa İstanbul veritabanı/Yahoo Finance üzerinden elde edilen düzeltilmiş kapanış fiyatları kullanılarak oluşturulmuştur.
Günlük getiri, endeks fiyatlarının ardışık günler arasındaki doğal logaritmik farkları üzerinden hesaplanmıştır. Buna göre XBANK endeksinin günlük log getirisi R_t^{banka}ve BIST 100 endeksinin günlük log getirisi R_t^{piyasa}olmak üzere:

$$R_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$$

şeklinde tanımlanmıştır. Anormal getiri için basit piyasa-düzeltilmiş model kullanılmış ve her gün için anormal getiri:

$$AR_t = R_t^{\text{banka}} - R_t^{\text{piyasa}}$$

şeklinde elde edilmiştir. Bu çerçevede, XBANK endeksinin BIST 100'e göre ek getirisinin, TCMB faiz kararları etrafında sistematik bir sapma gösterip göstermediği test edilmektedir.
Olay tarihi, ilgili PPK toplantı tarihine karşılık gelen gün olarak alınmıştır. Olay penceresi, karar tarihinden üç gün önceki günden üç gün sonraki güne kadar $[-3, +3]$takvim günlük bir aralık olarak tanımlanmıştır. Her bir olay için bu pencere içindeki anormal getiriler, olay zamanını gösteren $k$indeksi (k = −3, −2, −1, 0, +1, +2, +3) ile yeniden numaralandırılmıştır. Birden fazla olayın bulunduğu durumda, aynı $k$değeri için ortalama anormal getiri (AAR) ve kümülatif ortalama anormal getiri (CAR) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır:

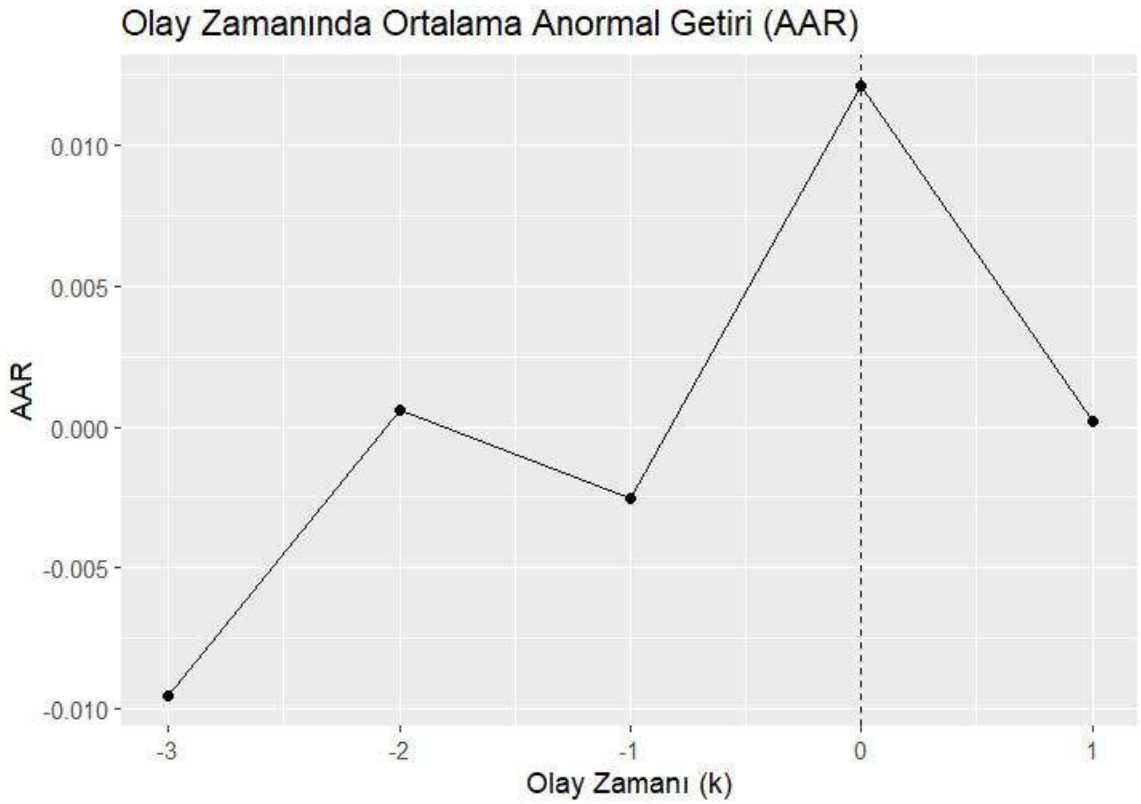
$$AAR_k = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} A\,R_{i,k}$$

$$CAR_{k_1,k_2} = \sum_{k=k_1}^{k_2} AA\,R_k$$

Burada N, analiz kapsamındaki PPK karar sayısını ifade etmektedir. Çalışmada öncelikle her gün için AAR profili ve olay penceresi boyunca CAR profili grafiksel olarak incelenmiştir. Olay günü için $AAR(0)$değeri ile kısa pencere için $CAR(-1,+1)$değeri, kararların kümülatif etkisini özetleyen iki temel gösterge olarak seçilmiştir.
İstatistiksel olarak, AAR(0) ve CAR(−1,+1) dağılımlarının normalite varsayımını sağlayıp sağlamadığı, Shapiro–Wilk normallik testi ile sınanmıştır. Hem olay günü anormal getirileri hem de kısa pencere kümülatif anormal getirileri için Shapiro–Wilk testinde elde edilen p-değerleri 0.05'in üzerinde çıkmış, dolayısıyla normal dağılım varsayımı reddedilmemiştir. Bu sonuca dayanarak, söz konusu serilerin ortalamalarının sıfırdan anlamlı biçimde farklı olup olmadığını test etmek için tek örneklem t-testleri uygulanmıştır. Örneklem büyüklüğünün (N=5) sınırlı olması nedeniyle, karar türü bazında (faiz artışı, indirimi, sabit) ayrı anlamlılık testleri raporlanmamış; bu ayrım yalnızca grafiksel düzeyde gösterilmiştir. Tüm hesaplamalar ve grafikler R programlama dili kullanılarak gerçekleştirilmiş, olay çalışması tasarımı araştırmacılar tarafından kolayca tekrarlanabilecek şekilde sade tutulmuştur.

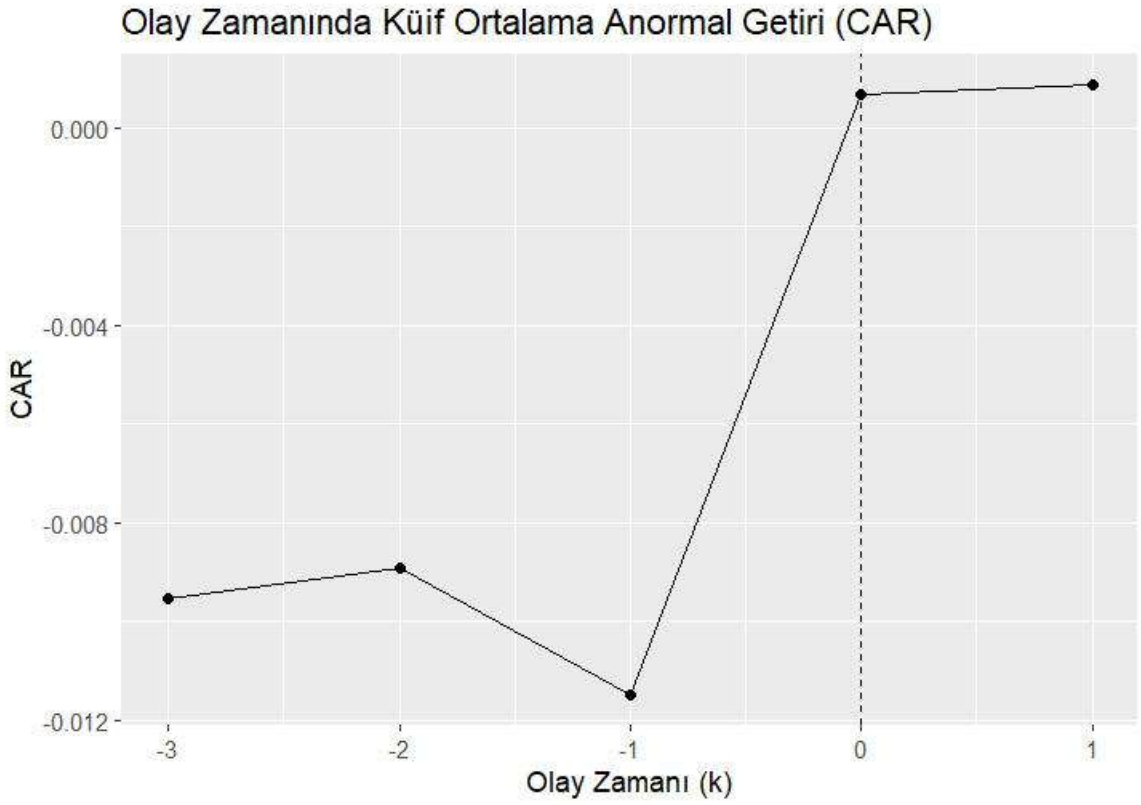
4. BULGULAR

Bu bölümde, TCMB politika faizi kararlarının BIST Banka Endeksi (XBANK) üzerindeki kısa dönem etkisine ilişkin ampirik bulgular sunulmaktadır. İlk olarak olay penceresi boyunca elde edilen ortalama anormal getirilerin (AAR) ve kümülatif ortalama anormal getirilerin (CAR) profilleri incelenmekte, ardından olay günü ve kısa pencere için uygulanan t-testi sonuçları değerlendirilmektedir.
Şekil 1'de, PPK karar tarihleri etrafındaki $[-3,+3]$günlük olay penceresinde XBANK endeksi için hesaplanan ortalama anormal getiriler gösterilmektedir



Şekil 1: *Olay zamanında ortalama anormal getiri*
AAR serisinin çoğu günde sıfıra oldukça yakın salındığı, olay günü olan $k = 0$'da ise pozitif yönde küçük bir artış gözlendiği görülmektedir. Bununla birlikte, AAR değerlerinin büyüklük olarak sınırlı ve dalgalı bir yapı sergilediği, belirgin ve kalıcı bir yönlü tepki deseninin ortaya çıkmadığı söylenebilir.

Şekil 2'de, aynı olay penceresi için kümülatif ortalama anormal getirilerin seyri gösterilmektedir.



Şekil 2: *Olay zamanında kümülatif ortalama anormal getiri*

CAR serisinin olay penceresi boyunca dar bir bant içinde dalgalandığı ve pencere sonunda başlangıç noktasına yakın bir seviyede sonlandığı görülmektedir. Bu profil, incelenen PPK kararları için TCMB faiz duyurularına eşlik eden güçlü ve kalıcı bir anormal getiri birikimi olmadığını ima etmektedir.

Nicel analizde, olay günü için ortalama anormal getiri $AAR(0)$ve kısa pencere için kümülatif ortalama anormal getiri $CAR(-1,+1)$tek örneklem t-testine tabi tutulmuştur. Olay günü için ortalama anormal getiri yaklaşık 0.0121 olarak hesaplanmış; tek örneklem t-testi sonucunda $t = 1{,}1182$, serbestlik derecesi $df = 4$ve p-değeri 0.3261 bulunmuştur.

%95 güven aralığı $[-0.0180, 0.0423]$ olarak elde edilmiştir. Kısa pencere kümülatif anormal getirisi $CAR(-1,+1)$için ortalama değer yaklaşık 0.0098, t-istatistiği $t = 0{,}7070$, p-değeri 0.5186 ve %95 güven aralığı $[-0.0287, 0.0483]$ olarak hesaplanmıştır. Kısa pencere için elde edilen t-testi sonuçları ayrıntılı biçimde Tablo 1'de sunulmakta, olay günü ve kısa pencere için elde edilen özet sonuçlar birlikte Tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 1: *Kısa pencere CAR(−1,+1) için tek örneklem t-testi sonuçları*

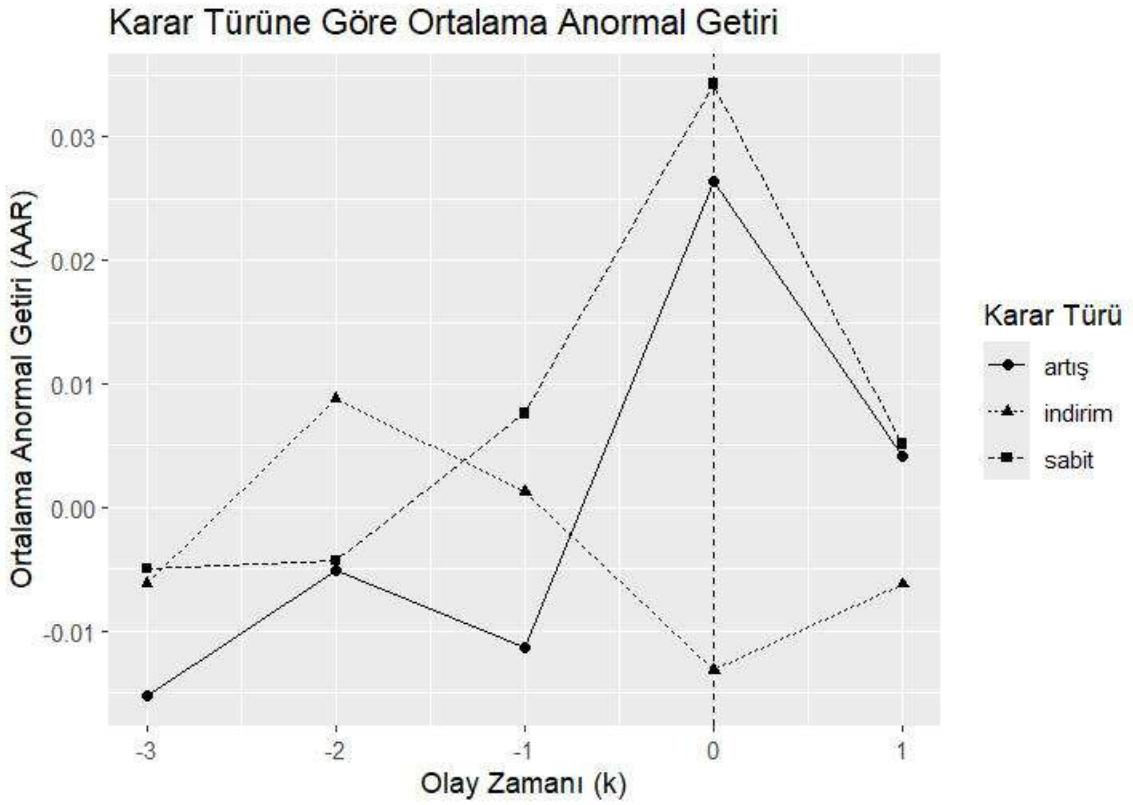
Değişken	n	Ortalama CAR(−1,+1)	t-istatistiği	p-değeri	%95 GA Alt	%95 GA Üst
Tüm kararlar (CAR −1,+1)	5	0.0098	0.7070	0.5186	-0.0287	0.0483

Tablo 2: *Olay günü ve kısa pencere için tek örneklem t-testi sonuçları*

Değişken	n	Ortalama	t-istatistiği	p-değeri	%95 GA Alt	%95 GA Üst
Olay günü AR(0)	5	0.0121	1.1182	0.3261	-0.0180	0.0423
Kısa pencere CAR(−1,+1)	5	0.0098	0.7070	0.5186	-0.0287	0.0483

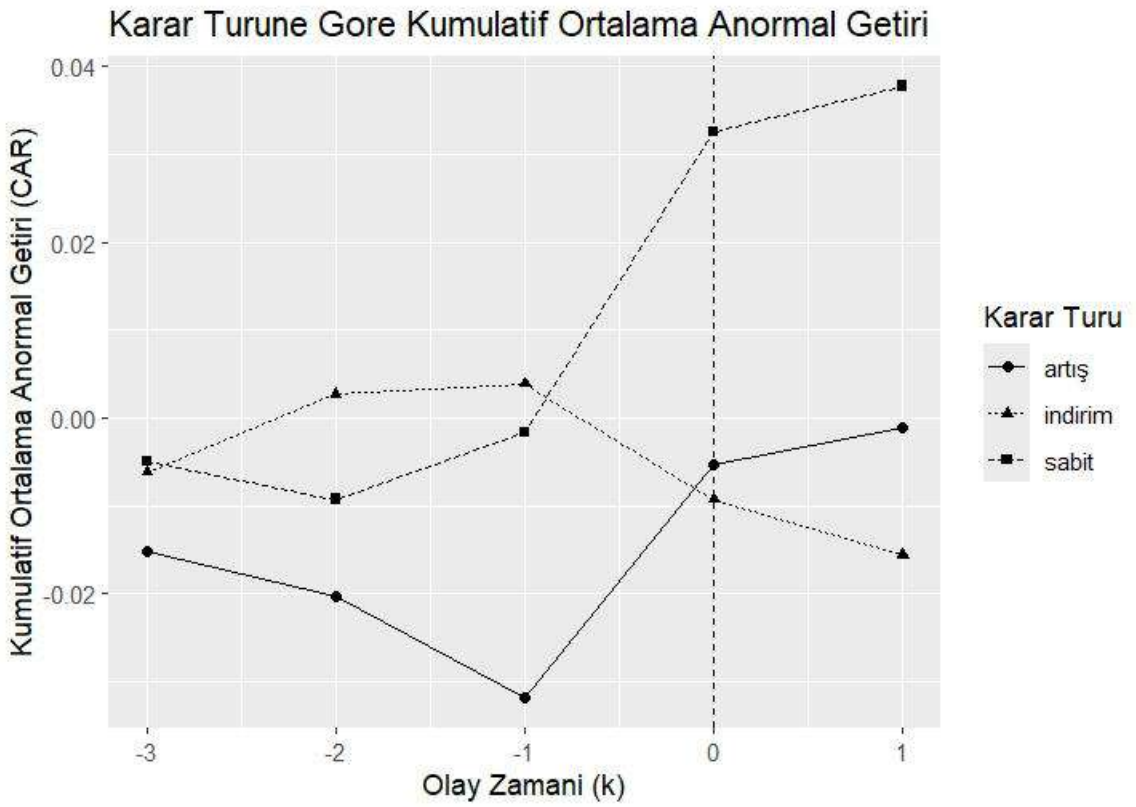
Tablo 2'de görüldüğü üzere, hem olay günü $AAR(0)$hem de kısa pencere $CAR(-1,+1)$için hesaplanan ortalama değerler pozitif işaretli olmasına karşın, her iki durumda da p-değerleri 0.05 eşiğinin oldukça üzerinde kalmakta ve sıfırdan istatistiksel olarak anlamlı bir sapma tespit edilememektedir. Bu bulgu, çalışmanın kapsadığı sınırlı sayıdaki PPK kararı için, TCMB politika faizi duyurularının XBANK endeksi üzerinde belirgin ve tutarlı bir anormal getiri etkisi yaratmadığı şeklinde yorumlanabilir. Başka bir ifadeyle, piyasanın faiz kararlarını büyük ölçüde önceden fiyatlamış olabileceği ya da faiz kararlarıyla eş zamanlı gerçekleşen diğer makroekonomik ve finansal haberlerin banka endeksi üzerindeki etkileri gölgelediği düşünülebilir.

Karar türü (faiz artışı, indirimi, sabit) bazında yapılan grafiksel incelemelerde, faiz artışı, faiz indirimi ve sabit kararlarının olay penceresi boyunca AAR ve CAR üzerindeki etkileri ayrı ayrı gösterilmiştir. Şekil 3'te, karar türlerine göre ortalama anormal getirilerin seyri yer almakta; faiz artışı, indirimi ve sabit kararlarının olay penceresi boyunca zamanlama ve büyüklük bakımından farklı desenler oluşturabildiği görülmektedir.



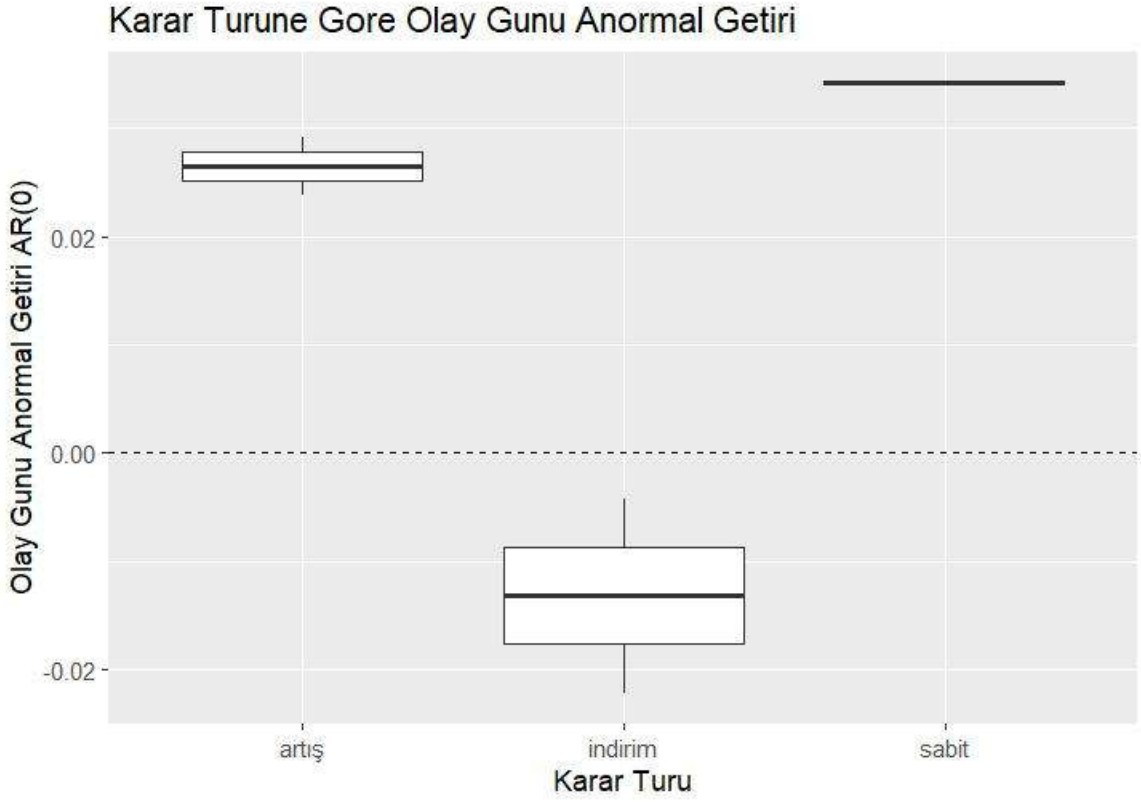
Şekil 3: *Average abnormal returns by decision type*

Şekil 4'te ise aynı ayrım altında kümülatif ortalama anormal getirilerin profili sunulmakta, bazı olaylarda kısa süreli pozitif veya negatif kümülatif etkilerin oluştuğu, ancak bunların kalıcı bir eğilime dönüşmediği görülmektedir.

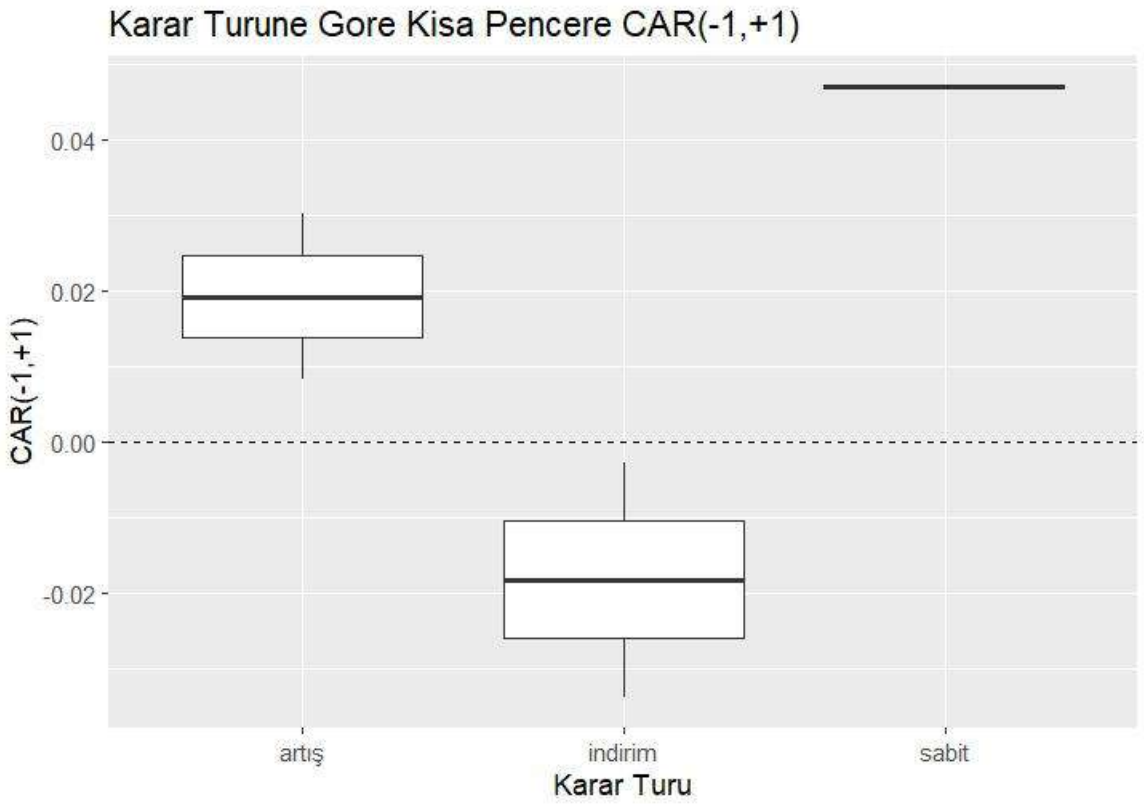


Şekil 4: *Cumulative average abnormal returns by decision type*

Ek olarak, Şekil 5'te karar türüne göre olay günü anormal getirilerin kutu grafikleri, Şekil 6'da ise kısa pencere $CAR(-1,+1)$değerlerinin dağılımları gösterilmektedir.



Şekil 5: *Event-day abnormal returns by decision type*



Şekil 6: *CAR(−1,+1) by decision type*

Bu grafikler, bazı olaylarda faiz artışı sonrasında kısa vadeli negatif, bazı olaylarda ise faiz indirimi sonrasında pozitif yönlü tepkilerin gözlenebildiğini ima etmektedir. Ancak karar türü başına düşen olay sayısının çok sınırlı olması nedeniyle, bu desenler istatistiksel olarak genellenebilir nitelikte değildir ve yalnızca görsel/farkındalık düzeyinde yorumlanmıştır.

Genel olarak, Şekil 1 ve Şekil 2'deki AAR/CAR profilleri ile Tablo 1 ve Tablo 2'de sunulan t-testi sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, TCMB politika faizi duyurularının incelenen dönem ve olay seti için XBANK endeksi üzerinde güçlü ve sistematik bir kısa dönem anormal getiri üretmediği görülmektedir. Şekil 3–6'da sunulan karar türü bazlı grafikler ise, daha geniş örneklemler ve daha ayrıntılı modellemelerle çalışıldığında faiz artışı, indirimi ve sabit kararlarının farklı fiyatlama dinamiklerine sahip olabileceğine işaret etmektedir. Böylece çalışma, basit bir olay çalışması çerçevesinde, para politikası–banka hisseleri ilişkisini görsel ve istatistiksel olarak ortaya koymakta ve daha kapsamlı analizler için bir başlangıç noktası sunmaktadır.

SONUÇ

Bu çalışmada, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası'nın politika faizi kararlarının Borsa İstanbul Banka Endeksi (XBANK) üzerindeki kısa dönem etkisi basit bir olay çalışması çerçevesinde incelenmiştir. 2015–2024 döneminde seçilen PPK toplantıları için, karar tarihinin üç gün öncesinden üç gün sonrasına kadar olan $[-3,+3]$günlük olay penceresinde XBANK ve BIST 100 endekslerinin günlük log getirileri kullanılarak piyasa-düzeltilmiş anormal getiriler hesaplanmış; ortalama anormal getiriler (AAR) ve kümülatif ortalama anormal getiriler (CAR) hem grafiksel hem de istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Elde edilen bulgular, incelenen sınırlı sayıdaki olay için ne olay günü ortalama anormal getirilerin ne de kısa pencere $CAR(-1,+1)$değerlerinin sıfırdan istatistiksel olarak anlamlı biçimde farklı olduğunu göstermektedir. Olay günü için AAR(0) pozitif işaretli olmakla birlikte, tek örneklem t-testi sonuçları bu farkın anlamlı olmadığını ortaya koymuştur. Benzer şekilde, kısa pencere kümülatif anormal getirisi $CAR(-1,+1)$için de istatistiksel olarak

anlamlı bir sapma tespit edilememiştir. AAR ve CAR profillerini gösteren grafikler de bu bulguları desteklemekte; olay penceresi boyunca anormal getirilerin dar bir bant içinde dalgalandığını ve kalıcı bir yönlü hareket üretmediğini işaret etmektedir.

Bu sonuçlar, analiz kapsamındaki PPK kararları için TCMB politika faizi duyurularının XBANK endeksi üzerinde güçlü ve sistematik bir kısa dönem fiyat etkisi yaratmadığı şeklinde yorumlanabilir. Olası açıklamalardan biri, piyasanın faiz kararlarını büyük ölçüde önceden fiyatlaması ve duyuru gününde ek bir "sürpriz" bileşeninin sınırlı kalmasıdır. Bir diğer olası neden, faiz kararlarıyla aynı dönemde gerçekleşen kur, enflasyon ve küresel risk iştahı gibi diğer makroekonomik gelişmelerin banka endeksi üzerindeki etkisinin baskın olmasıdır. Karar türü (faiz artışı, indirimi, sabit) bazında yapılan grafiksel ayrıştırma, bazı olaylarda yönsel tepkilerin varlığına işaret etse de, örneklem büyüklüğünün düşük olması nedeniyle bu desenler istatistiksel olarak genellenebilir düzeyde değildir.

Çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. İlk olarak, analiz yalnızca XBANK sektör endeksi ile BIST 100 endeksi arasındaki fark üzerinden yürütülmüş; bireysel banka hisseleri, bilanço özellikleri veya kamu–özel–yabancı bankalar gibi alt kırılımlar dikkate alınmamıştır. İkinci olarak, kullanılan model basit bir piyasa-düzeltilmiş getiri yaklaşımıdır; beklenen getirinin tahmini için daha karmaşık modeller (örneğin, çok faktörlü modeller) veya volatilite dinamiklerini içeren GARCH türü yapılar bu çalışmanın kapsamı dışında bırakılmıştır. Üçüncü olarak, olay penceresi dar tutulmuş ve yalnızca günlük veriler kullanılmış; politika sürprizinin intragün fiyatlama dinamikleri incelenmemiştir. Ayrıca, faiz kararlarının "beklenen" ve "beklenmeyen" bileşenlerinin ayrıştırılması da gerçekleştirilmemiştir.

Buna rağmen çalışma, TCMB faiz kararlarının banka endeksi üzerindeki etkisini, yalnızca endeks verilerine dayanan ve R ortamında kolayca çoğaltılabilen sade bir olay çalışması tasarımı ile ortaya koymaktadır. Bu yönüyle hem lisansüstü düzeyde eğitim ve uygulama çalışmaları için pratik bir şablon sunmakta hem de daha karmaşık modellemeler yapan literatürü bankacılık sektörü özelinde görsel ve sezgisel olarak tamamlayıcı bir çerçeve önermektedir. Gelecekteki çalışmalar, örneklem kapsamını genişleterek daha fazla PPK kararını ve farklı para politikası rejimlerini içerebilir; bireysel banka hisseleri düzeyinde bilanço göstergelerini, likidite ve sermaye yeterliliği oranlarını modele dahil edebilir. Ayrıca, politika sürprizini faiz vadeli işlemleri veya beklenti anketleri üzerinden ölçen yapılar, panel veri ve volatilite modelleriyle birleştirilerek TCMB faiz kararlarının Türk bankacılık sektörü üzerindeki etkisi daha ayrıntılı ve rejim bazlı olarak analiz edilebilir.

KAYNAKÇA

Abdioğlu, N., & Aytekin, S. (2016). The role of monetary policy announcements on Turkish banks' stock returns. *Emerging Markets Journal, 6*(2), 42–54. https://doi.org/10.5195/emaj.2016.98

Bernanke, B. S., & Kuttner, K. N. (2005). What explains the stock market's reaction to Federal Reserve policy? *Journal of Finance, 60*(3), 1221–1257. https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2005.00760.x

Duran, M., Özcan, G., Özlü, P., & Ünalmış, D. (2012). Measuring the impact of monetary policy on asset prices in Turkey. *Economics Letters, 114*(1), 29–31. https://doi.org/10.1016/j.econlet.2011.08.024

Eren, B. S., & Demireli, E. (2023). Gelişmekte olan ülkelerde merkez bankası faiz kararlarının mevduat bankaları hisseleri üzerine etkileri: TCMB ve BİST AŞ örneği. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 55*, 347–364. https://doi.org/10.30794/pausbed.1182892

Kanat, E. (2024). Faiz oranı politika değişimlerinin BIST Banka Endeksi üzerindeki etkileri. *Ekonomi, Politika & Finans Araştırmaları Dergisi, 9*(3), 598–609. https://doi.org/10.30784/epfad.1527099
Keskin, M. (2024). Effects of the Central Bank of the Republic of Türkiye (CBRT) interest rate decisions on BIST Bank share values. *Journal of Emerging Economies and Policy, 9*(2), 57–68.
MacKinlay, A. C. (1997). Event studies in economics and finance. *Journal of Economic Literature, 35*(1), 13–39.
Poyraz, E., Türkün Kaya, B., & Kahraman, E. (2020). Politika faizindeki değişimlerin Borsa İstanbul 100 Endeksi üzerindeki etkisinin olay analizi ile incelenmesi. *International Review of Economics and Management, 8*(2), 201–220. https://doi.org/10.18825/iremjournal.745166
Soylu, N., Korkmaz, T., & Çevik, E. İ. (2014). Merkez Bankası faiz duyurularının finansal piyasalara etkisi. *Business and Economics Research Journal, 5*(4), 89–118.
Thorbecke, W. (1997). On stock market returns and monetary policy. *Journal of Finance, 52*(2), 635–654. https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1997.tb04816.x

RİSK, MEVDUAT VE KREDİ DİNAMİKLERİ KAPSAMINDA SERMAYE YETERLİLİĞİNİN BELİRLEYİCİLERİ

Burak BÜYÜKOĞLU
Gaziantep University, Nizip Vocational School
ORCID: 0000-0002-1174-3112

ÖZET
Bu çalışma, bankacılık sisteminin dayanıklılığını belirleyen sermaye yeterliliği oranının kilit belirleyicilerini OECD örnekleminde incelemektedir. Sermaye yeterliliği, riskler için bir tampon görevinde olup, aktif kalitesi, bilanço yapısı ve makro koşullardan etkilenmektedir. Uluslararası Para Fonu ve Dünya Bankası kaynaklarından derlenen yıllık verilerle 13 OECD ülkesi için 195 gözlemden oluşan bir panel kurulmuştur. Bağımlı değişken sermaye yeterlilik oranı; bağımsız değişkenler ise takipteki krediler, toplam varlıklar, brüt krediler, müşteri mevduatları, gayri safi yurt içi hasıla ve enflasyondur. Heterojenlik kabul edilerek, gözlenmeyen ortak faktörleri filtreleyen Common Correlated Effects Mean Group (CCEMG) tahmincisi ana yöntem olarak kullanılmış. Bulgular, diğer değişkenler ve ortak faktörler sabitken brüt kredilerin sermaye yeterliliği üzerinde negatif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Sonuçlar, kredi genişlemesinin sermaye tamponlarını azaltabildiğini ve OECD bankalarında sermaye yeterliliğinin özellikle kredi portföyü dinamiklerine duyarlı olduğuna işaret etmektedir.
Anahtar Kelimeler: Sermaye Yeterliliği, Risk, CCEMG

DETERMINANTS of CAPITAL ADEQUACY WITHIN THE SCOPE OF RISK, DEPOSIT, AND CREDIT DYNAMICS

ABSTRACT
This study examines the key determinants of the capital adequacy ratio, which reflects the resilience of the banking system, using an OECD sample. Capital adequacy serves as a buffer against risks and is influenced by asset quality, balance sheet structure, and macroeconomic conditions. Using annual data compiled from the International Monetary Fund and World Bank sources, a panel dataset of 195 observations was constructed for 13 OECD countries. The dependent variable is the capital adequacy ratio, while the independent variables are non-performing loans, total assets, gross loans, customer deposits, gross domestic product, and inflation. Allowing for heterogeneity, the Common Correlated Effects Mean Group (CCEMG) estimator, which filters out unobserved common factors, was employed as the main method. The findings indicate that, holding other variables and common factors constant, gross loans have a negative and statistically significant effect on capital adequacy. The results suggest that credit expansion may erode capital buffers and that capital adequacy in OECD banks is particularly sensitive to credit portfolio dynamics.
Keywords: Capital Adequacy, Risk, CCEMG

1. GİRİŞ

Bankacılık sisteminin sağlamlığı ve krizlere karşı dayanıklılığı, büyük ölçüde bankaların riskleri özkaynaklarıyla ne ölçüde karşılayabildiğine bağlıdır. Bu bağlamda sermaye yeterliliği oranı, risk-ağırlıklı varlıklar karşısında düzenleyici sermaye tamponlarının düzeyini ölçen temel bir göstergedir. Kavramın kurumsal çerçevesi 1988 tarihli Basel I ile standartlaştırılmış; uluslararası rekabet eşitliği ve ihtiyatlı denetimi güçlendirmek amacıyla risk ağırlıkları ve asgari (%8) sermaye gereksinimi küresel ölçekte uyumlaştırılmıştır. 2008 küresel krizinin ardından Basel III ile sermaye kalitesi, tamponların çevrim karşıtı tasarımı ve likidite standartları güçlendirilmiş; böylece bankaların şok emme kapasitesi artırılmıştır. Literatür, daha güçlü sermayenin özellikle kriz dönemlerinde banka performansını ve hayatta kalma olasılığını artırdığını göstermektedir. Bununla birlikte sermaye oranlarının banka riski, verimlilik ve kârlılık üzerindeki etkileri konusunda tartışmalar sürmekte; risk-temelli oranların risk azaltımındaki etkinliği ampirik olarak farklı bulgular vermektedir. (BCBS, 1988; BCBS, 2010/2011; Berger & Bouwman, 2013; Laeven & Levine, 2009; Bitar, Pukthuanthong & Walker, 2018).

Sermaye yeterlilik oranının dinamik belirleyicileri tartışılırken, aktif kalitesi öne çıkar ve bunun en görünür özeti takipteki kredilerdir. Takipteki krediler, ekonomik yavaşlamalarda hızlanarak özkaynakları aşındırır ve risk-ağırlıklı varlıkları büyüterek sermaye oranlarını baskılar. Küresel ve ülke-özel kanıtlar, takipteki kredilerin makro koşullarla yakından ilişkili olduğunu ve kredi çevrimleriyle birlikte hareket ettiğini göstermektedir. Bu nedenle, sermaye yeterlilik oranını açıklamada takipteki krediler kilit bir belirleyicidir (Beck, Jakubik & Piloiu, 2015; Nkusu, 2011; Louzis, Vouldis & Metaxas, 2012).

Takipteki krediler dışındaki banka-özgü değişkenler ile makro göstergeler de sermaye yeterliliği oranı üzerinde anlamlıdır. Banka büyüklüğü, çeşitlendirme ve düzenleyici baskılar üzerinden sermaye stratejilerini etkileyebilir; brüt krediler kredi genişlemesinin yoğunluğunu yansıtarak risk-ağırlıklı varlıkları artırabilir; müşteri mevduatları ise daha istikrarlı fonlama kalitesi ve vade uyumu sayesinde risk profilini iyileştirebilir. Makro tarafta gayri safi yurt içi hasıla büyümesi daha düşük temerrüt olasılığı ve daha güçlü kârlılık yoluyla sermaye yeterlilik oranını destekleme eğilimindeyken, enflasyon artış oranı ise bilançonun hem gelir hem de maliyet tarafını etkileyerek net etkinin ülkeye ve döneme göre değişmesine yol açabilir. Bu değişkenler, banka performansını ve marjlarını açıklayarak sermaye yeterliliği üzerinde etkileri olması beklenir. (Demirgüç-Kunt & Huizinga, 1999; Athanasoglou, Brissimis & Delis, 2008).

Çalışma, OECD örnekleminde yıllık Uluslararası Para Fonu ve Dünya Bankası göstergelerini birleştirerek sermaye yeterliliğinin belirleyicilerini yeniden değerlendirir. Ekonometrik olarak, ülke-bazlı heterojenliği ve olası ortak şokları dikkate almak için Common Correlated Effects Mean Group (CCEMG) tahmincisi tercih edilir; bu yaklaşım, paneldeki paylaşılan faktörleri kesit ortalamalarıyla filtreleyerek yanlılık ve sahte ilişki riskini azaltır. Seçilen yöntem, heterojen katsayılara izin verirken, makro-finans bağlantılarını büyük-N, orta-T panellerde esnek biçimde modelleyebilmesi nedeniyle literatürde önerilmektedir. (Pesaran, 2006; IMF, 2019).

Çalışmanın katkısı üç eksendedir. İlk olarak, sermaye yeterliliği bağımlı değişken olarak ele alıp, takipteki krediler, kredi-mevduat dinamikleri ve makro koşulları aynı çerçevede, IMF-FSI standardizasyonu ile birleştirilmektedir. Bu durum farklı veri kaynaklarının "tanım farklarından" doğan ölçüm hatalarını sınırlamaktadır. İkinci olarak, heterojenlik ve ortak şok sorunsalını CCEMG ile sistematik biçimde ele alarak, panel ortak faktörleri gözetmeyen klasik yaklaşımlara kıyasla daha güvenilir uzun dönem ilişki tahminleri sunuyoruz. Üçüncü olarak, OECD örnekleminde bulgularımız (ön sonuçlara göre) kredi genişlemesinin (brüt krediler) sermaye yeterliliği üzerinde negatif ve istatistiksel olarak anlamlı bir baskı yarattığını gösterirken, takipteki krediler ile sermaye tamponlarının kredi çevrimine duyarlılığını öne çıkarıyor; bu da karşı-döngüsel sermaye politikalarının ve risk-ağırlıklarının dengesinin

önemine işaret ediyor. Bulgular, sermaye-risk etkileşimine dair kriz sonrası tartışmalarla örtüşür niteliktedir ve politika tasarımına somut bir OECD karşılaştırması sunar. (Berger & Bouwman, 2013; Bitar et al., 2018; BCBS, 2010/2011).

2. LİTERATÜR

Çalışmanın amacı, OECD ülkelerinde bankaların sermaye yeterlilik oranının belirleyicilerini; özellikle takipteki krediler, mevduat ve kredi büyüklükleri ile makro değişkenleri birlikte ele alarak açıklamaktır. Literatürde sermaye yeterliliği üzerine çok sayıda çalışma olsa da, çalışmaların önemli bir kısmı ya tek ülkeye odaklanır, ya farklı sermaye göstergelerini karşılaştırır ya da ortak şoklar ve yatay-kesit bağımlılığını yeterince hesaba katmaz. Çalışmada, IMF-FSI ve Dünya Bankası göstergelerini karşılaştırılabilir tanımlarla birleştiriyor, panel CCEMG/CCE mantığı ile gözlenmeyen ortak faktörleri kontrol edip heterojen uzun/kısa dönem etkileri ayırıyoruz. Böylece hem değişken seti hem de yöntem bakımından literatüre katkı sunulmaktadır.

Erken dönem ampirik literatür, düzenleme baskısı altında bankaların sermaye/risk ortak belirlenimini dinamik çerçevede test etti. Rime (2001), İsviçre bankalarında eşanlı denklemlerle sermaye ile riskin birlikte ayarlandığını ve düzenleyici baskının sermaye artışını tetiklediğini gösterdi. Benzer biçimde Aggarwal & Jacques (2001), ABD'de FDICIA/PCA sonrası bankaların sermaye oranlarını artırdığını, riskin ise kısıtlı ölçüde etkilendiğini buldu (3SLS). Bu iki çalışma, sermaye yeterliliğini doğrudan bağımlı değişken alarak "düzenleme sermaye ayarı" kanalını netleştiren öncüllerdir.

2000'lerin ortasına doğru odak, sermaye tamponlarının çevrimsel davranışına kaydı. Ayuso, Pérez & Saurina (2004) İspanya'da tamponların eğilimsel olarak çevrimsel (pro-cyclical) seyrettiğini; Jokipii & Milne (2008) ise Avrupa bankalarında ülke-gruplarına göre farklı çevrimsel örüntüler (AB-15'te karşı-çevrimsel, yeni üye gruplarda daha pro-çevrimsel) bulunduğunu gösterdi. Jokipii & Milne (2011), kısa dönem sermaye tamponu–risk ayarlaması ilişkisini JFS'de derinleştirerek, tampon/risk kararlarının birlikte optimize edildiğini ortaya koydu. Almanya özelinde Stolz & Wedow (2011), yerel bankaların tamponlarının iş çevrimiyle karşı-çevrimsel hareket ettiğini raporlayarak çevrimsel tartışmayı güçlendirdi. Bu literatür, makro göstergelerin sermaye oranı dinamiklerinde düzenli kontrol edilmesi gerektiğine işaret eder.

Çok ülkeyi kapsayan panel çalışmalarda, piyasa disiplini, mevduat maliyeti ve düzenleme kalitesi ön plana çıkar. Nier & Baumann (2006) daha yüksek şeffaflık ve piyasa disiplininin bankaların daha yüksek sermaye tutmasıyla ilişkilendiğini bulur. Fonseca & González (2010) ise 70 ülkede mevduat maliyeti, piyasa gücü ve regülasyonun sermaye tamponları üzerinde anlamlı etkileri olduğunu gösterir; bu tür çalışmalar genellikle panel GMM yaklaşımıyla olası içselliği ele alır. Bu hat, sizin modelinizde yer alan mevduat ve banka ölçeği/varlıklar gibi değişkenlerin sermaye yeterliliği ile düşünülmesinin ampirik temelini güçlendirir.

Dinamik ayarlama literatürü bankaların hedef sermaye oranına kısmi uyum hızını ölçer. Memmel & Raupach (2010), büyük Alman bankalarında hedef sermaye yeterliliğine hızlı fakat banka-özgü heterojen bir uyum olduğunu; varlık ve yükümlülük tarafı ayarlamalarının farklı etkinlikte çalıştığını gösterir. De Jonghe & Öztekin (2015), 64 ülkede bankaların sermaye yönetimini inceleyerek hedefe uyum hızının ülke kurumlarıyla farklılaştığını bulur. Bu bulgular, heterojenlik varsayımının önemini ve panel yöntemlerinde grup-spesifik katsayılara izin vermenin değerini vurgular.

Varlık kalitesi ve kredi genişlemesi boyutunda, çalışmalar sıklıkla takipteki krediler/karşılıklar gibi risk göstergelerini sermaye yeterliliği modellerine dâhil eder; sonuçlar bağlama göre değişmekle birlikte, kredi bozulması artarken sermaye oranlarının ya aşınabildiği ya da bankaların ihtiyati olarak daha yüksek sermaye tuttuğu görülür. Çok ülkeli panellerde mevduatların maliyeti ve piyasa gücü de güçlü belirleyicilerdir; bu, mevduatların sizin

modelinizdeki rolünü destekler. Ayrıca bankaların büyüklüğü ve kredi hacmi, hem risk-ağırlıklı varlık tabanı hem de ölçek ekonomileri kanalıyla sermaye yeterliliği üzerinde dolaylı etkiler yaratır.

Çalışma, sermaye yeterlilik oranını doğrudan bağımlı değişken alıp takipteki krediler, mevduat, brüt krediler ve varlıklar ile makro kontrol setini birlikte kullanması, OECD örneklemi için IMF-FSI ve WDI gibi karşılaştırılabilir ve regülasyonla uyumlu tanımları tercih etmesi, CCE/CCEMG türü kestirimlerle yatay-kesit bağımlılığını ve gözlenmeyen ortak şokları modellemesi ve kısa/uzun dönem ayrımına imkân tanıyan heterojen yaklaşımları uygulaması bakımından literatüre özgün bir çerçeve sunar. Böylelikle hem klasik panel FE/GMM bulgularını ortak faktörler altında yeniden sınar, hem de sermaye yeterliliğinin takipteki krediler-mevduat-kredi dinamiklerine verdiği tepkiyi ülke-özel heterojenlikle birlikte ortaya koyar. Tablo 1'de literatürde özetlenen çalışmalarla birlikte konu ile alakalı farklı çalışmalar yer almaktadır.

Tablo-1 Literatür Özet Tablosu

Yazar(lar)/Yıl	Çalışmanın Amacı	Yöntem	Sonuç
Rime (2001)	Düzenleme baskısı altında bankaların sermaye ve risk ayarlamalarının eşzamanlılığını incelemek.	Eşanlı denklemler (3SLS), panel banka verisi.	Bankalar düzenleyici baskı arttığında sermayeyi yükseltme eğiliminde; riskle birlikte ortak belirlenim var. CAR, düzenleme sinyallerine duyarlı.
Jacques & Nigro (1997)	Risk-bazlı sermaye kurallarının bankaların CAR ve portföy riskine etkisini ölçmek.	2SLS/3SLS panel yaklaşımı (ABD bankaları).	Risk-bazlı kurallar, özellikle düşük sermayeli bankalarda CAR artışını ve kısmen risk azaltımını teşvik ediyor.
Aggarwal & Jacques (2001)	FDICIA/PCA sonrası düzenlemenin bankaların sermaye/risk davranışına etkisi.	3SLS, panel banka verisi (ABD).	PCA eşiği ve denetim baskısı, bankaların CAR'ı yukarı çekmesine yol açıyor; risk ayarlaması sınırlı.
Ayuso, Pérez & Saurina (2004)	Sermaye tamponlarının çevrimsel davranışı.	Dinamik panel (GMM), İspanya bankaları.	CAR/tamponlar pro-çevrimsel: genişlemede düşüyor, daralmada yükseliyor; kredi çevrimiyle güçlü bağlantı.
Jokipii & Milne (2008)	Avrupa bankalarında sermaye tamponlarının çevrimselliği.	Dinamik panel (GMM), AB bankaları.	CAR/tamponların çevrimselliği ülke/grup bazında farklı; bazı çekirdek ülkelerde karşı-çevrimsel örüntüler bulunuyor.
Jokipii & Milne (2011)	Kısa dönem sermaye tamponu–risk ayarlaması ilişkisi.	Panel regresyon (JFS), Avrupa bankaları.	Bankalar risk şoklarına sermaye tamponuyla yanıt veriyor; CAR, kısa dönemde riskteki değişimlere duyarlı.
Lindquist (2004)	Norveç bankalarında sermaye tamponlarının riskle ilişkisi.	Panel veri, kısmi ayarlama modeli.	Daha yüksek riskli bankalar daha yüksek CAR/tampon tutuyor; hedef CAR'a kısmi uyum hızlı.
Nier & Baumann (2006)	Piyasa disiplini/veri açıklığının bankaların sermaye seçimine etkisi.	Çok ülke paneli, eşanlı/FE yaklaşımları.	Daha fazla açıklama ve piyasa disiplini, daha yüksek sermaye oranları ile ilişkili; mevduat maliyeti de önemli.
Fonseca & González (2010)	Mevduat maliyeti, piyasa gücü ve regülasyonun sermaye tamponlarına etkisi.	Çok ülke paneli (dinamik), GMM.	Daha yüksek mevduat maliyeti/piyasa gücü, CAR/tampon seviyelerini etkiliyor; kurumsal kalite belirleyici.
Memmel & Raupach (2010)	Bankaların hedef CAR'a uyum hızı ve ayarlama kanalları.	Kısmi ayarlama, panel (Almanya).	CAR hedefe hızlı ama heterojen bir hızla yaklaşıyor; aktif ve pasif taraf ayarlamaları farklı etkili.

Yazar(lar)/Yıl	Çalışmanın Amacı	Yöntem	Sonuç
De Jonghe & Öztekin (2015)	Uluslararası örneklemde bankaların sermaye yönetimi.	Dinamik panel (kısmi ayarlama/GMM).	Ülke kurumları ve piyasa koşulları, hedef CAR'a uyum hızını belirliyor; heterojenlik yüksek.
Stolz & Wedow (2011)	Yerel bankalarda sermaye tamponlarının konjonktürle ilişkisi (Almanya).	Panel FE/dinamik regresyon.	CAR/tamponlar karşı-çevrimsel davranabiliyor; kredi daralmalarında artış eğilimi güçlü.
Gropp & Heider (2010)	Banka sermaye yapısının belirleyicileri (düzenleme vs piyasa faktörleri).	Geniş çok ülke paneli, FE/IV.	CAR/sermaye oranları düzenlemeyle birlikte piyasa belirleyicilerine de güçlü tepki veriyor; banka-özgü faktörler önemli.
Francis & Osborne (2012)	Sermaye gereksinimlerinin bankaların davranışına etkisi (BK).	Panel regresyon (JBF), kısmi ayarlama.	Daha yüksek gereksinimler bankaları CAR'ı artırmaya yönlendiriyor; kredi arzı kanalında yan etkiler mümkün.
Flannery & Rangan (2008)	1990'larda bankaların sermaye artışının nedenleri.	Kısmi ayarlama, panel (ABD/çok ülke).	Bankalar hedef kaldıraç/sermaye oranına kademeli uyum gösteriyor; piyasa baskıları ve kârlılık CAR artışını destekliyor.

Özetle literatür, bankaların sermaye oranlarının düzenleme ve piyasa koşullarına duyarlı olduğunu (Jacques & Nigro, 1997; Aggarwal & Jacques, 2001; Nier & Baumann, 2006), sermaye tamponlarının konjonktürle çevrimsel hareket edebildiğini (Ayuso, Pérez & Saurina, 2004; Jokipii & Milne, 2008; Stolz & Wedow, 2011) ve hedef sermayeye kısmi uyumu (Memmel & Raupach, 2010; De Jonghe & Öztekin, 2015) ortaya koymaktadır. Literatürdeki bazı çalışmalar risk artışıyla ihtiyaten daha yüksek sermaye tutulduğunu da ifade etmektedir (Lindquist, 2004; Jokipii & Milne, 2011). Bu çalışmada ise OECD panelinde, ortak şokları CCE yaklaşımıyla filtreleyen heterojen bir çerçevede brüt kredilerin, sermaye yeterliliğini anlamlı ve negatif etkilediğini, buna karşılık takipteki kredilerin, mevduat, büyüme ve enflasyonun istatistiksel olarak belirgin olmadığını gösterilmektedir. Bulgular, hızlı kredi genişlemesinin risk-ağırlıklı varlık tabanını artırarak sermaye oranını seyreltmesi yönündeki kanıtlarla uyumludur (Ayuso et al., 2004) ve sermaye gereksinimleri/kredi arzı gerilimini vurgulayan bulgularla da örtüşmektedir (Francis & Osborne, 2012).

3. METODOLOJİ

Çalışmada OECD ülkelerine ait yıllık verilerden oluşan panel üzerinde sermaye yeterliliği oranının belirleyicilerini incelemek için izlediğimiz ampirik strateji şu şekilde özetlenebilir.

3.1 Veriler ve Ön Testler

Öncelikle veri setinin kapsamını ve değişkenlerin tanımlarını sunulmakta; ölçü birimlerini uyumlaştırmak amacıyla gerekli yerlerde log-dönüşüm/ölçekleme uygulanmaktadır. Ardından serilerin bütünleşme derecesini panel birim kök testleri ile değerlendirilmekte. Tahminde, birimler arası heterojenliğe izin vermek ve gözlenmeyen ortak faktör kaynaklı yanlılık riskini en aza indirmek için Common Correlated Effects Mean Group (CCEMG) yaklaşımını esas alınmaktadır. Yatay kesit bağımlılığı testleri anlamlı bir bağımlılık göstermese de CCE filtrelemesi sağlamlık amacıyla korunmuştur. Tablo 2'de çalışmada kullanılan değişkenlerle ilgili detaylı bilgiler sunulmaktadır.

Tablo-2 Değişken Listesi

Değişkenler	Kısaltmalar	Açıklama	Kullanılan Çalışmalar	Veri Kaynağı
Regulatory capital to risk-weighted assets (%)	CAR	Bankanın düzenleyici özkaynağının risk ağırlıklı varlıklara oranı; sermaye yeterliliğini ölçer.	Bitar, Pukthuanthong & Walker (2018); Berger & Bouwman (2013); Laeven & Levine (2009).	IMF – Financial Soundness Indicators (FSI), Core Set.
Non-performing loans to total gross loans (%)	NPL	Donuk alacakların toplam brüt kredilere oranı; aktif kalitesini ölçer.	Nkusu (2011); Beck, Jakubik & Piloiu (2015); Louzis, Vouldis & Metaxas (2012).	IMF – FSI, Core Set.
Total assets (deposit takers, domestic currency)	TAS	Mevduat kabul eden kurumların toplam varlıkları (bilanço büyüklüğü).	Athanasoglou, Brissimis & Delis (2008); Demirgüç-Kunt & Huizinga (1999) – "size" kontrolü olarak.	IMF – FSI, Balance Sheets & Income Statements (Deposit takers).
Gross loans (non-interbank, domestic currency)	GLO	Bankaların müşterilere verdiği brüt (karşılık sonrası değil) krediler; kredi arzını temsil eder.	Berger & Bouwman (2009, 2017 – likidite yaratımı ölçümlerinde kredi stokları kritik); Athanasoglou vd. (2008).	IMF – FSI, Balance Sheets & Income Statements.
Customer deposits (domestic currency)	DEP	Müşteri mevduatları (perakende ve kurumsal); fonlama yapısının "istikrarlı" kısmı.	Acharya & Mora (2015); Huang & Ratnovski (2011) – mevduat vs. toptan fonlama; Li (2023/2019 WP) – mevduat pazar gücü & istikrar.	IMF – FSI, Balance Sheets & Income Statements.
GDP growth (annual %)	GDPG	Reel GSYH'nin yıllık büyüme oranı; kredi kalitesi ve kârlılık için temel makro kontrol.	Demirgüç-Kunt & Huizinga (1999); Beck, Jakubik & Piloiu (2015).	Dünya Bankası – World Development Indicators (WDI).
Inflation, consumer prices (annual %)	INF	TÜFE'nin yıllık artışı; marjlar, kârlılık ve NPL dinamikleri için yaygın kontrol.	Demirgüç-Kunt & Huizinga (1999); Athanasoglou, Brissimis & Delis (2008).	Dünya Bankası – WDI.

Tablo 2'de değişken açıklamaları ve ileriki analizlerde kullanılacak olan değişken kısaltmaları ile verilerin elde edildiği kaynaklara yer verilmiştir. Tablo 3'te ise çalışmanın örneklem ülkelerini oluşturan OECD ülkelerinin listesi yer almaktadır.

Tablo-3 Örneklem Ülke Listesi

Avustralya	Kosta Rika	Portekiz
Belçika	Fransa	İsviçre
Kanada	Finlandiya	İsveç
Şili	Yunansitan	
Kolombiya	Letonya	

Toplamda 38 OECD ülkesi bulunmaktadır fakat özellikle CAR ve NPL verilerinin bulunabilirliği ülke sayısında kısıtlamaya gidilmesine neden olmuştur. 2010 ile 2024 yılları arasında eksiksiz verilerine ulaşılabilen 13 OECD ülkesi çalışmanın örneklem ülkelerini oluşturmaktadır. Tablo 4'te değişkenlerin tanımlayıcı istatistiklerine yer verilmiştir.

Tablo-4 Tanımlayıcı İstatistikler

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
CAR	195	1.748	.635	1.045	9.471
NPL	195	2.897	1.608	.158	9.506
TAS	195	3.897	2.047	.001	10.016
GLO	195	6.392	11.538	.539	85.049
DEP	195	3.138	1.901	0	9.906
GDPG	195	1.897	3.151	-9.877	11.315
INF	195	2.457	2.656	-1.736	17.31

Tabloda da görüleceği üzere değişkenler arasında belirgin ölçek ve yayılım farklarına işaret etmektedir. GLO ortalaması 6.39 iken standart sapması 11.54 ve aralığı 0.54–85.05'tir; bu, örneklem ülkeleri arasında kredi hacimlerinin oldukça farklı düzeylerde seyrettiğini gösterir. TAS için ortalama 3.90, min ve maks değerleri0.00–10.02 ve DEP için ortalama 3.14, min ve maks değerleri 0.00–9.91'dir. Bu durum bankacılık bilanço büyüklüklerinde belirgin bir çap farkına işaret etmektedir. NPL ortalaması %2.90, min ve maks değerleri 0.16–9.51 düzeyindedir; bu, aktif kalitesinin ülke ve dönemler arasında anlamlı biçimde değiştiğini düşündürür. CAR'ın ortalaması 1.75, min ve max değerleri 1.05–9.47 olup, genel olarak daha dar bir yayılım sergilerken az sayıdaki yüksek gözlem, ülkeler arası düzenleyici uygulama veya hesaplama farklarına bağlı olabilecek farklılaşmaları ima etmektedir. Makro değişkenlerde GSYH büyümesi 1.90, min ve maks değerleri −9.88–11.32 ve enflasyon ortalaması 2.46, min ve maks değerleri ise −1.74–17.31'dir. Bu durumda örneklem döneminde hem daralma hem de yüksek fiyat artışı epizotlarının birlikte yer aldığını göstermektedir. Tablo-5'te değişkenler arasındaki korelasyon ilişkisini göstermek amacı ile düzenlenen korelasyon matrisi yer almaktadır.

Tablo-5 Korelasyon Matrisi

Variables	CAR	NPL	TAS	GLO	DEP	GDPG	INF
CAR	1.000						
NPL	0.138	1.000					
TAS	0.153	0.334	1.000				
GLO	-0.104	-0.097	-0.163	1.000			
DEP	0.149	0.297	0.289	-0.144	1.000		
GDPG	0.096	0.149	0.050	0.056	-0.025	1.000	
INF	0.018	0.045	0.252	0.075	0.083	0.206	1.000

Tablodan da görüldüğü üzere yüksek korelasyon ilişkisine sahip değişken bulunmamaktadır. Bu sebeple çalışmanın bundan sonraki analizlerinde bir değişken kısıtlamasına gidilmeden modellemeye geçilecektir. Tablo 6'da VIF (Variance Inflation Factor) değerleri gösterilmektedir.

Tablo-6 VIF Değerleri

	VIF	1/VIF
TAS	1.279	.782
NPL	1.221	.819
DEP	1.166	.858
INF	1.134	.882
GDPG	1.078	.928
GLO	1.057	.946
Mean VIF	1.156	.

Tablodada açıkça görüldüğü üzere hem değişkenlerde hem de ortalama vif değeri 1.06–1.28 aralığında olup, modelde çoklu doğrusal bağlantının ihmal edilebilir düzeyde olduğunu gösterir. Tablo 7'de hem model bazında hem de değişkenler bazında yatay kesit sonuçları gösterilmektedir.

Tablo-7 Yatay Kesit Bağımlılığı Sonuçları

Değişkenler Bazında Yatay Kesit Bağımlılığı Sonuçları		
Değişkenler	CD-test	p-value
CAR	-.695	0.487
NPL	-1.408	0.159
TAS	7.118	0.000
GLO	-.07	0.944
DEP	-.065	0.948
GDPG	21.334	0.000
INF	25.992	0.000
Model Bazında Yatay Kesit Bağımlılığı Sonuçları		
Pesaran's test of cross sectional independence = 0.389, Pr = 0.6970		

Tablo 7'den de görüldüğü üzere model bazında yatay kesit bağımlılığı bulunmamaktadır. Fakat değişkenler bazında incelendiğinde TAS, GDPG ve INF değişkenlerinde yatay kesit bağımlılığının mevcut olduğu görülmektedir. Yatay kesit bağımlılığı testleri özellikle uygulanacak olan birim kök testlerinin seçiminde büyü rol oynamaktadır. Yatay kesit bağımlılığı mevcut olan değişkenler için 2. Nesil birim kök testlerinden CIPS birim kök testi uygulanmış, yatay kesit bağımlılığı mevcut olmayan değişkenlerde ise 1. Nesil birim kök testlerinden Levin, Lin Chu (LLC) birim kök testleri uygulanarak Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo-8 Birim Kök Test Sonuçları

CIPS Birim Kök Testi Sonuçları			
Kritik Değerler	%10 -2.160	%5 -2.280	%1 -2.520
TAS	CIPS* = -2.690	N,T = (13,15)	
GDPG	CIPS* = -2.826	N,T = (13,15)	
INF	CIPS* = -3.273	N,T = (13,15)	
LLC Birim Kök Testi Sonuçları	Statistic	p-value	
CAR	-2.8036	0.0025	
NPL	-5.7628	0.0000	
GLO	-3.3209	0.0004	
DEP	-4.3507	0.0000	

Yapılan birim kök testlerinden de görüleceği üzere değişkenlerin tamamı seviyede durağan çıkmıştır. Modelin homojen ya da heterojen çıkması model seçiminde oldukça önemlidir. Bu sebeple Tablo 9'da Slope Eğim Homojenliği test sonuçları tablolaştırılmıştır.

Tablo-9 Slope Eğim Homojenliği Test (Delta Testi) Sonuçları

Pesaran, Yamagata (2008)	Delta	p-value
	1.708	0.088
Adj.	2.500	0.012

Tablo-9'dan da görüleceği üzere modelde heterojenlik söz konusudur. Yatay kesit bağımlılığı testleri istatistiksel olarak bağımlılık göstermese de OECD ülkelerinde ortak fakat zayıf şokların (küresel finansal dalgalar, politika senkronizasyonu) gözlenmeyen faktörler olarak kalma olasılığı yüksektir. CCE yaklaşımı, bağımlı ve bağımsız değişkenlerin kesit ortalamalarını denkleme ekleyerek bu tür ortak faktörleri filtreler ve ihmal edilmiş ortak şok yanlılığını azaltır. Ayrıca Mean Group tabanlı uygulaması, ülkeler arası heterojen katsayılara izin vererek modelde saptanan heterojenite ile tutarlı bir çerçeve sunar.

4. UYGULAMA

Panel regresyonlarda gözlenmeyen ortak şoklar/faktörler birimler arası eşzamanlı korelasyon yaratırsa, klasik sabit-etkiler ya da havuzlanmış modeller yanlı hâle gelebilir. Pesaran (2006) bu sorunu çözmek için Common Correlated Effects (CCE) tahmincisini geliştirmiştir. Temel fikir, modelde gözlenmeyen ortak faktörleri doğrudan tahmin etmek yerine, bağımlı ve bağımsız değişkenlerin kesit ortalamalarını denkleme "yardımcı değişken" olarak ekleyip bu faktörlerin etkisini projeksiyonla filtrelemektir.

Varsayılan çok faktörlü panel yapısı:

$$y_{it} = \alpha_i + \hat{\beta}_i' x_{it} + \lambda_i' f_t + \varepsilon_{it}$$

Burada $y_{it} \equiv \hat{\beta}_i' x_{it}$ açıklayıcı vektördür; ε_{it} idiyosenkratik hata, f_t ise gözlenmeyen ortak faktör(ler), λ_i' bunların yükleridir. Alt indisler birim (i) ve zaman (t) boyutlarını gösterir.

CCE, her birim iii için şu artırılmış regresyonu tahmin eder:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_i' x_{it} + \delta_{0i}' \bar{z}_t + \delta_{1i}' \bar{z}_{t-1} + \ldots + \varepsilon_{it}$$
$$\bar{z}_t = (\bar{y}_t, \bar{x}_t)'$$

CCE, bağımlı ve bağımsız değişkenlerin kesit ortalamalarını $\bar{z}_t$ yardımcı değişken olarak ekleyerek gözlenmeyen ortak faktörlerin etkisini filtreler. δ_{0i} ve δ_{1i} ilgili kesit ortalaması terimlerinin katsayı vektörleridir.

$$CAR_{it} = \alpha_i + \beta_i' [NPL_it, TAS_it, GLO_it, DEP_it, GDPG_it, INF_it] + \delta_{0i}' [CAR_t, NPL_t, TAS_t, GLO_t, DEP_t, GDPG_t, INF_t] + \delta_{1i}' [CAR_t - 1, \ldots, INF_t - 1] + \varepsilon_{it}$$

Burada x_{it} vektörü NPL, TAS, GLO, DEP, GDPG ve INF değişkenlerini içerir; üst çizgili ifadeler kesit ortalamalarını temsil eder. Tablo 10'da Pesaran (2006) Common Correlated Effects Mean Group estimator (CCEMG) tajmin sonuçları yer almaktadır.

Tablo-10 CCEMG Tahmin Sonuçları

CAR	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
NPL	-.022	.024	-0.89	.375	-.069	.026	
TAS	.044	.034	1.30	.194	-.023	.111	
GLO	-.012	.005	-2.21	.027	-.023	-.001	**
DEP	.015	.013	1.18	.238	-.01	.04	
GDPG	.019	.022	0.84	.403	-.025	.063	
INF	.012	.043	0.28	.779	-.073	.097	
Constant	1.173	.684	1.71	.087	-.169	2.514	*
Mean dependent var		1.748	SD dependent var		0.635		
Number of obs		195	Chi-square		9.526		

**** p<.01, ** p<.05, * p<.1*

Tablo-10'da verilen panel regresyon sonuçlarına göre GLO katsayısı −0.012 olup %5 düzeyinde anlamlıdır. Bu, kredi hacmindeki artışın risk-ağırlıklı varlık tabanını sermayeden daha hızlı büyüterek CAR'ı istatistiksel olarak anlamlı biçimde aşağı çektiğini ima eder. NPL, TAS, DEP, GDPG ve INF için katsayılar beklenen işaretlere yakın olsa da anlamlı değildir; bu da CCEMG'nin ortak şokları filtreleyen kurulumunda, CAR varyasyonunun başlıca kredi portföyü dinamikleriyle (GLO) açıklanabildiğine işaret eder. Sabit terimin %10 düzeyinde sınırda anlamlı oluşu, modelde ortalama bir temel CAR seviyesi bulunduğunu düşündürür. Toplamda, sonuçlar kredi genişlemesinin sermaye tamponlarını seyreltici etkisini desteklemektedir.

CCEMG yaklaşımı, gözlenmeyen ortak faktörleri kesit ortalamalarıyla kontrol ederken heterojen katsayılara izin verir. Bu nedenle yöntem, panel düzeyinde grup-ortalaması katsayılarını raporlayabildiği gibi, paneli oluşturan her ülke için ayrı regresyon sonuçlarını da sağlar. Böylece hem genel etkiyi hem de ülke-özel farklılıkları aynı çerçevede ortaya koymak mümkün olmaktadır. Tablo 11'de ülke bazında sonuçlar yer almaktadır.

Tablo-11 Ülke Bazında Regresyon Sonuçları

Avustralya	Coeff	Prob	Finlandiya	Coeff	Prob
NPL	.0079476	0.036	NPL	-.0569892	0.000
TAS	-.0108374	0.023	TAS	.0209635	0.000
DEP	.0692012	0.000	GLO	-.0055721	0.000
GDPG	.0135972	0.004	DEP	.0666305	0.000
INF	.0295893	0.000	GDPG	.0531993	0.000
Belçika	Coeff	Prob	INF	.0199481	0.000
TAS	.1468113	0.042	Yunanistan	Coeff	Prob
Kanada	Coeff	Prob	Letonya	Coeff	Prob
Şili	Coeff	Prob	NPL	.8598436	0.000
INF	-.0508971	0.001	TAS	.1700813	0.000
Kolombiya	Coeff	Prob	GLO	.9075121	0.000
Kosta Rika	Coeff	Prob	DEP	-.3149469	0.000
NPL	.0293208	0.041	GDPG	-.0075233	0.003
GLO	.1135789	0.000	Portekiz	Coeff	Prob
INF	-.1896788	0.000	NPL	.3211248	0.000
Fransa	Coeff	Prob	INF	-.0767616	0.069
NPL	.0136869	0.014	İsviçre	Coeff	Prob
GLO	-.024452	0.044	NPL	-.1131888	0.000
DEP	.293167	0.003	INF	.2843166	0.000
GDPG	.3018188	0.000	İsveç	Coeff	Prob
INF	-.2936539	0.004			

Tablo-11'de sadece anlamlı sonuç veren değişkenlerin sonuçları verilmiştir. En çok anlamlı sonuç elde edilen ülkeler Avustralya, Fransa, Finlandiya ve Letonyadır. Bu sonuçlara göre hangi değişkenin hangi ülkede sermaye yeterliliğini nasıl etkilediğini gösteren özet Tablo 12'de gösterildiği gibidir.

Tablo-12 Özet Tablo

	CAR	
Değişkenler	Pozitif	Negatif
NPL	Avustralya, Kosta Rika, Fransa, Letonya, Portekiz	Finlandiya, İsviçre
TAS	Belçika, Finlandiya, Letonya	Avustralya
GLO	Kosta Rika, Letonya,	Fransa, Finlandiya
DEP	Avustralya, Fransa, Finlandiya,	Letonya,
GDPG	Avustralya, Fransa, Finlandiya,	Letonya
INF	Avustralya, Finlandiya, İsviçre	Şili, Kosta Rika, Fransa, Portekiz

Tablo-12, ülke-bazlı katsayı işaretlerinin heterojen olduğunu ve CAR dinamiklerinin farklı kanallarla çalıştığını gösteriyor. NPL için Avustralya, Kosta Rika, Fransa, Letonya ve Portekiz'de pozitif ilişki, bankaların kredi bozulmalarına ihtiyati sermaye artırımı ile tepki verdiğini ima ederken; Finlandiya ve İsviçre'de negatif işaret, zarar/karşılık kanalı üzerinden sermaye erozyonunun baskınlığını düşündürüyor. TAS Belçika, Finlandiya ve Letonya'da pozitif iken Avustralya'da negatif işaret, büyüklük-kaldıraç kanalıyla tutarlı. Kredi stoku (GLO) Fransa ve Finlandiya'da negatif, Kosta Rika ve Letonya'da pozitif. Mevduat (DEP) Avustralya, Fransa ve Finlandiya'da pozitif, Letonya'da negatif. Büyüme (GDPG) Avustralya, Fransa ve Finlandiya'da pozitif, Letonya'da negatif. Enflasyon (INF) Avustralya, Finlandiya ve İsviçre'de pozitif, Şili, Kosta Rika, Fransa ve Portekiz'de negatif görünmektedir.

Bu bulgular, panel düzeyinde saptadığımız GLO'nun CAR'ı aşağı çeken etkisiyle uyumludur; öte yandan Kosta Rika ve Letonya'da ülke-özel koşullar kredi artışını sermaye birikimiyle dengeleyebilmektedir. Genel olarak sonuçlar, CAR dinamiklerinin kredi döngüsü, fonlama kompozisyonu ve makro rejime duyarlı olduğunu ve politika tasarımının ülke-spesifik yapılması gerektiğini işaret eder.

SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Çalışma, OECD ülkelerinde bankaların sermaye yeterliliği oranını belirleyen banka-özgü ve makro göstergeleri, IMF-FSI ve WDI kaynaklarından türetilen yıllık panel veriyle ortak bir çerçevede incelemektedir. Değişken seti uyumlu biçimde birleştirilmiş ve gözlenmeyen ortak şokların metodik biçimde filtrelenebilmesi için Common Correlated Effects Mean Group (CCEMG) yaklaşımı kullanılmıştır.

Panel bulguları, brüt kredilerin sermaye yeterliliği üzerinde istikrarlı ve negatif bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu durum kredi hacminin artmasıyla risk-ağırlıklı varlık tabanının sermayeden daha hızlı genişlediği ve bunun sermaye oranını seyreltme eğilimi yarattığını ifade etmektedir. NPL, TAS, DEP, GDPG ve INF katsayıları panel ortalamasında istatistiksel olarak anlamlı değildir; bu durum, CCE filtrasyonu altında CAR varyasyonunun esasen kredi portföyü dinamikleri ile açıklandığını ima eder. Sabit terimin sınırda anlamlı oluşu, ülkeler üstü ortalama bir "temel sermaye yeterliliği seviyesi"ne işaret etmektedir.

Ülke sonuçları, belirgin heterojenlik içermektedir. Takipteki kredilerin pozitif olduğu Avustralya, Kosta Rika, Fransa, Letonya ve Portekiz'de bankalar kredi bozulmasına ihtiyati sermaye artırımı ile tepki veriyor olabilir; Finlandiya ve İsviçre'de negatif işaret, zarar/karşılık kanalı üzerinden sermaye erozyonunun baskınlığını ifade ediyor olabilir. Brüt krediler Fransa ve Finlandiya'da negatif, Kosta Rika ve Letonya'da pozitif bulunmuştur; bu da bazı ülkelerde

kredi genişlemesine kârlılık/sermaye birikiminin eşlik edebildiğini, bazılarında ise risk ağırlıklı varlıkların yoğunlaşması yoluyla sermaye yeterliliğini zayıflattığını göstermektedir. Toplam varlıklar Belçika, Finlandiya, Letonya'da pozitif, Avustralya'da negatif; müşteri mevduatları Avustralya, Fransa ve Finlandiya'da pozitif, Letonya'da negatif; gayri safi yurt içi hasıladaki büyüme oranı Avustralya, Fransa, Finlandiya'da pozitif, Letonya'da negatif; enflasyon artış oranı ise Avustralya, Finlandiya ve İsviçre'de pozitif, Şili, Kosta Rika, Fransa ve Portekiz'de negatif işaret vermektedir. Bu dağılım, ülke-spesifik kredi döngüsü, fonlama kompozisyonu ve makro rejim farklarının önemini vurgular.

Politika açısından, kredi genişlemesinin sermaye yeterlilik oranını azaltıcı etkisi karşı-döngüsel sermaye tamponlarının ve sektörel risk ağırlıklarının kredi döngüsüne duyarlı dengesini desteklemektedir. Denetim otoriteleri için risk-ağırlık yoğunluğu, içsel derecelendirmeye dayalı yaklaşım parametreleri ve kredi büyümesi-sermaye planlaması etkileşiminin yakından izlenmesi önerilmektedir. Banka düzeyinde ise hızlı kredi genişlemesi dönemlerinde sermaye artırımı/temettü kısıtları, dinamik karşılık uygulamaları ve mevduat tabanının istikrara kavuşturulması öne çıkmaktadır.

REFERENCES

Acharya, V. V., & Mora, N. (2015). A crisis of banks as liquidity providers? *Journal of Finance, 70*(1), 1–43. https://doi.org/10.1111/jofi.12182

Aggarwal, R., & Jacques, K. T. (2001). The impact of FDICIA and prompt corrective action on bank capital and risk. *Journal of Banking & Finance, 25*(6), 1139–1160. https://doi.org/10.1016/S0378-4266(00)00125-4

Athanasoglou, P. P., Brissimis, S. N., & Delis, M. D. (2008). Bank-specific, industry-specific and macroeconomic determinants of bank profitability. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money, 18*(2), 121–136. https://doi.org/10.1016/j.intfin.2006.07.001

Ayuso, J., Pérez, D., & Saurina, J. (2004). Are capital buffers pro-cyclical? Evidence from Spanish panel data. *Journal of Financial Intermediation, 13*(2), 249–264. https://doi.org/10.1016/S1042-9573(03)00044-5

Bai, J. (2009). Panel data models with interactive fixed effects. *Econometrica, 77*(4), 1229–1279. https://doi.org/10.3982/ECTA6135

Basel Committee on Banking Supervision. (1988). *International convergence of capital measurement and capital standards (Basel I).* Bank for International Settlements.

Basel Committee on Banking Supervision. (2010, rev. 2011). *Basel III: A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems.* Bank for International Settlements.

Beck, R., Jakubik, P., & Piloiu, A. (2015). Key determinants of non-performing loans: New evidence from a global sample. *Open Economies Review, 26*(3), 525–550. https://doi.org/10.1007/s11079-015-9358-8

Berger, A. N., & Bouwman, C. H. S. (2009). Bank liquidity creation. *Review of Financial Studies, 22*(9), 3779–3837. https://doi.org/10.1093/rfs/hhn104

Berger, A. N., & Bouwman, C. H. S. (2013). How does capital affect bank performance during financial crises? *Journal of Financial Economics, 109*(1), 146–176. https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2013.02.008

Bitar, M., Pukthuanthong, K., & Walker, T. (2018). The effect of capital ratios on the risk, efficiency and profitability of banks: Evidence from OECD countries. *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money, 53*, 227–262. https://doi.org/10.1016/j.intfin.2017.12.002

Chudik, A., & Pesaran, M. H. (2015). Common correlated effects estimation of heterogeneous dynamic panel data models with weakly exogenous regressors. *Journal of Econometrics, 188*(2), 393–420. https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2015.03.007

De Jonghe, O., & Öztekin, Ö. (2015). Bank capital management: International evidence. *Journal of Financial Intermediation, 24*(2), 154–177. https://doi.org/10.1016/j.jfi.2014.11.005

Demirgüç-Kunt, A., & Huizinga, H. (1999). Determinants of commercial bank interest margins and profitability: Some international evidence. *World Bank Economic Review, 13*(2), 379–408. https://doi.org/10.1093/wber/13.2.379

Flannery, M. J., & Rangan, K. P. (2008). What caused the bank capital build-up of the 1990s? *Review of Finance, 12*(2), 391–429. https://doi.org/10.1093/rof/rfn005
Fonseca, A. R., & González, F. (2010). How bank capital buffers vary across countries: The influence of cost of deposits, market power and bank regulation. *Journal of Banking & Finance, 34*(4), 892–902. https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2009.09.020
Francis, W., & Osborne, M. (2012). Capital requirements and bank behaviour in the UK: Are there lessons for international capital standards? *Journal of Banking & Finance, 36*(3), 803–816. https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2011.09.011
Gropp, R., & Heider, F. (2010). The determinants of bank capital structure. *Journal of Financial Economics, 118*(3), 592–606. https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2010.01.004
Huang, R., & Ratnovski, L. (2011). The dark side of bank wholesale funding. *Journal of Financial Intermediation, 20*(2), 248–263. https://doi.org/10.1016/j.jfi.2010.06.002
International Monetary Fund. (2019). *Financial soundness indicators: Compilation guide (updated).* https://doi.org/10.5089/9781484396209.069
International Monetary Fund. (2025). *FSI—Balance sheets & income statements (deposit takers) [veri ve tanımlar].* IMF Data Portal.
Jacques, K., & Nigro, P. (1997). Risk-based capital, portfolio risk, and bank capital: A simultaneous equations approach. *Journal of Economics and Business, 49*(6), 533–547. https://doi.org/10.1016/S0148-6195(97)00038-6
Jokipii, T., & Milne, A. (2008). The cyclical behaviour of European bank capital buffers. *Journal of Banking & Finance, 32*(8), 1440–1451. https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2007.12.001
Jokipii, T., & Milne, A. (2011). Bank capital buffer and risk adjustment decisions. *Journal of Financial Stability, 7*(3), 165–178. https://doi.org/10.1016/j.jfs.2010.02.002
Laeven, L., & Levine, R. (2009). Bank governance, regulation and risk taking. *Journal of Financial Economics, 93*(2), 259–275. https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2008.09.003
Lindquist, K.-G. (2004). Banks' buffer capital: How important is risk? *Journal of International Money and Finance, 23*(3), 493–513. https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2004.01.006
Louzis, D. P., Vouldis, A. T., & Metaxas, V. L. (2012). Macroeconomic and bank-specific determinants of non-performing loans in Greece. *Journal of Banking & Finance, 36*(4), 1012–1027. https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2011.10.012
Memmel, C., & Raupach, P. (2010). How do banks adjust their capital ratios? *Journal of Financial Intermediation, 19*(4), 509–528. https://doi.org/10.1016/j.jfi.2009.10.002
Nier, E., & Baumann, U. (2006). Market discipline, disclosure and moral hazard in banking. *Journal of Financial Intermediation, 15*(3), 332–361. https://doi.org/10.1016/j.jfi.2006.03.001
Nkusu, M. (2011). Nonperforming loans and macrofinancial vulnerabilities in advanced economies (IMF Working Paper 11/161). https://doi.org/10.5089/9781455297740.001
Pesaran, M. H. (2006). Estimation and inference in large heterogeneous panels with a multifactor error structure. *Econometrica, 74*(4), 967–1012. https://doi.org/10.1111/j.1468-0262.2006.00692.x
World Bank. (2025). *World development indicators (WDI) [veritabanı: GDP growth; CPI inflation].* databank.worldbank.org

BİR KÖPEKTE TRANSMISSIBLE VENEREAL TUMOR VE PARAFİMOZİSE BAĞLI PENİS NEKROZUNUN TOTAL PENİS ABLASYONU VE PRESCROTAL ÜRETROSTOMİ İLE SAĞALTIMI

İlker ŞEN
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Cerrahi Anabilim Dalı, 58140 SİVAS
Orcid: 0000-0001-8288-4871

ÖZET

Transmissible venereal tümör, köpeklerin dış genital organlarında görülen, allojenik implantasyon yoluyla bulaşan ve kemoterapiye iyi yanıt veren yaygın bir neoplazidir. Prepisyal bölgede ve penis çevresinde geniş lezyonlara neden olan, parafimozis gibi komplikasyonlara bağlı olarak da; acil cerrahi müdahale gerektiren ciddi sekonder durumlara, özellikle de penil iskemi ve nekroza yol açabilir. Bu çalışmada, transmissible venereal tümör ve komplikasyonlarına bağlı olarak penis nekrozu gelişen bir köpekte total penis ablasyonu ve preskrotal üretrostomi tekniği ile sağaltımının sonuçlarının sunulması amaçlanmıştır. Prepisyumun dışında kalmış, ödemli ve belirgin nekrotik alanlara sahip penis kökünün çevresinde transmissible venereal tümör ile uyumlu kitle varlığından dolayı penisini içeri çekememe şikâyetiyle kliniğimize getirilen 3 yaşlı erkek Kangal ırkı köpekte sitolojik inceleme sonrası transmissible venereal tümör teşhisi konmuştur. Transmissible venereal tümör nedeniyle parafimozis gelişen peniste nekrotik alanların ilerlemesi, üriner obstrüksiyon ve septisemi riski nedeniyle total penis ablasyonu, preskrotal üretrostomi ve orşiektomi operasyonu aynı anda gerçekleştirildi. Postoperatif 10. günde dikişler uzaklaştırıldı. Postoperatif 20. güne gelindiğinde idrar sondası da uzaklaştırılan köpekte bu süreçte herhangi bir komplikasyona rastlanmadı. Sonuç olarak transmissible venereal tümöre bağlı komplikasyonlar sonucunda meydana gelen sekonder penil nekroz olgularında, total penis ablasyonu ve üretrostominin yalnızca hayat kurtarıcı bir müdahale değil, aynı zamanda doğru yapıldığında yüksek başarı oranı ve minimal komplikasyon riski ile uygulanabilir bir cerrahi seçenek olduğu düşünülebilir.

Anahtar kelimeler: Köpek, parafimozis, sağaltım, total penis ablasyonu, üretrostomi.

TREATMENT OF TRANSMISSIBLE VENEREAL TUMOR-RELATED PENILE NECROSIS AND PARAPHIMOSIS IN A DOG USING TOTAL PENILE ABLATION AND PRESCROTAL URETHROSTOMY

ABSTRACT

Transmissible venereal tumor is a common neoplasm of the canine external genital organs that is transmitted through allogeneic implantation and responds well to chemotherapy. When it causes extensive lesions in the preputial region and around the penis, transmissible venereal tumor may lead to serious secondary complications—such as paraphimosis—that require urgent surgical intervention, particularly due to the risk of penile ischemia and necrosis. The aim of this report is to present the outcome of treatment in a dog that developed penile necrosis secondary to transmissible venereal tumor and its complications, managed with total penile ablation and prescrotal urethrostomy. A 3-year-old male Kangal dog was referred to our clinic with the complaint of being unable to retract the penis, which was edematous and exhibited extensive necrotic areas protruding beyond the prepuce. A mass consistent with transmissible venereal tumor was present around the root of the penis. Cytologic examination confirmed the diagnosis of transmissible venereal tumor. Progressive necrosis associated with transmissible venereal tumor -induced paraphimosis, along with the risks of urinary obstruction and septicemia, necessitated simultaneous total penile ablation, prescrotal urethrostomy, and orchiectomy. Sutures were removed on postoperative day 10. By postoperative day 20, the urinary catheter was also removed, and no complications were observed during this period. In conclusion, in cases of secondary penile necrosis resulting from complications of transmissible

venereal tumor, total penile ablation combined with urethrostomy can be considered not only a life-saving intervention but also a surgically viable option with high success rates and minimal complication risk when performed correctly.
Keywords: Dog, paraphimosis, treatment, total penile ablation, urethrostomy.

GİRİŞ

Canine Transmissible Venereal Tumor (TVT), köpeklerin dış genital organlarında yerleşen, çiftleşme veya allojenik implantasyon yoluyla bulaşan, retiküloendotelyal kökenli yaygın bir neoplazidir. Genellikle benign karakterli olup metastaz oranı düşüktür (%5-17) ve Vinkristin sülfat gibi kemoterapötik ajanlara oldukça iyi yanıt verir (Das ve Das 2000; Nak ve ark. 2005). Ancak tedavi edilmeyen veya geç kalınan olgularda tümör kütlesi büyüyerek prepisyal boşluğu doldurabilir, mekanik obstrüksiyona ve parafimozise neden olabilir (Agrodnia ve ark, 2011; Burrow ve ark. 2011).

Parafimozis, glans penisin prepisyum içerisine geri çekilememesi durumudur. TVT kaynaklı parafimozis olgularında, tümörün yarattığı bası ve bozulmuş venöz/lenfatik drenaj, peniste şiddetli ödem, iskemi ve sonrasında nekroza yol açabilir. Nekrozun geliştiği, üretral açıklığın tıkandığı veya sepsisin tehdit ettiği durumlarda uygulanan tedavi prosedürleri yetersiz kalabilir ve "Total Penis Ablasyonu" gibi radikal cerrahi girişimler hayat kurtarıcı hale gelir. Bu prosedürle birlikte üretrostominin de yapılması kaçınılmazdır. Alt üriner sistem cerrahisinde üretrostomi, üretranın kalıcı bir fistül oluşturularak deriye ağızlaştırılması işlemi olup; medikal yollarla giderilemeyen tekrarlayan ürolithiasis, üretral darlıklar, travmatik yaralanmalar ve penil neoplaziler gibi durumlarda hayati öneme sahip bir prosedürdür. Özellikle penisin korunmasının mümkün olmadığı yaygın doku nekrozu, gangren veya agresif tümöral oluşumlarda, Total Penis Ablasyonu ile kombine edilen üretrostomi, hastanın yaşamını idame ettirebilmesi için zorunlu bir seçenektir (Nak ve ark. 2005; Rogers ve ark. 1998).

Bu çalışmada, TVT'ye sekonder gelişen parafimozis ve yaygın penis nekrozu bulunan bir köpekte, total penis ablasyonu ve preskrotal üretrostomi operasyonunun klinik sonuçlarının sunulması amaçlanmıştır.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Çalışmanın materyalini, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Hastanesi Cerrahi Kliniği'ne penisini içeri çekememe ve peniste şişlik şikâyeti ile getirilen 3 yaşlı, erkek, Kangal ırkı bir köpek oluşturdu.

Klinik muayenede; genel durumun bozuk olduğu, penisin prepisyum dışında kaldığı, ödemli, hiperemik ve yer yer nekrotik alanların şekillendiği gözlendi. Penis kökü çevresinde ise karnabahar görünümünü andıran, frajil ve kanamalı üremelerin varlığı tespit edildi (Resim 1). Laboratuvara sitolojik muayene için gönderilen numunelerin sonucunda Transmissible Venereal Tumor (TVT) teşhisi kesinleştirildi.

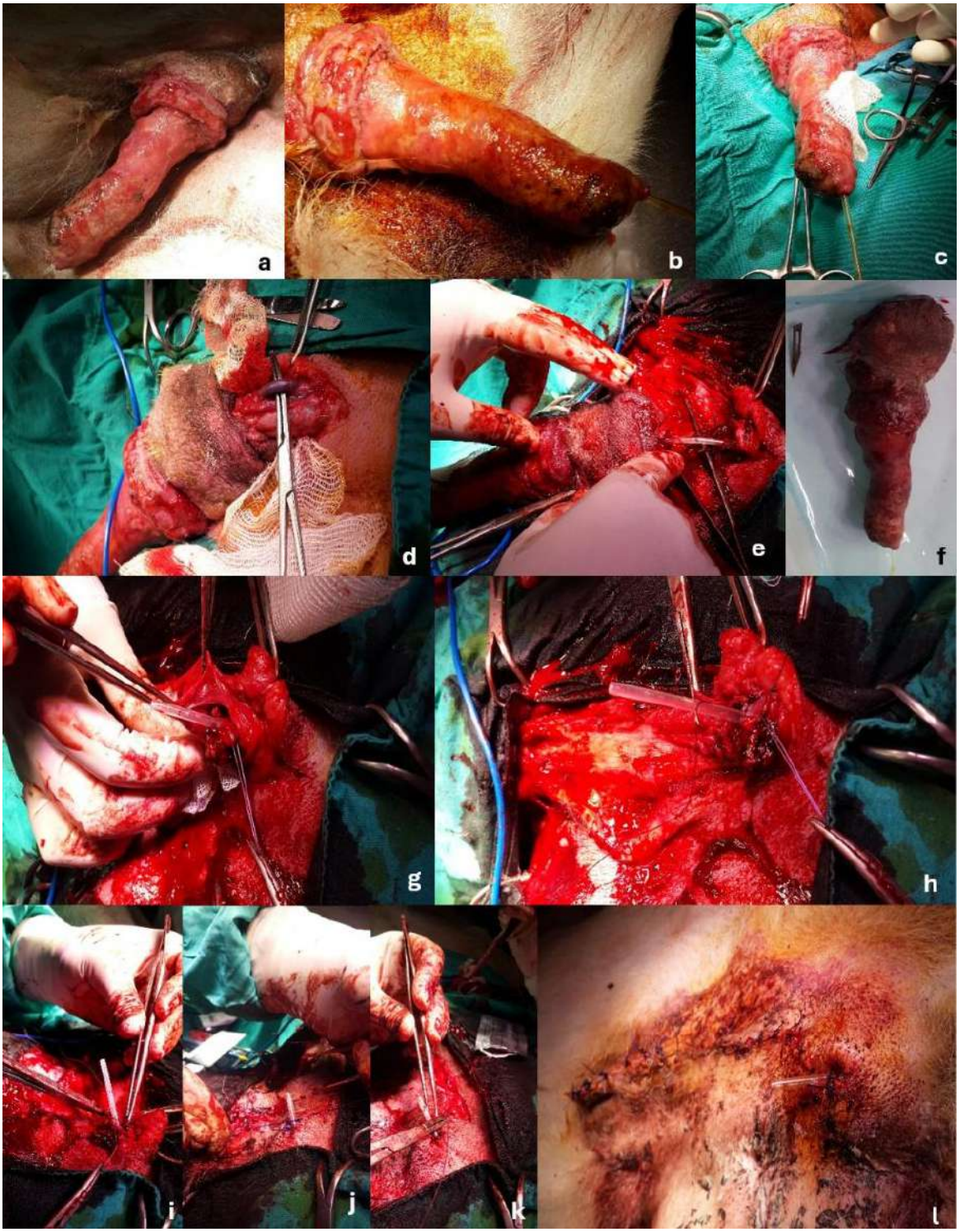


Resim 1. Penisin operasyon öncesinde ödemli ve nekrotik görüntüsü.

Penisin genel durumunda deformasyon ve nekrotik alanların yoğunluğu nedeniyle total penis ablasyonu, preskrotal üretrostomi ve orşiektomi operasyonlarının eş zamanlı uygulanmasına karar verildi.

Hemogram ve biyokimyasal analizler sonucunda operasyona engel bir durum saptanmadı. Rutin hazırlıklar sonrasında hasta anesteziye ve daha sonra operasyon masasına alındı.

Cerrahi Prosedür: Genel anestezi protokolünü takiben hasta sırtüstü pozisyonda yatırıldı. Rutin asepsi ve antisepsi işlemlerinden sonra penise idrar sondası takıldı. İlk aşamada rutin yöntemle orşiektomi gerçekleştirildi. Ardından penis köküne turnike uygulanarak kanama kontrolü sağlandı. Prepisyum ve penis kökünü içeren bir ensizyon hattı oluşturuldu. Penis kökü diseke edilerek izole edildi. Üretra, preskrotal bölgeden dışarı ağızlaştırılmak üzere hazırlandı. Penis gövdesi ve nekrotik dokular total olarak uzaklaştırıldı. Üretra mukozası, deri kenarlarına monofilament sentetik emilebilir iplik kullanılarak basit ayrı dikişlerle tespit edilerek açıklık oluşturuldu (Resim 2). Üretrostomi işlemi gerçekleştirilirken sondanın rehberliğinden yararlanıldı. Sonda da deriye, dikişlerle sabitlenerek operasyon sonlandırıldı. Hayvanın anestezisine son verilerek sorunsuz bir derlenme sağlandı.



Resim 2. Hastaya ait preoperatif ve intraoperatif görüntüler; **a** ve **b)** penisin operasyondan hemen önceki görüntüsü; **c**, **d** ve **e)** total penis ablasyonu uygulaması, **f)** penisin uzaklaştırıldıktan sonraki görüntüsü, **g**, **h**, **i**, **j** ve **k)** idrar sondası rehberliğinde üretrostominin gerçekleştirilmesi ve **l)** operasyonun tamamlandıktan sonraki görüntüsü.

Postoperatif dönemde hastaya 7 gün süreyle sistemik antibiyotik ve analjezik uygulandı. Bunun yanında dikişler uzaklaştırılıncaya kadar Elizabeth yakalık kullanılması sağlandı. Operasyondan sonraki 10. günde deri dikişleri alındı. 20. günde ise idrar sondası uzaklaştırıldı. Takip sürecinde idrar yapmada güçlük, üretrada darlık veya başka herhangi bir komplikasyon gözlenmedi (Resim 3).



Resim 3. Postoperatif 20. günde operasyon ve üretrostominin gerçekleştirildiği alanın, sondanın uzaklaştırıldıktan sonraki görüntüsü.

TVT olgularında birincil tedavi seçeneği genellikle Vinkristin sülfat uygulamasıdır ve başarı oranı %90'ın üzerindedir (Das ve Das 2000; Rogers ve ark. 1998). Ancak sunulan bu olguda olduğu gibi, tümörün fiziksel varlığına bağlı gelişen akut ve şiddetli komplikasyonlar (parafimozis, strangülasyon ve gangren) cerrahi müdahaleyi zorunlu kılmaktadır. Yapılan bazı çalışmalarda, penis tümörlerinde veya travmatik kopmalarda total penis ablasyonu ile kombine edilen üretrostominin, hastanın yaşam kalitesini koruyan etkili bir yöntem olduğunu bildirilmiştir (Burrow ve ark. 2011).

Bu olguda skrotal üretrostomi yerine preskrotal üretrostomi tercih edilmiştir. Bunun nedeni, Halihazırda penis ablasyonu için uygulanan ensizyonun üretrostomi için de kullanılarak bölgeye verilecek travmanın minimum seviyede tutulmaya çalışılmasıdır. Literatürde belirtildiği üzere, üretrostomi sonrası en sık karşılaşılan komplikasyonlar stenoz (darlık) ve kanamadır (Burrow ve ark 2011). Olgumuzda mukozanın deriye titizlikle dikilmesi ve uzun süreli kateterizasyon (20 gün) sayesinde striktür gelişimi engellenmiştir.

SONUÇ

Sonuç olarak; parafimozis ve penis nekrozu gibi ciddi komplikasyonlara seyreden lezyonlarda medikal tedavi seçeneğinin sonuçları tartışmalı ise total penis ablasyonu ve preskrotal üretrostomi; doğru teknikle uygulandığında, postoperatif komplikasyon riski düşük olan ve hayvanın yaşamını konforlu bir şekilde sürdürmesini sağlayan radikal ancak başarılı bir tedavi seçeneği olarak düşünülebilir.

KAYNAKÇA

Agrodnia, M. D., Hauptman, J. G., Stanley, B. J., Walshaw, R. (2004). A simple continuous pattern using absorbable suture for perineal urethrostomy in the cat: 18 cases (2000-2002). Journal of the American Animal Hospital Association 40, 479-483.

Burrow, R. D., Gregory, S. P., Giejda, A. A., White, R. N. (2011). Penile amputation and scrotal urethrostomy in 18 dogs. Veterinary Record, 169(25), 657–657. https://doi.org/10.1136/vr.100039

Das, U., Das, A. K. (2000). Review of canine transmissible venereal sarcoma. Veterinary Research Communications, 24(8), 545-556.

Nak D., Nak Y., Cangul I.T., Tuna B. A. (2005). Clinico-pathological study on the effect of vincristine on transmissible venereal tumour in dogs. J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med. 52(7):366-70. doi: 10.1111/j.1439-0442.2005.00743.x.

Rogers K.S., Walker M.A., Dillon H.B. (1998). Transmissible venereal tumor: a retrospective study of 29 cases. J Am Anim Hosp Assoc. 34(6):463-70. doi: 10.5326/15473317-34-6-463.

KUR'AN'A GÖRE KADIN-ERKEK BÜTÜNLÜĞÜNÜN FITRÎ TEMELLERI

Prof. Dr. Ahmet ÖZ
Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Theology, Basic İslamic Studies (31060) Alahan-Antakya / HATAY
ORCID: 0000-0001-9499-4226

ÖZET
İlk insan Hz. Âdem'in topraktan yaratılışı, insanın maddî kökeni ile ilahî kudret arasındaki ilişkinin sembolik bir ifadesi olarak görülmekte ve yaratılıştaki çeşitliliğin ilahî iradeye dayandığını göstermektedir. Kur'an'da geçen "nefs-i vâhide" kavramı, insanlığın kökensel birliğini vurgulamakta; kadın ve erkeğin aynı özden yaratılmış iki tamamlayıcı unsur olduğunu ifade etmektedir. A'râf 7/189 ve Nisâ 4/1 ayetlerinde bu birliktelik, cinsiyetler arasında bir üstünlük değil, hikmetli bir denge ve fonksiyon farklılığı olarak tanımlanır.
İslam düşüncesinde kadın ve erkek fiziksel, psikolojik ve toplumsal roller bakımından birbirini tamamlayan varlıklar olarak ele alınır. Kadının duygusal farkındalığı, empati yeteneği ve sezgi gücü aile içi huzurun temininde öne çıkarken; erkeğin koruyuculuk, sorumluluk ve karar alma kapasiteleri aileyi dış çevreye karşı destekleyici bir nitelik taşır. Kur'an'da "Her şeyi çift yarattık" (Zâriyât 51/49) ayetiyle ifade edilen kozmik denge, kadın-erkek ilişkilerine de yansımaktadır. Bu açıdan cinsiyet farklılıkları, adalete aykırı bir eşitsizlik değil, ilahî hikmetin gerektirdiği tamamlayıcılığın bir parçası olarak değerlendirilir.
Biyolojik ve psikolojik araştırmalar da bu farklılıkların doğal olduğunu göstermektedir. Erkeklerin daha fazla kas kütlesi ve analitik düşünme eğilimine; kadınların ise yüksek duyu hassasiyeti ve ilişki odaklı davranış tarzına sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu veriler, aile kurumunda sevgi, merhamet, saygı ve güven temelli karşılıklı ihtiyaçların karşılanmasıyla istikrarın sağlanabileceğini göstermektedir.
Sonuç olarak bu çalışmada, Kur'an merkezli bir yaklaşımla kadın ve erkek arasındaki fıtrî farklılıkların biyolojik, psikolojik ve toplumsal boyutlarını açıklanacak ve bu farklılıkların aile kurumunun sürdürülebilirliği açısından bir denge unsuru olduğunu ortaya konulacaktır.
Anahtar Kelimeler: Kadın, erkek, aile, fıtrat, denge, adalet, eşitlik.

THE INNATE FOUNDATIONS OF MALE-FEMALE COMPLEMENTARITY ACCORDING TO THE QUR'AN

ABSTRACT
The creation of the first human, Adam, from clay is viewed as a symbolic expression of the relationship between the material origin of humankind and divine omnipotence. It also demonstrates that diversity in creation is grounded in divine will. The Qur'anic concept of nafs al-wāḥida underscores the primordial unity of humanity, indicating that men and women are two complementary beings created from the same essence. In Qur'anic verses such as al-Aʿrāf 7:189 and al-Nisāʾ 4:1, this unity is described not as a basis for superiority between the sexes, but as a harmonious balance and differentiation of functions.
Within Islamic thought, men and women are regarded as complementary in their physical, psychological, and social roles. Women's emotional awareness, empathetic capacity, and intuitive abilities contribute to the establishment of tranquility within the family; whereas men's protective nature, sense of responsibility, and decision-making capabilities provide supportive strength against external challenges. The cosmic balance expressed in the verse "We created all things in pairs" (al-Dhāriyāt 51:49) extends to gender relations as well. Thus, gender differences are not interpreted as unjust inequalities, but as integral components of a complementary system rooted in divine wisdom.
Biological and psychological research also indicates that these differences are natural. Men typically exhibit greater muscle mass and a tendency toward analytical thinking, while women

display heightened sensory perception and relational orientation. These findings suggest that stability within the family can be achieved through the fulfillment of mutual needs grounded in love, compassion, respect, and trust.
In conclusion, this study aims to elucidate the biological, psychological, and social dimensions of innate differences between men and women from a Qur'an-centered perspective and to demonstrate that these differences function as balancing elements essential for the sustainability of the family institution.
Keywords: woman, man, family, innate nature, balance, justice, equality.

GİRİŞ

Kâinattaki her şeyi erkek ve dişi olarak çift yaratan Yüce Allah, insanı da bir erkek ve bir kadından yaratmıştır. Kur'ân'da insanlığın atası Hz. Âdem'in yaratılışı ayrıntılı şekilde anlatılırken, onun eşi olan Havvâ'nın yaratılışı da zikredilmektedir. Her ikisinin de aynı özden yaratıldığı Nisâ Suresi'nin 1. ayetinde, "Ey insanlar! Sizi bir nefisten yaratan ve ondan da eşini var eden…" (Nisâ 4/1) şeklinde ifade edilirken; A'râf Suresi'nde ise "Sizi bir nefisten yaratan ve gönlünün huzura kavuşacağı eşini de ondan var eden Allah'tır…" (A'râf 7/189) diye belirtilmektedir. Bu ayetlerde insanın aynı özden yaratıldığına dikkat çekilerek cinsiyet farklılıklarının bir üstünlük değil, hikmetli bir denge unsuru olduğu vurgulanır.

Müfessirlerin çoğu "nefs-i vâhide" ifadesini Hz. Âdem'in zatı olarak yorumlamakla birlikte, bazıları bunu "aynı cevher veya aynı fıtrat"tan yaratılma şeklinde mecazî bir anlamda değerlendirmiştir (Mukâtil b. Süleyman, 2002; Taberî, ts.; İbn Ebî Hâtim, 1997; Kurtûbî, 2006; İbn Kesîr, 1999; Elmalılı, 1979). Bu yaklaşım, İslam düşüncesinde kadın ve erkeğin bir bütünün iki tamamlayıcı parçası olarak görüldüğünü ortaya koyar. Kadın, duygusal derinliği ve şefkatiyle aile içi huzurun kaynağı olurken; erkek koruyuculuk ve sorumluluk bilinciyle ailenin dış dünyaya karşı güvenliğini temin eder.

Kur'an'a göre kadın ve erkek, aynı özden yaratılmış olsalar da birbirini tamamlayacak şekilde farklı fıtrî donanımlarla var edilmiştir. Bu farklılıklar üstünlük veya eşitsizlik değil; bilakis ilahî adaletin ve hikmetli denge sisteminin yansımasıdır. Fıtrî farklılıkların doğru anlaşılması, aile içi huzurun, toplumsal uyumun ve ahlâkî istikrarın sağlanması açısından büyük önem taşır.

Modern dünyada cinsiyet eşitliği tartışmaları çoğu zaman "aynılaşma" paradigmasıyla yürütülmektedir. Oysa Kur'an'ın sunduğu perspektif, eşitlikten ziyade adalet, denge ve tamamlayıcılık ilkelerine dayanır. Kur'an'ın belirttiği üzere, Allah insanlara kendi içlerinden eşler yaratmış ve aralarına sevgi ve merhamet koymuştur (Rûm 30/21). Bu nedenle evlilikten doğan kadın-erkek ilişkisi, yalnızca biyolojik veya hukuki bir sözleşme değil; psikolojik ve ruhsal bir tamamlayıcılıktır.

Kadın sevgi, ilgi ve güvene ihtiyaç duyarken; erkek saygı, takdir ve kendisine güvenilmesini ister (Ahmed b. Hanbel, 1992). Bu karşılıklı ihtiyaçların karşılanması aile içi huzuru güçlendirir. Bu açıdan aile, yalnızca neslin devamını sağlayan bir kurum değil; sevgi, merhamet, adalet ve sorumluluk üzerine kurulu ilahî bir yapıdır. Kadın ve erkek fıtratlarına uygun sorumluluklar üstlendiğinde ailede denge, toplumda istikrar meydana gelir.

1. Hz. Âdem ve Havvâ'nın Yaratılışı

Yeryüzünde yaratılan ilk insan olan Hz. Âdem'in topraktan yaratıldığı Kur'an'da açıkça belirtilmektedir. Kur'ân-ı Kerîm, hem ilk insan Hz. Âdem'in yaratılış aşamalarını hem de insanın ana rahmindeki gelişim sürecini ayrıntılı bir şekilde ortaya koymaktadır (Mü'minûn 23/12). Yeryüzünün çeşitli bölgelerindeki toprakların renk, doku ve özellik bakımından farklılık göstermesi gibi, insanlar da hem fiziksel hem de ruhsal bakımdan farklı özelliklerle donatılmıştır. Nitekim Hz. Peygamber, "Doğrusu Allah Âdem'i arzın her tarafından aldığı bir avuç topraktan yaratmıştır…" hadisiyle, insan karakterlerinin bu çeşitliliğini açıklamaktadır (Ahmed b. Hanbel, 1992, IV, s. 400).

Yüce Allah insanı farklı tabiatlarda ve çeşitli karakterlerde yaratmıştır. Bu çeşitlilik O'nun kudretinin ve hikmetinin bir göstergesidir. Her insan kendi yaratılış özelliği doğrultusunda düşünür, hisseder ve davranır. Dolayısıyla fıtrî farklılıkların doğru anlaşılması özellikle aile içi huzurun sağlanması açısından son derece önemlidir. Farklı karakter yapılarını dikkate almayan bireyler, sosyal çevreleriyle ve özellikle eşleriyle çatışmalar yaşayabilmektedir. Kur'an'ın insanın yaratılışına dair sunduğu çerçeve, yalnız biyolojik bir süreci değil; kadın-erkek birlikteliğinin ontolojik zeminini de açığa çıkarır. "Ey insanlar! Sizi bir nefisten yaratan ve ondan eşini var eden…" (Nisâ 4/1) ve "Sizi bir nefisten yaratan ve gönlünün huzur bulacağı eşini de ondan yaratan Allah'tır" (A'râf 7/189) ayetleri, insanlığın aynı kökten geldiklerini ve karşılıklı muhtaçlık ilkelerini ortaya koyar.

Bu ayetlerde geçen "نفس واحدة / nefs-i vâhide" kavramı müfessirler tarafından çoğunlukla Hz. Âdem olarak yorumlanmıştır. (Mukâtil b. Süleyman, 2002; Taberî, ts.; İbn Ebî Hâtim, 1997; Kurtûbî, 2006; İbn Kesîr, 1999; Elmalılı, 1979). "Eşinin ondan yaratılması" ise bazıları tarafından fiziksel bir parça üzerinden, bazıları tarafından ise aynı öz ve fıtrat anlamına gelen mecazî bir bağlamda değerlendirilmiştir. Her iki yaklaşım da kadın ve erkeğin birbirinden bağımsız değil; tamamlayıcı varlıklar olduğunu kabul eder.

Hadislerde geçen "kadın kaburga kemiğinden yaratılmıştır" (Buhârî, 2001) ifadesi, anatomik bir iddiadan ziyade pedagojik bir öğreti olarak anlaşılır. Kadının narin, duygusal ve incelikli yaratılışına işaret eden mecazî bir anlatımdır. Bu benzetme, kadın ile erkeğin rekabet değil, birlikte var olma esasına göre yaratıldığını; her ikisinin de birbirine muhtaç olduğunu vurgular. Benzer bir anlatım Kitâb-ı Mukaddes'te de geçmektedir: Tanrı'nın Âdem'i derin bir uykuya yatırarak kaburga kemiğinden kadını yaratması (Tekvin 2:18–23). Kur'ân bu yaratılışın detayını vermese de iki metin arasındaki paralellik, insanlığın ortak sembolik hafızasına dikkat çekmektedir.

Bazı müfessirler, "nefs-i vâhide" ifadesini Hz. Âdem'in yaratıldığı öz/cevher olarak yorumlayarak, Havvâ'nın da aynı özden yaratıldığını savunmuştur. Bu durumda kaburga kemiği hadisi mecazî bir anlatıma dönüşmektedir (Elmalılı, 1979). Kadının hassas ruhî yapısına işaret eden bu hadis, ona karşı nazik ve dikkatli davranılması gerektiğini vurgular. Hz. Âdem ve Havvâ'nın yaratılışı hakkındaki klasik yorumlar kadının konumunu anlamak için önemli bir zemin sunmakla birlikte, konusu yalnız literal anlamlarla sınırlı değildir. Asıl vurgu, Kur'ân'ın ortaya koyduğu kadın ve erkeğin eşit değerde, fakat farklı rollerle yaratıldığı hakikatidir. Her iki cinsin değeri ve anlamı, **birlikte** var olduklarında ortaya çıkar; aile kurumu bu birlikteliğin ilahî bir yansımasıdır.

Kur'ân'a göre insanlar Âdem ve Havvâ'dan çoğalmış, yeryüzüne dağılmıştır (Nisâ 4/1). Bazı klasik âlimler, ilk neslin farklı batınlarda doğan ikizlerle evlendiğini ifade etmiştir (Karaman vd., 2007). Diğer bazı âlimler ise buna gerek olmadığını, Allah'ın dilediği şekilde yaratabileceğini; Hz. İsa'nın babasız, Hz. Yahya'nın ise yaşlı anne babadan yaratılmış olmasını örnek göstermiştir (Enbiyâ 21/91; Tahrîm 66/12; Meryem 19/17; Âl-i İmrân 3/40; Meryem 19/9).

Neticede ilk neslin çoğalması günümüz sosyal normlarıyla değerlendirilemez. İnsanlık Hz. Nuh'tan sonra yeni bir şeriatla yönlendirilmiş, kardeş evliliği yasaklanmış, toplumların gelişmesiyle şeraitler değişmiştir. Bütün insanlığın Âdem ve Havvâ'dan geldiğini vurgulayan Kur'ân, insanların soy-sop üzerinden birbirlerine üstünlük taslamasını reddeder. Nitekim Hz. Peygamber, "Rabbiniz birdir, babanız birdir…" diyerek üstünlüğün yalnızca takva ile olduğunu ifade eder (Ahmed b. Hanbel, Hadis No. 23489). Bu perspektif, insanlık ailesinin ilahî bir birlik üzerine kurulduğunu ve hiçbir ırksal veya biyolojik farkın üstünlük sebebi olmadığını açıkça ortaya koyar.

2. Kadın–Erkek İlişkileri ve Aile Kurumu

İnsanlık tarihi boyunca kadın ve erkek arasındaki ilişkiler yalnızca bireysel etkileşimlerden ibaret kalmamış; toplumsal düzenin, kültürel dokunun ve dinî normların temel yapı taşlarından

birini oluşturmuştur. Bu ilişkiler, farklı medeniyetlerde ve dönemlerde çeşitli biçimlerde kurumsallaşmış; yer yer kadının konumunu zayıflatan baskıcı sistemlere, yer yer de erkekliğin meşruiyetini sorgulayan aşırı tepkisel hareketlere dönüşmüştür. Modern dönemde feminist kuramların yükselişiyle kadın-erkek ilişkileri bireysel hak ve özgürlükler bağlamında yeniden tartışılmakta; bazı geleneksel yapılar eleştirilmekte, bazıları ise bütünüyle reddedilmektedir. Ancak bu tartışmalar çoğu zaman insanın **fıtratı** gerçeğini göz ardı etmektedir.

Kur'ân, kadın ve erkeği birbirinin karşıtı ya da rakibi olarak değil; birbirini tamamlayan iki eşdeğer öz olarak tasvir eder. Bu anlayış yalnızca ahlâkî bir eşitlik değil, aynı zamanda ontolojik bir denge ve hikmetli bir görev paylaşımı sunar. Kur'an'daki "Her şeyi çift yarattık" (Zâriyât 51/49) ilkesinin işaret ettiği hikmet, kadın ve erkeğin farklı fakat birbirini bütünleyen özelliklere sahip olduğunu ortaya koyar.

Modern tartışmalarda "cinsiyet eşitliği" zaman zaman "cinslerin aynı olması" şeklinde anlaşılmakta ve bu nedenle kadın–erkek farklılıkları birer adaletsizlik gerekçesi olarak sunulabilmektedir. Oysa Kur'an'ın sunduğu perspektif, eşitlikten ziyade **adalet, denge** ve **tamamlayıcılık** kavramlarına dayanır. Kur'ân, aileyi yalnızca biyolojik veya sosyal bir birim olarak değil, insanın fıtratına en uygun yaşam alanı olarak tanımlar. Bu birliktelik, Rûm Suresi'nin ifadesiyle, Allah'ın insanlar için yarattığı "sükûnet, sevgi ve merhamet" alanıdır: "Eşler yaratması ve aranıza sevgi ile merhamet koyması O'nun ayetlerindendir" (Rûm 30/21). Bu ilke doğrultusunda aile, yalnızca neslin devamını sağlayan bir kurum değil; sevgi, merhamet, adalet ve sorumluluk üzerine inşa edilmiş bir **ilahî müessese**dir. Kadın ve erkek bu müessesede hem bireysel hem toplumsal görevler üstlenir. Kadının anneliği ve duygusal yönü, erkeğin koruyucu ve sorumluluk yüklenen tavrı bu bütünlüğün parçalarıdır.

Tarihsel süreç incelendiğinde, Batı toplumlarında kadının ikinci plana itildiği görülse de modern feminist söylem zamanla başka bir uç noktaya savrularak erkekliği baskılayan bir niteliğe bürünmüştür. Buna karşılık Müslüman toplumlarda ise kadının konumunu belirleyen uygulamalar çoğu zaman Kur'an'ın ilkeleriyle değil, kültürel kalıplarla şekillenmiştir. Bu durum dinî öğretilerin yanlış anlaşılmasına ve kadının değersizleştirilmesine sebep olmuştur. Oysa İslâm geleneği, kadın-erkek ilişkilerini **adalet, denge ve karşılıklı sorumluluklar** çerçevesinde düzenler. Kadının ve erkeğin üstünlüğü, biyolojik farklılıklardan değil; **takva**dan ve sorumluluk bilincinden kaynaklanır (Ahmed b. Hanbel, Hadis No. 23489). Kur'an'da erkek ya da kadın mutlak üstünlüğe sahip değildir; her iki cins de Allah katında özgün birer bireydir ve değerleri yaratılış hikmetlerine bağlıdır.

Aile, İslâm'da mümin toplumun temel yapı taşıdır. Ailenin sağlam temeller üzerine kurulması, kadın ve erkeğin birbirini tamamlayan görevleri üstlenmesiyle mümkündür. Nitekim Kur'an'ın aileye yüklediği anlam yalnızca soyun devamı değil; ruhsal, ahlâkî ve toplumsal istikrarın korunmasıdır. Annelik gibi yeryüzünün en değerli rollerinden birine sahip olan kadına verilen değer, "Cennet annelerin ayakları altındadır" hadisinde açıkça görülmektedir (Müslim, ts.). Modern toplumlarda kadın ve erkeğin aynı anda çalışma hayatına dâhil olması, aile içi rollerin yeniden düzenlenmesini zorunlu kılmıştır. Günümüzde aile içi sorumlulukların paylaşımı bir lütuf değil, bir gereklilik hâline gelmiştir. Sevgi, saygı ve anlayış temelli bir yardımlaşma hem bireysel huzurun hem de toplumsal düzenin korunması için vazgeçilmezdir.

Sonuç olarak Kur'an'ın sunduğu kadın-erkek ilişkisi modeli, rekabeti değil tamamlayıcılığı; hiyerarşiyi değil adaleti; çatışmayı değil birbirini desteklemeyi esas alır. Bu model, aileyi yalnızca bir sosyal alan olmaktan çıkararak insanın varoluşsal ihtiyaçlarını karşılayan ilahî bir denge noktası hâline getirir.

3. Kadın ve Erkeğin Yaratılış Özellikleri

Kur'an, evrendeki düzeni "zıtlıklar arasındaki uyum" ilkesiyle açıklar. "Her şeyi çift yarattık ki düşünüp öğüt alasınız" (Zâriyât 51/49) ayeti, varlıkların bir denge ve tamamlayıcılık ilişkisi içerisinde yaratıldığına işaret eder. Bu ilke, kadın ve erkek arasındaki yaratılış farklılıklarının da aslında bir ayrılık değil, birbirini tamamlayan bir bütünün parçaları olduğunu gösterir.

Kadın, duygusal inceliği, şefkat ve merhamet gibi nitelikleriyle ön plana çıkarken; erkek, fiziksel güç, dayanıklılık, koruyuculuk ve sorumluluk bilinciyle donatılmıştır. Kur'ân, kadına "sekîne kaynağı" olma özelliği yüklemiş; erkeğe ise aileyi dış tehditlere karşı koruma ve yönlendirme sorumluluğu vermiştir (Rûm 30/21). Bu iki rol, bir hiyerarşi değil, yaratılışın hikmetli bir görev paylaşımıdır.

Kadının duygusal yapısı, annelik içgüdüsü ile birleşerek onu aile içindeki sevgi, şefkat ve sahiplenmenin merkezine yerleştirir. Erkek ise fiziksel gücü ve sorumluluk duygusuyla ailenin maddi-manevi güvenliğini temin eden bir yapıdadır. Modern psikoloji alanındaki çalışmalar da erkek ve kadın arasındaki bu farklılıkların biyolojik temelli olduğunu doğrulamaktadır. Araştırmalar, erkeklerde ortalama olarak daha yüksek kas kütlesi ve kemik yoğunluğu bulunduğunu; kadınların ise daha elastik bir bedensel yapıya ve daha gelişmiş duyu hassasiyetine sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Beyin lateralizasyonu üzerine yapılan çalışmalar, erkek beyninde sol hemisferin- yani analitik düşünme, problem çözme ve mantıksal işlevlerin- daha baskın olduğunu; kadınlarda ise duygusal işleme, empati ve iletişimi yöneten sağ hemisferin daha etkin olduğunu göstermektedir. Bu durum, erkeklerin genellikle sonuç ve çözüm odaklı, kadınların ise süreç ve ilişki odaklı davranışlar sergilemesini açıklamaktadır.

Kur'ân'da yer alan, "Her şeyi bir ölçüye göre yarattık" (Kamer 54/49) ayeti, kadın ve erkeğin farklı özelliklerle donatılmasının ilahî bir hikmet çerçevesinde gerçekleştiğini ortaya koyar. Dolayısıyla bu farklılıklar bir üstünlük veya eksiklik unsuru değil; toplumun ve ailenin işleyişi için gerekli olan fıtrî bir dengeyi oluşturur. Kadın, şefkat ve merhametiyle aile içindeki sevgi atmosferini kurar; erkek ise güç, koruma ve adalet duygusuyla ailenin dış dünyayla ilişkisini düzenler. Bu iki yapıdan biri eksik olduğunda aile kurumu zayıflar. Nitekim klasik müfessirler de kadın ve erkeğin yaratılış farklılıklarını, insan hayatının bütünlüğü ve toplum düzeninin devamı için zorunlu fıtrî unsurlar olarak değerlendirmiştir (Mukâtil b. Süleyman, 2002; İbn Kesîr, 1999; Kurtûbî, 2006; Elmalılı, 1979).

Sonuç olarak, Yüce Allah kadın ve erkeğe farklı fakat birbirini tamamlayan özellikler lütfetmiştir. Kadının merhameti anneliğe uygun bir yapı sağlarken; erkeğin dayanıklılığı dış dünyanın zorluklarına karşı aileyi koruma görevini kolaylaştırır. Bu farklılıklar, ilahî bir hikmetin gereği olan fıtrî bir taksimdir ve toplumun sağlıklı işleyişi için zaruridir.

4. Fizyolojik ve Biyolojik Farklılıklar

Modern bilimsel araştırmalar, kadın ve erkek bedenlerinin farklı amaçlara yönelik olarak yaratıldığını ortaya koymaktadır. Bu farklılıklar yalnızca görünüşte değil; kas yapısı, kemik yoğunluğu, hormonal düzen, sinir sistemi işleyişi ve beyin gelişimi gibi biyolojik unsurlarda da açıkça görülmektedir. Kur'ân'ın "Her bir şeyi bir ölçüye göre yarattık" (Kamer 54/49) buyruğu, bu farklılıkların Allah'ın hikmetli takdirinin bir yansıması olduğunu gösterir.

Erkekler ortalama olarak daha fazla kas kütlesi ve kemik yoğunluğuna sahiptir. Bu biyolojik yapı, onların fiziksel güç gerektiren görevlerde daha dayanıklı olmalarını sağlamaktadır. Kadın vücudunun daha elastik oluşu, daha ince kemik yapısı, yağ–kas oranının farklı dağılımı ve hormonal yapısı ise onun annelik, çocuk bakımı ve detay gerektiren işlerde daha başarılı olmasına imkân tanıyan bir tasarım sunar. Bu farklılıklar, biyolojik determinizm olarak değil, fıtrî uyum ve görev paylaşımı olarak değerlendirilmelidir.

Nöropsikoloji alanındaki araştırmalar, kadın ve erkek beyinlerinin farklı işleyiş mekanizmalarına sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Erkeklerde sol yarım küre (analitik, mantıksal ve sonuç odaklı işlevlerle ilgili bölge) daha baskın çalışırken; kadınlarda sağ yarım küre (duygusal işleme, empati, sezgi ve iletişime yönelik bölge) daha etkin kullanılmaktadır. Bu nedenle erkekler çoğu zaman çözüm ve sonuç odaklı düşünürken kadınlar süreç, ilişki ve iletişim odaklı davranış eğilimleri sergilemektedir.

Bu bilimsel veriler Kur'ân'ın kadın ve erkeğin birbirini tamamlayan varlıklar olarak yaratıldığına dair sunduğu bakış açısını destekler niteliktedir. Kadının merhamet ve inceliğe meyilli yapısı, annelik görevini kolaylaştırırken; erkeğin fiziksel dayanıklılığı, koruyucu ve

sorumluluk yüklenen yapısıyla aileyi dış etkenlere karşı muhafaza etmesini sağlar (Rûm 30/21). Bu özellikler bir adaletsizlik değil, bilakis ilahî hikmetle belirlenmiş görev dağılımının bir gereğidir.

Sonuç itibarıyla, Yüce Allah kadın ve erkeğe farklı ama birbirini dengeleyen özellikler vermiş; bu farklılıklar toplumsal ve ailevi düzenin sağlıklı şekilde devamı için bir lütuf olarak belirlenmiştir. Kadın-erkek farklılıklarını rekabet alanı hâline getirmek, hem yaratılış hikmetini hem de toplumsal istikrarı göz ardı etmek anlamına gelir.

5. Fıtrî Farklılıkların Psikolojik Temelleri

İnsan doğası, biyolojik, psikolojik ve sosyal unsurların birlikte şekillendirdiği çok katmanlı bir yapıya sahiptir. Kadın ve erkek arasındaki fıtrî farklılıkların temelinde yalnızca biyolojik ayrımlar değil, aynı zamanda bu biyolojik temeli destekleyen psikolojik eğilimler ve davranış örüntüleri bulunmaktadır. Kur'an'da "Her şeyi bir ölçüye göre yarattık" (Kamer 54/49) buyrularak, insanın psikolojik yapısındaki farklılıkların da ilahî hikmet bağlamında değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

Modern psikoloji literatürü, kadınların daha yüksek empati eğilimine, duygusal hassasiyete ve kişilerarası ilişkilerde daha yoğun bir iletişim odaklı yönelime sahip olduklarını göstermektedir. Bu durum, kadınların sosyal bağları koruma, duygusal destek sağlama ve ilişkileri sürdürme becerilerinin erkeklere kıyasla daha belirgin olduğunu ortaya koyan araştırmalarla uyumludur. Erkeklerin ise problem çözme odaklı düşünme, mekânsal becerilerde görece üstünlük ve rekabetçi davranış eğilimlerinin daha fazla olduğu bilinmektedir.

Bu psikolojik farklılıkların temelinde büyük ölçüde hormonal yapı, beyin lateralizasyonu ve sinir sistemi işleyişindeki farklılıklar yer alır. Nitekim klasik İslâm düşüncesi de kadın ve erkek arasındaki bu farklılıkları yaratılışın bir parçası olarak kabul etmiş; bu farklılıkların toplum düzeninin sağlıklı şekilde işlemesi için gerekli olduğunu belirtmiştir. "Allah sizi bir nefisten yarattı ve gönlünün huzur bulacağı eşini de ondan var etti" (A'râf 7/189) ayeti, psikolojik tamamlayıcılığın da yaratılışın özüne yerleştirildiğini göstermektedir. Psikolojik farklılıkların toplumsal hayata yansıması, aile kurumunda daha belirgin hâle gelir. Kadının duygusal yönü, şefkat ve merhamet eğilimi aile içi huzurun oluşmasına katkı sağlarken; erkeğin dış stresle başa çıkmaya yönelik dayanıklılığı ve çözüm odaklı yaklaşımı aileyi dış etkenlere karşı koruyucu bir rol üstlenmesini sağlar. Dolayısıyla bu farklılıklar bireyleri sınırlamak amacıyla değil, toplumsal uyum ve ailevi dengeyi temin etmek üzere var olan fıtrî imkânlar olarak değerlendirilmelidir.

Sonuç olarak, çağdaş psikolojik araştırmalar ile Kur'ânî perspektif birbirini desteklemekte; kadın ve erkek arasındaki doğal farklılıkların hem biyopsikolojik yapının hem de yaratılış hikmetinin bir gereği olduğunu göstermektedir. Bu farklılıklar rekabet değil, tamamlayıcılık ilkesinin temelini oluşturur ve sağlıklı bir aile düzeni ile toplumsal uyumun ana unsurlarındandır.

6. Kadın ve Erkeğin Karşılıklı Beklentileri

Kadın ve erkek arasındaki ilişki, yalnızca biyolojik veya toplumsal bir birliktelikten ibaret değildir; aynı zamanda psikolojik ve ruhsal bir tamamlayıcılık ilişkisini ifade eder. Kur'ân'ın sunduğu aile modeli, bu tamamlayıcılığın karşılıklı hak ve sorumluluklarla dengelendiği bir yapı öngörür. "Kendileriyle huzur bulasınız diye size kendi türünüzden eşler yaratması ve aranıza sevgi ve merhamet koyması O'nun ayetlerindendir" (Rûm 30/21) ayeti, bu ilişkinin özünde huzur, sevgi ve rahmet olduğunu ifade eder.

Kadın, yaratılışı gereği sevgi, ilgi ve güven duygusuna daha fazla ihtiyaç duyar. Bununla birlikte, duygusal destek ve değer verilme hissi, kadının aile içindeki motivasyonunu artıran temel unsurlardandır. Erkek ise saygı duyulmasını, takdir edilmesini ve kendisine güvenilmesini önemser. Psikolojik araştırmalar, erkeklerin çoğunlukla değer görme ve onaylanma yoluyla aileye daha güçlü bağlandığını, kadınların ise duygusal yakınlık ve ilgi gördüklerinde daha yüksek bir iç huzur geliştirdiğini göstermektedir. Hz. Peygamber'in

“Kadınlar hakkında hayır tavsiye ediniz…” (Buhârî, el-Câmiʿu’ṣ-Ṣaḥîḥ, No. 3331; Müslim, Sahîh, No. 1468) buyruğu, karşılıklı sorumluluğun temelini oluşturan bir ahlâkî çerçeve sunar. Bu ifade, kadının hassas yaratılışına uygun bir iletişim ve yaklaşım tarzının gerekliliğine dikkat çekerken, erkeğin de aile içindeki adalet ve merhamet görevine vurgu yapmaktadır.

Kur’an’ın önerdiği aile modelinde eşler, birbirlerini bir yük veya rakip olarak değil, Allah’ın bir nimeti ve tamamlayıcı bir unsur olarak görmelidir. Kadın ve erkek arasındaki bu karşılıklı beklentiler yerine getirildiğinde, aile içi bağlılık ve huzur güçlenir; bireysel mutluluk toplumsal istikrara da katkı sağlar. Dolayısıyla sevgi–saygı temelli bu ilişki çerçevesi, hem psikolojik hem de dinî bakımdan sağlıklı bir evliliğin temelini oluşturur.

SONUÇ

Kadın ve erkek, yaratılış itibarıyla birbirini tamamlayan iki varlıktır. Kur’an’ın sunduğu bütüncül perspektif, bu iki cins arasındaki ilişkiyi bir rekabet veya üstünlük mücadelesi olarak değil; denge, tamamlayıcılık ve hikmet ekseninde değerlendirmektedir. “Ey insanlar! Sizi bir nefisten yaratan ve ondan da eşini var eden…” (Nisâ 4/1) ayeti, kadın ve erkeğin aynı özden yaratıldığını, aralarındaki farklılıkların üstünlük değil ilahî bir denge unsuru olduğunu ortaya koyar. Bu bakış açısı, modern dönemde sıkça gündeme gelen cinsiyet eşitliği tartışmalarında çoğu zaman göz ardı edilen fıtrat temelli bir yaklaşım sunmaktadır.

Modern ideolojik akımlar, kimi zaman kadınlığı erkeklik karşısında üstün gören radikal yaklaşımlara, kimi zaman da kadını değersizleştiren ataerkil yorumlara yol açmıştır. Bu iki uç yaklaşımın ortak noktası, Kur’an’ın ortaya koyduğu adalet, hikmet ve tamamlayıcılık ilkeleriyle bağdaşmamasıdır. Kur’an’a göre üstünlük, biyolojik özelliklerde, toplumsal roller veya cinsiyette değil; “Allah katında üstünlük ancak takvâ iledir” (Hucurât 49/13) ilkesinde ifadesini bulan sorumluluk ve ahlâk bilincindedir.

Kadın ve erkeğin yaratılış özellikleri, psikolojik eğilimleri ve biyolojik yapıları incelendiğinde, bu farklılıkların toplumsal düzenin ve aile kurumunun sağlıklı işlemesi için bir rahmet ve kolaylık olduğu görülmektedir. Kadının duygusal inceliği, merhameti ve şefkati aile içi huzurun merkezini oluştururken; erkeğin dayanıklılığı, koruyuculuğu ve sorumluluk bilinci aileyi dış tehditlere karşı koruyan bir yapı sunar. Bu farklılıklar, bir cinsin diğerine üstünlüğü anlamına gelmez; bilakis her iki cinsin birbirine muhtaç kılındığını gösterir. Günümüz toplumlarında kadın ve erkeğin birlikte çalışma hayatına dâhil olması, aile içi sorumlulukların yeniden yapılandırılmasını zorunlu kılmıştır. Bu nedenle ev işleri ve aile yükümlülükleri artık bir lütuf değil, karşılıklı sorumluluk temelinde paylaşılan bir gerekliliktir. Kur’an’ın sevgi, merhamet ve adalet merkezli aile modeli, modern yaşamın şartlarıyla uyumlu bir şekilde varlığını sürdürmektedir.

Sonuç olarak, Kur’an’ın önerdiği kadın–erkek ilişkisi modeli, fıtrata uygunluk, adalet ve dengeli görev paylaşımı üzerine kuruludur. Bu model, kadını ve erkeği insanlık ortak paydasında buluşturarak hem aile kurumunun hem de toplumun daha sağlıklı, huzurlu ve adil bir yapıya kavuşmasını amaçlar. Kadın ve erkek, ancak yaratılış hikmetine uygun davrandıklarında, aile içinde huzur, toplumda ise istikrar gerçekleşir.

KAYNAKÇA

Ahmed b. Hanbel. (1992). *el-Müsned*. Çağrı Yayınları.

Ateş, S. (1995)*Kur’ân-ı Kerîm Tefsiri*, Milliyet Yayınları.

Beydâvî, N. (1994.). *Envârü’t-Tenzîl ve Esrârü’t-Te’vîl.* İhlas Vakfı Yayınları.

Buhârî, Muhammed b. İsmail. (2001). *el-Câmiʿu’s-Sahîh*. Dâru Tavki’n-Necât.

Elmalılı, M. H. Yazır. (1979). *Hak Dini Kur’an Dili*. Eser Kitabevi.

Harman, Ö. F. (1997). Havva. *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi*. TDV Yayınları.

İbn Ebî Hâtim. (1997). *Tefsîru’l-Kur’âni’l-Azîm* (Thk. Es‘âd Muhammed et-Tayyib). Mektebetü Nizâr Mustafa el-Bâz.

İbn Kesîr, İ. (1999). *Tefsîru’l-Kur’âni’l-Azîm* (Thk. S. b. M. es-Selâme). Dâru Taybe.

Karaman, H., vd. (2006). *Kur'an Yolu Türkçe Meal ve Tefsir*. Diyanet İşleri Başkanlığı Yayınları.
Kitabı-Mukaddes Eski ve Yeni Ahit,(1993). Kitabı Mukaddes Şirketi.
Kurtûbî, M. (2006). *el-Câmiu li Ahkâmi'l-Kur'ân* (Thk. A. M. et-Türki). Müessesetü'r-Risâle.
Mukâtil b. Süleyman. (2002). *Tefsîru Mukâtil b. Süleyman* (Thk. Abdullah Mahmud Şehâte). Müessesetü't-Târîhu'l-Arabî.
Müslim, Müslim b. el-Haccâc. (ts.). *Sahîh-i Müslim* (Thk. M. Fuad Abdulbaki). Dâru İhyâi't-Türâsi'l-Arabî.
Taberî, M. b. Cerîr. (2001). *Câmiu'l-Beyân fî Te'vîli Âyi'l-Kur'ân*. Dâru'l-Fikr.

DUYGUSAL MÜHENDISLIK: APPLE ÖRNEĞİ

Heydar Salamov
Doktora Öğrencisi, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Pazarlama Yönetimi
ORCID: 0009-0006-7283-5949

Doç. Dr. Aşkın Nurdan Tümbek Tekeoğlu
Doktora Öğretim Üyesi, İstanbul Üniversitesi, Uluslararası Ticaret (İngilizce)
ORCID: 0000-0002-6837-9649

Özet
Duygusal katılım, günümüz tüketici pazarlarında marka seçimi, sadakat ve değer yaratımında kritik bir faktördür. Apple, duyusal, bilişsel ve duygusal deneyimleri bilinçli olarak tasarlamak suretiyle güçlü bir marka oluşturmaktadır. Fütürist Faith Popcorn bu terimi popülerleştirse de, benzer fikirler uzun süredir duygusal tasarım ve deneyimsel pazarlama literatüründe yer almaktadır.
Bu çalışma, Schmitt'in SEM modeli çerçevesiyle Apple'ın pazarlama iletişimi, mağaza ortamları, ürün tasarımı ve kullanıcı arayüzlerinde duygusal deneyimleri nasıl koordine ettiğini inceler. Bulgular, Apple'ın beş SEM boyutunu bütüncül biçimde kullandığını gösterir: hikâye anlatımı ve lansmanlarla hissetme; sezgisel deneyimlerle düşünme; günlük davranışları etkileyen teknolojilerle harekete geçme; estetik ve mağaza atmosferiyle duyuları harekete geçirme; topluluk ve ekosistem entegrasyonu ile bağ kurma.
Sonuç olarak Apple, duygusal mühendisliği tesadüfi değil, her temas noktasına yerleşmiş çok katmanlı bir strateji olarak uygulamakta; bu da kalıcı sadakat ve savunuculuk yaratmaktadır. Çalışma, küresel bir markanın duyguyu stratejik kaynak olarak nasıl kullandığını gösterirken, fütürist söylemi deneyimsel pazarlama yaklaşımlarıyla birleştirerek literatüre katkı sunmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Duygusal Mühendislik, Apple, Tasarım, Pazarlama, Lansman

EMOTIONAL ENGINEERING: THE APPLE EXAMPLE

Summary
Emotional engagement is a critical factor in brand choice, loyalty, and value creation in today's consumer markets. Apple builds a strong brand by consciously designing sensory, cognitive, and emotional experiences. While futurist Faith Popcorn popularized this term, similar ideas have long been present in the literature on emotional design and experiential marketing.
This study examines how Apple coordinates emotional experiences across its marketing communications, store environments, product design, and user interfaces within the framework of Schmitt's SEM model. The findings demonstrate that Apple utilizes five SEM dimensions holistically: evoking feelings through storytelling and launches; thinking through intuitive experiences; engaging actions through technologies that influence daily behavior; stimulating senses through aesthetics and store atmosphere; and connecting through community and ecosystem integration.
In conclusion, Apple applies emotional engineering not randomly, but as a multi-layered strategy embedded at every touchpoint, creating lasting loyalty and advocacy. This study demonstrates how a global brand utilizes emotion as a strategic resource, contributing to the literature by combining futuristic discourse with experiential marketing approaches
Keywords: Emotional Engineering, Apple, Design, Marketing, Launch

1. Giriş

Postmodernizm 20. yüzyılın ikinci yarısında popülerlik kazandıktan sonra, insan davranışının yapısal ve evrensel açıklamalarından ziyade insan öznelliğine, duygularına ve yaşanmış deneyimlerine daha fazla önem verilmeye başlandı. Mükemmel derecede rasyonel ve öngörülebilir bir insan fikri, insan davranışının esnek, yorumlayıcı ve duygusal olarak yüklü olduğuna daha fazla vurgu yapan postmodern düşünce tarafından yeniden şerhedildi. Bu entelektüel değişim, antropoloji, psikoloji, sosyoloji ve nihayetinde ekonomi ve pazarlama gibi alanlar üzerinde önemli bir etkiye sahipti.

Yirmi birinci yüzyılın tüketim ekonomisi, duyguların, hislerin ve sembolik çağrışımların satın alma kararları üzerinde pratik avantajlardan daha büyük bir etkiye sahip olduğu duygu odaklı tüketimden giderek daha fazla etkileniyor. Tüketicinin duygusal yolculuğunun değer yaratma açısından hayati önem taşıdığı bir paradigma olan deneyime dayalı bu "yeni pazarlama anlayışı", yalnızca fiyatlandırma, performans ve ürün kalitesini dikkate alan rasyonel karar alma modellerinin yerini almıştır. Günümüz tüketicileri, markalarda faydanın yanı sıra kimlik, aidiyet ve duygusal tatmin de arıyor. Bu bağlamda markalar, yalnızca ürün değil, duygu, anlam ve deneyim de satıyor.

Bilgi ve iletişim teknolojisindeki gelişmelerle birlikte markaların bu "duygusal" tüketicinin duygularını yönlendirmesinin olasılığı artık çeşitli çevrelerde konuşulmaktadır. "Duygusal Mühendislik" terimi, tüketicilerde belirli duygusal tepkileri ortaya çıkarmak ve düzenlemek için teknoloji, tasarım ve çevresel ipuçlarının bilinçli kullanımını tanımlamak için tam da bu konjönktürde ortaya atılmıştır. Terimin mucidi Amerikalı yazar Faith Popcorn (2001), duygusal mühendisliği, davranışsal psikoloji, nöroloji ve duyusal pazarlamadan edinilen bilgileri kullanarak duyguları sürekli olarak etkileyen ortamlar ve etkileşimler tasarlama uygulaması olarak tanımlar.

Popcorn'un bakış açısı fütürist düşünceye dayanmakla beraber, benzer fikirlerin akademik pazarlama literatüründe uzun süredir varlığı biliniyor. Bu çerçeveler bir araya getirildiğinde, tek bir sonuca varılıyor: Başarlılı markalar, tüketimin duygusal yönünü kazara veya rastgele değil, bilinçli olarak şekillendiriyorlar. Bu çalışma, duygusal açıdan en çekici küresel şirketlerden biri olan Apple Inc.'in duygusal mühendislik kavramını ürün tasarımına, perakende deneyimine ve marka pazarlamasına nasıl dahil ettiğini incelemeyi hedefliyor. Çalışmanın hedefi, Apple'ın duygusal yankıyı nasıl kalıcı marka değerine ve sadık müşteri sadakatine dönüştürdüğünü göstermeyi amaçlıyor.

2. Kavramsal Çerçeve

2.1 Faith Popcorn'un "Duygusal Mühendislik" Kavramı

Özellikle Chat-GPT'nin piyasaya sürülmesinden sonra, hem geleneksel hem de yeni medyada yapay zekanın ne kadar benzersiz olduğuna dair birçok başlık ortaya çıktı. Hatta bazıları, yapay zekanın ekonomiye olası entegrasyonunu günümüzün ekonomik ve sosyal gerçekliğinde bir yapı değişikliğine yol açacağı öne sürülen 4. sanayi devrimi olarak adlandırıyor (Velarde, 2019). Bu nedenle, Marka-Tüketici ilişkilerinde bile birçok beklenti birbiri ardına sıralanıyor. Bunlardan biri, ünlü Pazarlama kitapları yazarı Faith Popcorn'un keşfettiği trend. Yazar, blogunda bu kavramı "Duyguların Geleceği: Duygusal Mühendisliğin İç Yüzü ve Kötü Günlerin Sonu" başlığı altında paylaştı (Popcorn, 2025).

Duygu terimi, "bilişlerden veya iradelerden farklı olarak zihinsel bir his veya duygulanım (örneğin acı, arzu, umut vb.)" veya "ani bir sıkıntı, korku, şaşkınlık, sevinç vb. akut bir deneyimin neden olduğu geçici bir ajitasyon" olarak tanımlanabilir. Bilişsel Psikoloji Sözlüğü, duygunun resmi bir tanımını vermese de, tanımı kabaca şu şekilde çevrilebilir: duygu, zihinsel bir durumdur (Cabanac de Lafregeyre, 2002). Bilişsel yetilerin bunu etkileyip etkilemediği konusundaki tartışmada farklı düşünce ekollerinin farklı görüşleri bulunmaktadır (Liu, 2009). Evrimsel psikoloji bu duygulanımları insan evriminin bir mirası olarak kabul ederken, sinir bilimciler beynin farklı bölümleri ile duygular arasında bir bağlantı keşfetmek için çalışıyorlar

(Deak, 2011). Özetle, bu makalenin amacı doğrultusunda, duyguyu genel olarak güçlü hisler olarak tanımlayan Cambridge Sözlüğü'nün açıklamasına bağlı kalacağız.
Mühendislik kelimesi ise Latince "ingenera" kelimesinden gelir ve "üretme, yaratma" anlamına gelir. Terimin kendi literatüründe birçok resmi tanımı vardır, ancak sosyal bilimlerde düzenleme, manipülasyon, ayarlama vb. olarak çevrilebilir.
Sonuç olarak Faith Popcorn, markanın tüketicilerinin duygularını tahmin etmek, optimize etmek ve değiştirmek için cihazlar, veriler, yapay zeka ve duyusal ipuçlarını kullanıldığı bir durumu tanımlamak için "Duygusal Mühendislik" kavramını kullanmıştır. Özetle, duygusal mühendislik, keyif, dikkat veya huzur gibi istenen psikolojik etkileri yaratmak için çevre, teknoloji ve tasarım kullanılarak insan duygularının kasıtlı olarak manipüle edilmesi anlamına gelir.

2.2 "Duygusal Mühendislik" Teriminin Akademik Karşılıkları

Popcorn fikrini akademik olarak işlevselleştirmek için sosyal bilimler ve pazarlama araştırmalarındaki kavramsal benzerlikleri bulmak önemlidir. Tarihsel açıdan bakıldığında, 1960'lardan sonra, özellikle de 1980'lerden sonra pazarlama literatürünün ürün ve satıştan pazar ve tüketiciye doğru kaydığı bilinmektedir (Jones & Shaw, 2002). Bu nedenle o zamandan beri akademisyenler, Howard ve Sheth (1969) tarafından geliştirilen alıcı davranışı teorisi gibi modeller üzerinde çalıştılar. Benzer bir model de, yaklaşık aynı dönemde geliştirilen Bilişsel-Duygusal-Davranışsal modelidir. Bu model, tüketici-marka etkileşiminin ve tüketici psikolojisinin üç farklı yönünü vurgular (Wan Mustaffa, 2020). Bu modelin duygusal etkileşim düzeyi, duyguları ve müşteri duygularının pazarlama bağlamındaki rolünü anlamak için özellikle önemlidir. Özetle, pazarlama literatüründe tüketici duygularını anlamaya yönelik çok sayıda kavramsal yaklaşım mevcuttur.

3. Yöntem

Bu araştırma Apple Inc.'i örnekleyen nitel bir tekil olgu (case) çalışması olarak tasarlanmıştır. Apple, duygusal açıdan etkileyici marka deneyimleriyle bilinen küresel bir teknoloji şirketi olarak seçilmiştir. Veri toplama aşamasında Apple'ın ürün tasarımları, perakende mağaza ortamları, reklam ve iletişim materyalleri gibi doküman ve ortamlar incelenmiştir. Elde edilen veriler, stratejik deneyimsel modüller (SEM) çerçevesine göre tematik olarak analiz edilmiştir. Bu amaçla kimi zaman birincil olmakla birlikte genel olarak ikincil kaynaklar kullanılmıştır. İkinci kaynaklar hem Apple üzerinde yapılan vaka analizlerini hem de farklı olguları ve onların apple üzerinde olası uygulamalarını içeren kavramsal materyelleri içermektedirş
Schmitt'in (1999) SEM modeline göre bir markanın deneyimsel pazarlama çabaları beş boyutta incelenebilir. Bu çerçeveye göre Apple'ın uygulamaları da beş deneyimsel modül ışığında ele alınmıştır. Bu boyutlardan ilki (Sense veya Duyu) insanın beş duyu organı aracılığıyla deneyimlerin akıldakalıcılığına vurgu yaparken ikincisi (Feel veya Hisset) daha çık duygusal deneyimlerin altını çizmektedir. Nostalji, heyecan ya da ilham gibi duygusal çıkarımlar bu boyut araçılığıyla aşılanır. Diğer bir boyut olan Düşün (Think) ise merak ve yenilikleri deneme dürtüsünü harekete geçirmeyi amaçlar. Yeni çıkan ürünlerin önceden duyurularının yapılması özellikle teknolojik ürünler söz konusu olduğunda kullanıcılar açısından onunla yapabileceklerine ilişkin büyük bir merak duygusunu "ateşler". Davranış (Act) boyutu ise ürünle ilgili davranışları temsil eder. Teknoloji firmaları genelde ürün ve müşteri arasındaki bu etkileşimleri bir ritüel haline getirmeye çalışmaktadırlar. Son olarak İlişki kurma (relate) boyutu ise marka kimliğinin soyut boyutlarının benimsenmesiyle ilişkilidir. Yani tüketici bir marka kullanımını utilist yada fonksiyonalist bir tercihin ötesinde hedonik bir deneyim olarak algılar. Belki bu marka araçılığıyla kendisini topluma yansıtır (Baudrillard, 1983).
Bu beş boyut temel alınarak yapılan tematik analiz, Apple'ın tasarım, pazarlama, ve topluluk oluşumu gibi farklı uygulamalarını duygusal bir perspektiften yorumlamaya olanak sağlarr.

4. Apple ve Duygusal Mühendislik

4.1 Tarihçe

Apple, 1976 yılında Steve Jobs, Steve Wozniak ve Ronald Wayne tarafından kurulmuştur. Bu ilk aşamada Steve Wozniak tarafından geliştirilen Apple I bilgisayarı izleyen Apple II (1977), elektronik hesaplama ve tabloları içeren VisiCalc yazılımını barındırması sayesinde ün kazanmıştır (Nasiba & Kamolova, 2022). Grafiksel kullanıcı arabirimi ve fare tabanlı etkileşimiyle tanınan Apple'ın Macintosh bilgisayarı 1984'te piyasaya sürülerek kişisel bilgisayarlarda teknolojik ve kültürel bir devrim yaratmıştır (Walter, 2012). Şirket içi çekişmeler, stratejik uyumsuzluk ve artan rekabet nedeniyle 1990'larda Apple'ın pazar payı azalmıştır (Yoffie & Slind, 2010).

Steve Jobs'un 1997'de Apple'a dönüp köklü bir yeniden yapılanmaya gitmesi tam anlamıyla bir dönüm noktasıydı. Onun yönetimi altında Apple, 1998'de iMac'i ve 2001'de iPod'u piyasaya sürerek insanların hareket halindeyken müzik dinleme biçimini değiştirmiştir (Linzmayer, 2004). Donanım, yazılım ve dijital hizmetleri uyumlu bir ekosistemde birleştirerek 2007'de iPhone'u ve 2008'de App Store'u, 2010'da iPad'i, 2015'te Apple Watch'u ve iCloud, Apple Music ve Apple Pay gibi hizmetleri lanse etmiştir. Bu ürün ve hizmetler, Apple'ın ürün yelpazesini ve küresel etkisini önemli ölçüde genişletmiştir (Cusumano, 2010).

4.2 Apple'ın "Emotional Engineering" Kullanımları

Burada Apple markasının müşteri duygularını manipüle edecek veya yönlendirecek şekilde yaptığı çeşitli uygulamalar sergilenecek ve bunların akademik literatürdeki SEM modeli ile karşılıklarına değinilecektir.

4.2.1 Tasarım aracılığıyla Duygusal Mühendislik

Duygular, biliş (cognition) ve tasarım arasındaki ilişkiye dair birçok derin araştırma, estetik açıdan güzel olan ile olası faydanın (veya değerin) arasında en azından kullanıcılar açısından bir ilişki olabileceğini gözler önüne sermektedir (Norman, 2004). Literatürde bu konuda özellikle müşteriler tarafından algılanan faydacı ve hazcı faydalar ayrımı yapılır. Kısaca değinmek gerekirse faydacı (utilitarian) faydalar/değerler genelde ürünün kullanışlılığıyla ilişkilendirilirken hazcı (hedonic) faydalar/değerler estetik ve deneyimsel boyutlara atıfta bulunur (Chitturi, 2009).

Apple henüz yeni kurulduğunda Steve Jobs şu önemli açıklamalarda bulunmuştu: "Apple sanat gibi mükemmel ürünler üreteceki" ve "Apple tasarım odaklı üretim yapacak". Yanı çok basite indirgenirse Appleın farklılaşma noktası "çok güçlü bir makine"-den ziyade "çok güzel bir makine"-dir. Bu bağlamda Apple, ayırt edici yalın (lean) ürün tasarımları geliştirerek, tüketicilerin zihninde güçlü bir marka algısı yaratmayı başarmıştır (Li, 2024). Jobs, "less is more" tasarım konseptini göstermek için ürünün en basit şeklini kullandı. Birçok işletme mevcut ürünlerine daha fazla özellik eklemeye çalışırken, Apple çıkarma işlemini nasıl yapacağını öğrenmeye odaklandı (Yan, 2016).

Burada önemli nokta Apple-ın tasarımsal "minimalist" akımını zamanında fark etmiş olmasıdır. Şöyle ki, 1960'larda minimalizm hem sanatta hem de mimaride zaten popüler hale gelmişti. Minimalist tasarım çelik ve floresan ışık gibi endüstriyel unsurlar aracılığıyla Dan Flavin ve Donald Judd gibi sanatçılar tarafından kullanıldı. Bu basit ilkeler grafik tasarım tarafından da hemen benimsendi. 1950 ve 60-larda basit ama etkili logolar ve marka kimlikleri tasarlandı. IBM ve ABC gibi şirketler için cesur renkler, net bir yazı tipi ve temiz çizgiler kullanarak anında tanınabilir marka kimlikleri üretildi (Gumber, 2023). Yani sonuç olarak minimalist tasarımılı grafik tasarımı 1960-lardan itibaren vardı ve Apple bu tasarımı üç şekilde ürünlerine empoze etti: Donanım, Kullanıcı arayüzü ve yazılım, Tanıtım

Donanım - Net çizgiler, sade şekiller ve karmaşadan uzak bir tasarım, Apple'ın tüm ürün yelpazesinde mevcut olan donanım. Apple ürünleri, kullanıcı deneyimine odaklanarak ve

minimum dikkat dağıtıcı unsurlarla kullanımı kolay ve sezgisel olacak şekilde tasarlanmıştır (Gumber, 2023). Bunun en belirleyici tarihsel örneği iMac G3 kişisel bilgisayarının tasarımıdır. G3-ün "alameti-farikası", sadece kalite değil, bir tür estetik tasarımın da önemini vurgulamasıdır. Özellikle aşırı kör açılarıyla dikkat çeken bu ürünün en akılda kalıcı diğer iki unsuru aşırı sade donanımı (1998 şartlarına göre) ve renk çeşitliliğidir (Palumbo, 2023).

Arayüz ve Yazılım – Donanımda olan minimalist ve yalın estetik tasarımın kullanıcı arayüzleriyle tutarlılığı da çok önemlidir. Bu tutarlılık iki şekilde kullanıcı psikolojisini etkiler. Birincisi minimalist arayüzün kendisinin vermis olduğu hedonic ve faydacı değer. Teknolojik aletlerin tasarımında karşılaşılan en önemli sorunlardan biri faydacı (utilitarian) tasarımla hedonic tasarım arasında bir dengenin kurulmasıdır (Chitturi, 2009). Apple kullanıcı arayüzünün minimalist tasarımı ile hem hedonic hem de utilitarianist faydaları dengede tutmayı hedefler. Çunki özellikle ATM arayüzleri üzerinde İsrail ve Japonyada yapılan araştırmalar minimalist arayüzlerin kullanıcılar tarafından daha kolay olarak algılandığı görülmüştür (Norman, 2004). Öte yandan minimalist arayüz ve yazılımlar yalın donanımsal tasarımla birlikte tutarlı ve akılda kalıcı bir marka kimliği oluşturmaktadır. Bu konuda yapılan bir araştırmada 776 apple kullanıcısının Apple-ı tanımlarken “tasarım” (127), “güzellik” (65) ve “kolaylık” (56) boyutlarını vurguladıkları görülmüştür (Carolina Demar, 2022).

Apple-ın bu konuya ne kadar önem verdiğini, kullanıcı arayüzü ve yazılım geliştiricilerine hitaben her yıl güncelleştirerek yayınladığı Apple Stil Rehberi (Apple Style Guide) ile görebiliriz. Bu rehber, yazarlar, editörler ve geliştiriciler için yazım stili, kullanım ve Apple ürün isimlendirmesi konusunda bir referans niteliğindedir. Yüksek kaliteli, okunaklı ve tutarlı materyaller üretmenin çeşitli zorluklarına aşina olmak için geliştiricilerin rehberi dikkatlice okumaları önemle vurgulanmıştır. Bahsi geçen rehbere göre, kullanıcıya yönelik herhangi bir içerik için bu kurallara hem Apple geliştiricileri hem de Apple kullanıcıları için yazılım geliştirmeyi hedefleyen dış geliştiriciler uymalıdır (Apple, 2025).

4.2.2 Pazarlama aracılığıyla Duygusal Mühendislik

Pazarlamaya taktiksel olarak 4P açısından bakarsak eğer ürün (product) olarak nasıl farşklılaşmaya gidildiği yukarıda belirtilmiştir. Diğer P-ler aracılığıyla Apple-in nasıl müşterilerinin psikolojisini yönlendirdiği ise aşağıda incelenecektir

Apple'ın hedef pazarının çoğunluğunu her kesimden üst-orta ve üst sınıf tüketiciler oluşturuyor (Nigam, 2023). Dolayısıyla Apple geliri ortalamanın daha üstünde olan tüketicilere “pahalı” ürün satmaya çalışıyor. Fakat bunun için pahalı bir markanın gereksinimi olan ayrıcalık üretmesi gerekiyor ki bunun aracılığıyla sattığı ürünleri tüketecek bir cemaat oluşsun (Cova, 2002). Apple bir marka olarak daha 2000-lerde bunu kurucusu (Steve Jobs) etrafında şekillenen hikaye anlatımıyla başarmıştır (Belk, 2005). Fakat daha sonralarda tam bir Apple topluluğu yaratmak için Apple İD-si sunulmuştur. Bu sayede bir apple ürününe sahip olan tüketici sahip olduğu İD ile diğer Apple ürünlerine de erişim sağlayabilir ve onlar arasında senkronizasyon gerçekleştirebilir ki bu da büyük bir kolaylık sağlamaktadır. Bu “kolaylık” boyutu özellikle apple tüketicilerini Apple ürünlerinen alıştırmayı ve bu sayede ondan vazgeçmeyi zorlu hale getirmeyi hedeflemektedir (Rajput, 2023).

Öte yandan Apple-ın fiyat politikası fiyat kırma politikası olarak tanımlanabilir (Dong, 2023). Yani her yıl Apple-ın yeni telefonu piyasaya çıktığında eski telefonlarının fiyatı düşme eğilimi gösterir ki bu da aslında daha düşük gelirli müşteri segmentine de bu ürünleri satma fırsatını verir.

Fakat burada önemli konu neredeyse her yıl çıkan yeni ürünlerin çıkışını basitleştirmemektir ki bu da tanıtım araçılığıyla yapılır. Dolayısıyla Apple cemaati için şirketin lansman etkinlikleri adeta bir film prodüksiyonuna benzetilir ve izleyiciler saatlerce izledikten sonra bile sıkılmazlar (Yutong, 2023). Örnek olarak, Apple lansmanlar aracılığıyla bir hype-ı ayakta tutar ve “festivalimsi” bir hava estirerek yeni iPhone-ların tükitici çılgınlığıyla tüketilmesini hedefler. Bunun için lansmanın sadece informativ bir yapıya değil teatrel bir yapıya sahip olmasına özen

gösterir ve bu amaç doğrultusunda da tanıtımlara yatırım yapar. Bu "havanın" etkisiyle duygusal coşku yaşayan potansiyel tüketici sunulan ürünü alarak Apple cemaati arasında yerini alır (Kozinets, 2001). Hatta bu coşkuyu henüz lansmanlardan önce körüklemek için Apple, yeni ürününü piyasaya sürmeden önce tüketicilerin iştahını doyurmak için gizemli işaretler ve bilgiler kullanır. Bu mistik pazarlama taktiği denen olguyla müşteriler lansmandan çok daha önce çıkacak olan yeni iPhone ile ilgili spekülasyonlarda bulunur ki bu Apple-ı bir marka olarak sürekli gündemde tutar (Dong, 2023).Apple artık üç ana kanaldan satış yapıyor. Bunlardan ilki Apple Store. Bu tür direkt satış noktarını piyasaya süren ilk önemli marka (Dong, 2023). Pazarlama literatüründe atmosferik ambiansın satın alma ve ya daha geniş çapta bakarsak etkileşime girme üzerinde ciddi etkilerinin olduğu zaten biliniyor (Donovan, 1982). Apple Store-larda açık alanlar, bol doğal ışık, sade mimari çizgiler ve bitkiler, müşterilerde huzur hissi uyandıran minimalist tasarımını karakterize eder. Bu yapısıyla aslında alanın hiç de verimli olmadığı söylenebilir. Çünki hedef alanın ekonomik kullanımından ziyade son derece sade bir arkaplan oluşturulmak suretiyle ürünleri önplana çıkarmaktır. Öte yandan şık ve profosyönel mağaza ekibi markanın kişiliğini yansıtır nitelik taşıyarak marka imajına katkıda bulunmaktadır (Mochrie, 2024). Bu tasarım özellikleri müşterilerin duygusal konforunu artırır, mağazada kalış sürelerini uzatır ve genel memnuniyetlerini artırır. Sonuç olarak, Apple'ın perakende tasarımı, müşteri görüşlerini yönlendiren ve markaya karşı olumlu duygular uyandıran bir tür duygusal mühendislik işlevi görür (Arslan, 2021).

5. Sonuç

SEM çerçevesi Apple'a uygulandığında, özenle tasarlanmış bir müşteri deneyimleri ekosistemi ortaya çıkar. Apple, estetik açıdan hoş ve minimalist ürün tasarımları ve perakende alanlarıyla duyulara hitap eder; duygusal olarak yoğun pazarlama ve ilham verici anlatılarla duyguları harekete geçirir; kullanıcıların merakını ve yaratıcılığını harekete geçiren yenilikçi özelliklerle düşünceyi harekete geçirir; ürünleri günlük rutinlere dahil ederek ve yeni davranışları (üretkenlik ve sağlık gibi) teşvik ederek harekete geçmeyi teşvik eder; ve Apple kullanıcıları arasında güçlü bir topluluk ve statü duygusu oluşturarak ilişkiler geliştirir. Başka bir deyişle, Apple müşterilerle her temas noktasında sosyal, duygusal, bilişsel, davranışsal ve duyusal ipuçlarını bilinçli bir şekilde yönlendirir. Bu iyi planlanmış çok yönlü deneyim sayesinde marka, çekici ve samimi bir his yaratır.

Zengin deneyimsel tasarım, eğlendirici ve etkileyici olmasının yanı sıra güçlü bir müşteri bağlılığı da sağlar. Müşteriler, bir işletmeyle sürekli olarak keyifli ve unutulmaz deneyimler yaşadıklarında daha memnun ve sadık olurlar. Bir çok araştırmaya göre, olumlu bir marka deneyimi yaşayan tüketiciler, o markaya gerçekten daha sadık olma eğilimindedir. Dolayısıyla, Apple'ın duygusal olarak oluşturulmuş ekosistemi, uzun süreli marka sadakati sağlar. Müşteriler, müşteri olmanın yanı sıra Apple evreniyle ilişki kuran destekçiler haline gelirler. Her şey göz önüne alındığında, SEM çerçevesi, Apple'ın stratejik deneyim modüllerinin "duygusal olarak tasarlanmış" bir marka ortamı sağlamak için nasıl iş birliği yaptığını ve bunun da yüksek düzeyde müşteri etkileşimi ve sadakatini desteklediğini göstermektedir.

Kaynakça

Apple. (2025). *Apple Style Guide*. https://developer.apple.com/style-guide/

Belk, R., & Tumbat, G. (2005). The cult of Macintosh. *Consumption, Markets & Culture, 8*(3), 205–217.

Cabanac de Lafregeyre, M. (2002). *Bilişsel Psikoloji Sözlüğü*. Homer Kitabevi.

Carolina Demar, S., & Li, X. (2022). Apple ID: Building a model of consumer brand identification for an integrated brand, loyalty, and technology. *Journal of Brand Management, 29, 437–451.*

Chitturi, R. (2009). The effect of cognitive and affective visual aspects on product preferences. *Journal of Consumer Behaviour, 8(6), 382–393.*

Cova, B., & Cova, V. (2002). Tribal marketing: The tribalisation of society and its impact on the conduct of marketing. *European Journal of Marketing, 36(5/6), 595–620.*

Cusumano, M. (2010). Staying power: Six enduring principles for managing strategy and innovation in an uncertain world. *Oxford University Press.*
Demar, C. S., & Li, X. (2022). Apple ID: Building a model of consumer brand identification for an integrated brand, loyalty, and technology. *Journal of Brand Management, 29, 437–451.*
Deak, A. (2011). Brain and emotion: Cognitive neuroscience of emotions. *Review of Psychology, 18*(3), 191–204.
Donovan, R. J., & Rossiter, J. R. (1982). Store atmosphere: An environmental psychology approach. *Journal of Retailing, 58*(1), 34–57.
Gumber, A. (2023). Minimalist graphic design history and trends. *Behance*. https://www.behance.net/gallery/114837823/Minimalist-Logo-Design
Gobé, M. (2010). *Emotional Branding: The new paradigm for connecting brands to people* (2nd ed.). Allworth Press.
Hao Dong, J., Zhang, Q., & Li, M. (2023). The successful marketing strategy of Apple. *International Journal of Innovative Research in Business and Management, 11(1), 1–7.*
Howard, J. A. (1969). *Consumer behavior: Application of theory*. McGraw-Hill.
Jones, B., & Shaw, E. (2002). The future of relationship marketing. *Journal of Strategic Marketing, 10*(2), 127–138.
Kübra Arslan, M., & Güdücü Şimşek, M. (2021). A case study on Apple Store marketing strategy. *Tourism, Environment and All Hospitality Management (TEAHM), 17*(1), 102–106.
Liu, Y.-H. (2009). Emotions in consumer behavior: A hierarchical approach. *Review of Psychology, 16*(1), 1–10.
Linzmayer, O. W. (2004). *Apple confidential 2.0: The definitive history of the world's most colorful company*. No Starch Press.
Mochrie, R. (2024). *How to Think Like an Economist: Great Economists Who Shaped the World and What They Can Teach Us*, Bloomsbury Continuum
Mondal, K., & Chakrabarti, S. (2021). The influence of product and atmosphere on retail experiences. *Materials Today: Proceedings, 45*(4), 2440–2443.
Nigam, I. (2023). Segmenting and targeting high-income consumers: The Apple case. *Economic Time, eMarketing Service*.
Norman, D. A. (2004). *Emotional design: Why we love (or hate) everyday things*. Basic Books.
Oulasvirta, A. (2019). *Harnessing the creative spark: Turning everyday innovations into market successes*. CreateSpace.
Onyeke, C., & Nwankwo, F. (2024). Experiential marketing strategies in banking services. *International Journal of Bank Marketing, 42*(3), 456–475.
Palumbo, D. (2023). The design legacy of iMac G3. *TechDesign Journal, 15*(2), 67–75.
Popcorn, F. (2025). *The Future of Feeling: Building Empathy, Emotion, and Connection in the Age of AI*. Abrams.
Schmitt, B., Zarantonello, L., Brakus, J. (2009). Brand experience: What Is It? How Is It Measured? Does It Affect Loyalty? *Journal of Marketing. 73. 10.1509/jmkg.73.3.52.*
Velarde, C. (2019). The Future of Consumption. *Globedo Business.*
Wan Mustaffa, W. S. (2020). A cognitive–affective–behavioral model of consumer response to social media marketing. *Journal of Marketing Management and Consumer Behavior, 1*(2), 51–63.
Walter, I. (2012). Steve Jobs: Komuta. *Comunicação e Sociedade, 21*, 211–214.
Weitz, B. A., & Wensley, R. (2002). Building the luxury customer relationship. *Journal of Marketing Management, 18(1-2), 1–14.*
Xu, T. (2016). Impact of minimalism on consumer products design. *Journal of Consumer Studies, 9(4), 45–58.*
Yoffie, D. B., & Slind, M. (2010). *Apple Inc. in 2010*. Harvard Business School Case 701-442.
Yutong, C. (2023). Case study: Apple's luxury branding strategy. *Advanced Business Research, 5*(2), 77–82.

MENOPOZ VE OTOİMMÜN HASTALIKLAR ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Hülya Tosun
Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü

Özet

Giriş/Amaç: Otoimmün hastalıklar kadınlarda daha sık görülen ve hormonal-immün etkileşimlerden güçlü biçimde etkilenen kronik inflamatuar durumlardır. Menopozla birlikte östrojen ve progesteron düzeylerindeki düşüş, immün yanıt dengesini değiştirerek bazı otoimmün hastalıkların başlangıcı, aktivitesi ve semptom yükü üzerinde belirleyici bir dönemeç oluşturabilir. Bu çalışmanın amacı menopozal geçiş ile otoimmün hastalıklar arasındaki ilişkileri mekanizmalar ve hastalık-özgül klinik bulgular üzerinden özetlemektir.
Metod: Bu anlatısal derleme, menopoz dönemindeki hormonal değişimlerin doğuştan gelen ve adaptif bağışıklık yanıtları üzerindeki etkilerini; romatoid artrit, primer Sjögren sendromu, sistemik lupus eritematozus ve otoimmün tiroid hastalıkları gibi hastalıklar bağlamında yorumlayan güncel literatürü sentezlemektedir.
Bulgular: Kanıtlar, postmenopozal dönemde özellikle romatoid artrit, Sjögren sendromu ve otoimmün tiroid hastalıklarında risk ve semptom yükünün artabileceğini düşündürmektedir. Östrojen eksikliği Th1/Th17 ağırlıklı inflamatuvar yanıtı ve proinflamatuar sitokin üretimini artırabilir; progesteron ve androjenlerdeki değişimler de immün homeostazı etkileyerek hastalık aktivitesine katkı sağlayabilir. Menopozla değişen bağırsak mikrobiyotası ve estrobolom üzerinden tanımlanan mikrobiyota-östrojen ekseninin, sistemik inflamasyon ve otoimmüniteyi modüle eden ek bir mekanizma olarak karşımıza çıkmaktadır.
Sonuç: Menopoz, otoimmünite açısından tek başına neden olmaktan çok, yatkın bireylerde hastalık başlangıcı ve aktivitesini etkileyebilen kritik bir biyolojik geçiş dönemidir.
Öneriler: Menopozal yakınmalarla başvuran kadınlarda eklem ağrısı/katılığı, mukozal kuruluk, yorgunluk ve tiroid disfonksiyonu gibi belirtiler otoimmünite açısından taranmalı; izlem romatoloji ve endokrinoloji işbirliğiyle kişiselleştirilmelidir. HRT'nin yarar-risk dengesi hastalık tipine göre değerlendirilirken, sağlıklı yaşamı sürdürmek için egzersiz, stres yönetimi ve D vitamini yeterliliği gibi destekleyici yaklaşımlar dikkate alınmalıdır.
Anahtar kelimeler: Menopoz, otoimmün hastalıklar, östrojen, progesteron, androjen hormonlar

RELATIONSHIPS BETWEEN MENOPAUSE AND AUTOIMMUNE DISEASES

Abstract

Introduction/Aim: Autoimmune diseases are chronic inflammatory conditions that occur more frequently in women and are strongly influenced by hormonal immune interactions. The decline in estrogen and progesterone levels during menopause may alter immune response balance, representing a critical turning point for the onset, activity, and symptom burden of certain autoimmune diseases. The aim of this study is to summarize the relationships between the menopausal transition and autoimmune diseases through underlying mechanisms and disease-specific clinical findings.
Methods: This narrative review synthesizes current literature addressing the effects of menopausal hormonal changes on innate and adaptive immune responses, interpreted in the context of diseases such as rheumatoid arthritis, primary Sjögren's syndrome, systemic lupus erythematosus, and autoimmune thyroid disorders.
Results: Available evidence suggests that in the postmenopausal period, the risk and symptom burden of autoimmune conditions—particularly rheumatoid arthritis, Sjögren's syndrome, and autoimmune thyroid diseases may increase. Estrogen deficiency may promote a Th1/Th17-

dominant inflammatory response and enhance proinflammatory cytokine production, while alterations in progesterone and androgen levels may further disrupt immune homeostasis and contribute to disease activity. In addition, menopause-associated changes in gut microbiota and the microbiota estrogen axis (estrobolome) have emerged as additional mechanisms modulating systemic inflammation and autoimmunity.

Conclusion: Rather than serving as a direct cause of autoimmunity, menopause represents a critical biological transition period that can influence disease onset and activity in predisposed individuals.

Recommendations: In women presenting with menopausal symptoms, clinical features such as joint pain or stiffness, mucosal dryness, fatigue, and thyroid dysfunction should prompt screening for autoimmune conditions. Follow-up should be individualized through collaboration between rheumatology and endocrinology specialists. While evaluating the benefit risk balance of hormone replacement therapy according to disease type, supportive strategies such as regular physical activity, stress management, and ensuring adequate vitamin D levels should also be considered to promote overall health.

Keywords: Menopause, autoimmune diseases, estrogen, progesterone, androgen hormones

Giriş

Otoimmünite, bağışıklık sisteminin dengede kalabilmesi ve düzenli çalışması için normalde gerekli bir süreçtir. Ancak bağışıklık yanıtını kontrol eden basamaklarda bir aksama olduğunda ya da baskılayıcı (engelleyici) uyarı yollarında bir kusur geliştiğinde, bağışıklık sistemi kendi doku ve organlarını yabancı gibi algılayıp onlara saldırabilir. Bu nedenle otoimmünite, doğru çalıştığında koruyucu; kontrolden çıktığında ise organizmaya zarar veren, adeta iki tarafı keskin bir kılıç gibidir (Bulut, 2011). Otoimmün hastalıkların gelişiminde hem doğal (innate) hem de edinilmiş (adaptif) bağışıklık sisteminin neredeyse tüm bileşenleri rol oynar. Bu süreçte özellikle sitokinler, sitokin reseptörleri ve hücre içinde membran çekirdek arasında (ve ters yönde) işleyen birçok sinyal iletim yolunun farklı molekülleri patogenezden sorumlu olabilir (Goulmamine et al., 2024; Motta et al., 2025). Sistemik lupus eritematozus (SLE), romatoid artrit (RA) ve sjögren sendromu, haşimoto troidi, sedef hastalığı gibi hastalıklar, özellikle kadınlarda daha yüksek prevalans gösterir ve bu durum, cinsiyet hormonlarının immün yanıtı modüle eden kritik rolüne işaret eder (Lahita, 2023; Desai & Brinton, 2019).

Menopozal geçişte östrojen ve progesteron düzeylerindeki düşüş yalnızca vazomotor ve genitoüriner semptomlarla sınırlı kalmayıp immün sistemin yaşlanma dinamikleriyle de kesişerek otoimmün süreçleri tetikleyebilir veya alevlendirebilir (Calabrò et al., 2023; Hoffmann et al., 2023). Menopoz döneminde bağışıklık sistemi, yaşlanmanın getirdiği immunoreseptörlerin azalması ile östrojen düzeylerindeki düşüşün aynı anda etkilediği bir yeniden yapılanma sürecine girer. Bu yeniden yapılanmanın temelinde, timusun yaşla birlikte küçülmesi ve bunun sonucunda naif T (Th0) hücresi üretiminin azalması, periferde bellek T hücrelerinin göreceli artışı ve T hücresi reseptörü (TCR) çeşitliliğinin azalması yer alır (Thomas et al., 2020). Bu tablo bir yandan yeni antijenlere yanıt kapasitesini azaltırken, diğer yandan timusta negatif seleksiyonun zayıflaması ve daha fazla öz-reaktif T hücresinin periferde dolaşıma çıkmasına zemin hazırlayabilir; bu durum subklinik otoimmün eğilimleri artırıp doku hasarı üzerinden kronik inflamasyonu besleyebilir (Harding et al., 2022). Özellikle erken menopozun RA gibi otoimmün bozuklukların gelişimi veya klinik şiddeti açısından risk artırıcı bir durum olabileceği bildirilmektedir (Namavari et al., 2024; Cutolo & Gotelli, 2023). Bu nedenle menopoz, otoimmün hastalıklar açısından kritik biyolojik eşik olarak değerlendirilmelidir (Bove, 2013; Motta et al., 2025).

Yöntem

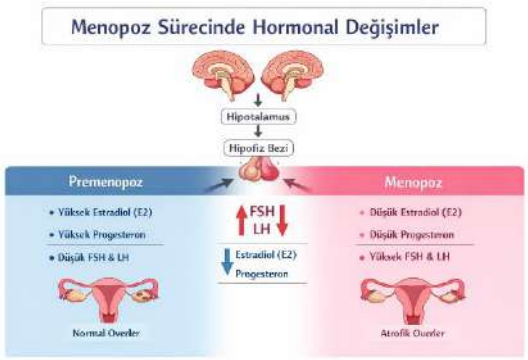
Bu çalışma, menopoz ve otoimmün hastalıklar arasındaki ilişkiyi değerlendiren güncel literatürü hormonal mekanizmalar, immünolojik düzenlemeler, hastalık bazlı klinik bulgular ve

yönetim yaklaşımları çerçevesinde sentezleyen anlatı derleme niteliğindedir. Değerlendirme sürecinde romatoid artrit, sistemik lupus eritematozus, primer Sjögren sendromu, otoimmün tiroid hastalıkları ve menopozla ilişkili diğer otoimmün/immün aracılı bazı hastalıklar ele alınmış; östrojen, progesteron, androjenler, immün yaşlanma, çevresel faktörler ve mikrobiyota-östrojen ekseni ile ilgili yayınlar anahtar kelimeler eşliğinde bütüncül biçimde yorumlanmıştır (Desai & Brinton, 2019; Moulton, 2018; Motta et al., 2025; Peters et al., 2022).

1. Menopoz ve hormonal yeniden yapılanma

Menopoz, over fonksiyonlarının kalıcı olarak sonlanmasıyla ortaya çıkan ve kadın yaşamında endokrin, metabolik ve immünolojik sistemleri kapsayan önemli bir fizyolojik geçiş dönemidir. Bu süreçte, özellikle estradiol (E2) ve progesteron düzeylerinde belirgin bir azalma meydana gelirken, hipotalamo-hipofizer aks üzerindeki negatif geri bildirim mekanizmasının ortadan kalkmasına bağlı olarak folikül uyarıcı hormon (FSH) ve luteinize edici hormon (LH) düzeyleri yükselmektedir (Bekmezci & Altuntuğ, 2020). Ortaya çıkan bu hormonal değişim, yalnızca üreme fonksiyonlarını değil, aynı zamanda kemik metabolizması, kardiyovasküler sistem, merkezi sinir sistemi ve bağışıklık yanıtlarını da etkilemektedir.

Menopoz sonrası dönemde over kaynaklı östrojen üretiminin azalmasıyla birlikte, sınırlı miktarda östrojen sentezi periferik dokulara (özellikle yağ dokusu ve deri) kaymakta; ancak bu üretim, menopoz öncesi fizyolojik estradiol düzeylerini karşılamaktan yetersiz kalmaktadır. Östrojenin hücresel düzeyde gen ekspresyonu, sitokin dengesi ve inflamatuvar yanıtlar üzerindeki düzenleyici etkilerinin azalması, menopoz döneminde inflamatuvar eğilimin artması ve hormona duyarlı sistemlerde yeniden denge arayışı ile sonuçlanmaktadır. Bu nedenle menopoz, yalnızca bir hormon eksikliği durumu olarak değil, organizmanın çoklu sistemleri kapsayan hormonal ve biyolojik yeniden yapılanma süreci olarak ele alınmaktadır (Bove et al., 2013). Bu dönemdeki hormon azalması, metabolik sendrom ve kardiyovasküler risklerle birlikte bazı otoimmün hastalıkların görülme sıklığı veya belirti yükünde artışla ilişkilendirilmektedir (Desai & Brinton, 2019). Kadınların otoimmün hastalık yükünün önemli bölümünü taşıdığı; kronik morbidite ve yaşam kalitesi kaybının yüksek olduğu vurgulanmaktadır (Desai & Brinton, 2019; Goulmamine et al., 2024). Menopoz sonrası eklem ağrısı ve katılığının yaş etkisinden bağımsız biçimde artabilmesi, hormon-immünite ilişkisinin klinik yansımalarından biridir (Motta et al., 2025).



2. Otoimmünitenin cinsiyet temelli biyolojisi

Otoimmün hastalıkların kadınlarda daha sık görülmesi; X kromozomu ilişkili genetik düzenekler, bağışıklık yanıtının daha güçlü olması, hormon reseptörlerinin immün hücrelerde yaygın ekspresyonu ve çevresel etkileşimlerle açıklanmaktadır (Lahita, 2023). Östrojenin farklı doz ve bağlamlarda hem koruyucu hem de risk artırıcı olabilen çift yönlü etkileri olduğu bilinmektedir (Harding & Heaton, 2022).

3. Östrojen, progesteron ve androjenlerin immün etkileri

Östrojen, immün hücre fonksiyonlarını östrojen reseptörleri üzerinden düzenleyerek sitokin dengesini, T hücre farklılaşmasını ve B hücre yanıtlarını etkiler (Moulton, 2018; Sciarra et al.,

2023). Menopozdaki östrojen düşüşü, Th1/Th17 yönelimli proinflamatuar yanıtların artışına ve IL-1β gibi sitokinlerin yükselmesine aracılık ederek özellikle RA patogenezini destekleyebilir (Cutolo & Gotelli, 2023).
Progesteron ise genellikle immünosüpresif/anti-inflamatuar özellikleriyle bilinir; Th1/Th2 ve Th17/Treg dengesini etkileyebilecek mekanizmalar üzerinden inflamasyonun kontrolünde rol oynar (Shah et al., 2019). Menopozla progesteronun azalması, oto antikor süreçlerine ve B hücre aktivitesine katkıda bulunabilir (Brandt et al., 2015).
Androjenler de çoğunlukla immünosüpresif bir çizgi gösterir. Menopoz sonrası androjen düzeylerindeki değişimler ve östrojen/androjen oranındaki kaymalar, otoimmün seyrin bireysel farklılıklarını açıklayabilecek bir başka katman sunmaktadır (Buendía-González & Legorreta-Herrera, 2022; Vancolen et al., 2023).

4. Menopozun hastalık bazlı yansımaları

Romatoid artrit: Postmenopozal dönemde RA'nın daha sık görülebileceği ve klinik seyrin daha ağır olabileceği bildirilmiştir (Febriyanti & Firman, 2023; Alpizar-Rodriguez & Finckh, 2017; Cutolo & Gotelli, 2023). Östrojenin hızlı düşüşü ile anti-siklik sitrüline peptit antikoru (anti-CCP) pozitifliği arasında ilişki olabileceği ve bunun RA riskini artırabileceği ileri sürülmektedir (Alpizar-Rodriguez & Finckh, 2017).
Sistemik lupus eritematozus: SLE, üreme çağında kadınlarda belirgin şekilde daha sık görülür; bu durum östrojenin hastalık patogenezindeki rolünü destekler (Nusbaum et al., 2020). Geç başlangıçlı SLE'nin menopozla ortaya çıkabilmesi, hormonal geçişin hastalık fenotipini etkileyebileceğini düşündürür (Boddaert et al., 2004).
Sistemik skleroz (skleroderma): Yapılan çalışmalar menopozun skleroderma klinik fenotipiyle ilişkili olabileceğini; ayrıca erken menopozun daha ağır vasküler/fibrotik tutulum göstergeleriyle ilişkili olabileceğini bildirmektedir. Bu bulgular, menopozla ilişkili hormonal değişimlerin skleroderma'da vasküler hasar ve fibrozis ekseninde modülatör rol oynayabileceği şeklinde yorumlanmaktadır; ancak kanıtlar ağırlıkla gözlemsel olduğundan mekanizma ve nedensellik düzeyi sınırlı kalmaktadır (Orlandi et al., 2025).
Tip 1 diyabet: Menopoz sonrası dönemde tip 2 diyabet (T2DM) gelişme riskinin arttığı, çok sayıda epidemiyolojik çalışma tarafından bildirilmiştir; ancak bu ilişkinin mekanizması konusunda literatürde tam bir görüş birliği bulunmamaktadır. Bazı çalışmalar menopoz sonrası bozulmuş glikoz metabolizmasının esas olarak yaşlanma sürecinin bir sonucu olduğunu ileri sürerken, geniş kohort verilerinden elde edilen daha yeni analizler düşük estradiol düzeylerinin T2DM gelişme riskiyle ilişkili olabileceğini göstermektedir. Yaşam boyu endojen östrojene maruziyetin azalması, özellikle erken menopoz ve prematüre ovaryan yetmezlik (POI) yaşayan kadınlarda, T2DM riskinin artmasıyla tutarlı biçimde ilişkilendirilmiştir. Büyük ölçekli prospektif kohortlar ve meta-analizler, erken menopoz veya kısa üreme ömrüne sahip kadınlarda T2DM riskinin anlamlı derecede yükseldiğini ortaya koymaktadır (Cerdas, 2023). Buna karşılık, diyabet varlığı ile menopoz yaşı arasındaki ilişki özellikle tip 2 diyabet açısından tutarsız bulunmuş; bazı çalışmalarda ilişki saptanmazken, farklı sonuçlar daha çok eşlik eden metabolik durumlar ve glisemik kontrol düzeyleriyle açıklanmıştır. Genel olarak mevcut kanıtlar, doğal veya cerrahi menopoz sonrasında ve özellikle erken menopoz/POI durumlarında, tip 2 diyabet riskinin arttığını ve menopozun metabolik sağlık açısından kritik bir dönem olduğunu göstermektedir (LeBlanc et al., 2017).
Primer Sjögren sendromu: Orta yaş ve menopoz döneminde daha sık görülen bu hastalıkta östrojen düşüşünün glandüler inflamasyon, otoantikor yanıtları ve göz/ağız kuruluğunu artırabileceği vurgulanır (Brandt et al., 2015; Negrini et al., 2021).
Otoimmün tiroid hastalıkları: Menopozal kadınlarda tiroid fonksiyon bozukluklarının ve otoimmün tiroid hastalıklarının öne çıkması, hormonal dalgalanmaların otoimmün troid hastalıkları üzerinde klinik etkileri olabileceğine işaret eder (Mintziori et al., 2024; Battheu et al., 2025).

Psoriyazis ve diğer immün aracılı tablolar: Östrojen düzeylerindeki düşüşün psoriyazis şiddetini artırabildiği (Cassalia et al., 2025) görülmüştür. Bu örüntü, menopozun benzer bir hormonal-immün mekanizma üzerinden hastalıklar üzerinde etkili olabileceğine ait inanışları güçlendirmektedir.

5. Mikrobiyota-östrojen ekseni

Menopozla birlikte bağırsak mikrobiyota çeşitliliğinde azalma ve disbiyoz eğilimi bildirilmektedir (Peters et al., 2022). Estrobolome üzerinden östrojen metabolizmasının etkilenmesi, enterohepatik döngü ve sistemik inflamasyon düzeylerinde değişiklikler meydana getirebilir; bu durum menopoz sonrası otoimmünite eğilimini modüle eden potansiyel bir mekanizma olarak öne sürülmektedir (Wang et al., 2025; Xie et al., 2024). Bu alan, özellikle kişiselleştirilmiş beslenme, probiyotik/prebiyotik stratejiler ve HRT'nin mikrobiyota üzerindeki etkilerini değerlendiren araştırmalar açısından hızla büyüyen bir araştırma hattıdır (Dothard et al., 2023). Postmenopozal dönemde bağırsak mikrobiyotası, hormonal değişimlerle ilişkili olarak belirgin bir yeniden yapılanma sürecine girmektedir. Xie ve arkadaşlarının (2024) yürüttüğü çalışmada, postmenopozal kadınlarda bağırsak mikrobiyota kompozisyonu ve fekal metabolit profilleri birlikte değerlendirilmiş; menopoz sonrası dönemde mikrobiyal bolluk ve metabolik yollar açısından anlamlı değişiklikler saptanmıştır. Özellikle folikül uyarıcı hormon (FSH) düzeyleri ile ilişkili olarak bağırsak mikrobiyotasında farklılaşmaların menopoz semptomlarının klinik olarak belirginleşmesinden önce ortaya çıkabildiği gösterilmiştir. Çalışmada, postmenopozal kadınlarda belirli bakteri gruplarının göreceli bolluğunda değişimlerin yanı sıra, amino asit metabolizması (özellikle tirozin ve triptofan metabolizması) ve lipid metabolizması (alfa-linolenik asit metabolizması) ile ilişkili fekal metabolitlerde anlamlı farklılıklar belirlenmiştir. Bu metabolik değişimlerin, menopoz sonrası dönemde sık görülen lipid metabolizması bozuklukları ve kemik mineral yoğunluğundaki azalma gibi sistemik sonuçlarla ilişkili olabileceği öne sürülmektedir. Bulgular, menopozda görülen hormonal yeniden yapılanmanın yalnızca endokrin dengeyi değil, aynı zamanda bağırsak mikrobiyotası-metabolit ekseni üzerinden inflamasyon, metabolik sağlık ve osteoporoz riski gibi çok boyutlu fizyolojik süreçleri etkileyebileceğini düşündürmektedir (Xie et al., 2024).

6. Klinik yönetim perspektifi

Menopoz döneminde otoimmün hastalıkların tanısı, semptomların yaşlanma ve menopoz bulgularıyla örtüşebilmesi nedeniyle güçleşebilir (Motta et al., 2025; Mintziori et al., 2024). Eklem ağrısı/katılığı, belirgin mukozal kuruluk, açıklanamayan yorgunluk, döküntüler veya tiroid disfonksiyonu gibi bulgular, menopoz yakınması olarak etiketlenmeden önce otoimmünite açısından sistematik biçimde değerlendirilmelidir (Cutolo & Gotelli, 2023; Brandt et al., 2015). Yaşam tarzı düzenlemeleri, inflamatuvar yükü azaltma ve genel sağlık sonuçlarını iyileştirme açısından destekleyici bir çerçeve sunar. D vitamini yeterliliği, düzenli egzersiz, stres yönetimi ve anti-inflamatuar beslenme yaklaşımı bu dönemde özellikle önemlidir (Min et al., 2021; Namavari et al., 2024; Almeida et al., 2024).

Öneriler

Klinik taramalarda, menopozal yakınmalarla başvuran kadınlarda eklem ağrısı/katılığı, göz-ağız kuruluğu, açıklanamayan yorgunluk, döküntüler ve tiroid işlev bozukluğu gibi bulgular otoimmünite açısından detaylı olarak değerlendirilmelidir (Brandt et al., 2015; Cutolo & Gotelli, 2023; Mintziori et al., 2024). Menopozlu kadınlar için romatoloji, endokrinoloji ve kadın sağlığı ekiplerinin ortak izlem modelleri geliştirmesi, tanı gecikmesini ve tedavi uyumsuzluklarını azaltabilir (Motta et al., 2025; Battheu et al., 2025). Böylece hormn replasman tedavileri de daha iyi bireyselleştirilebilir. Hormon replasman tedavisine bağlı semptomlar birkaç uzman tarafından gözlemlenebilir. Probiyotik/prebiyotik yaklaşımlar, anti-inflamatuar beslenme ve metabolik risk yönetimi menopoz sonrası otoimmün yükün azaltılmasında umut vadeden tamamlayıcı stratejiler olarak ele alınabilir (Peters et al., 2022; Dothard et al., 2023). Erken menopoz, mikrobiyota değişimleri ve hormon-immün

etkileşimlerini birlikte değerlendiren uzunlamasına çalışmalar; RA, Sjögren ve otoimmün troit hastalıkları gibi hastalıklarda menopoz-temelli risk sınıflamalarının geliştirilmesine katkı sağlayabilir (Namavari et al., 2024; Motta et al., 2025; Wang et al., 2025).

Sonuç

Mevcut kanıtlar, menopozun otoimmün hastalıklar için tek başına bir neden olmaktan ziyade, yatkın bireylerde hastalık başlangıcını kolaylaştırabilen veya klinik şiddeti artırabilen kritik bir biyolojik geçiş olduğunu düşündürmektedir. Östrojen, progesteron ve androjenlerdeki değişimler; immün yaşlanma süreçleri; çevresel, yaşam tarzı etkileri ve mikrobiyota-östrojen ekseni birlikte değerlendirildiğinde, menopoz sonrası otoimmünite riskinin ve semptom yükünün artmasına katkıda bulunan çok katmanlı bir mekanizma tablosu ortaya çıkmaktadır.

Kaynakça

Almeida, M. M. B. de, Frasson, T. V., & Lima, C. M. A. de M. e. (2024). A importância da nutrição para o controle de doenças autoimunes. Research Society and Development, 13(6). https://doi.org/10.33448/rsd-v13i6.46128

Alpizar-Rodriguez, D., & Finckh, A. (2017). Environmental factors and hormones in the development of rheumatoid arthritis. Seminars in Immunopathology, 39(4), 461. Springer Science+Business Media. https://doi.org/10.1007/s00281-017-0624-2

Battheu, F., Clausi, C., Censi, S., & Mian, C. (2025). Differences in autoimmune thyroid diseases between females and males. Endocrine, 89(3), 665. https://doi.org/10.1007/s12020-025-04317-5

Bekmezci, E., & Altuntuğ, K. (2020). Menopoz ile İlişkili Semptomlara Yönelik Kanıta Dayalı Uygulamaların İncelenmesi. Journal of General Health Sciences, 2(3), 167. https://doi.org/10.51123/jgehes.2020.7

Boddaert, J., Huong, D. L. T., Amoura, Z., Wechsler, B., Godeau, P., & Piette, J. (2004). Late-Onset Systemic Lupus Erythematosus. Medicine, 83(6), 348. https://doi.org/10.1097/01.md.0000147737.57861.7c

Bove, R. (2013). Autoimmune diseases and reproductive aging. Clinical Immunology, 149(2), 251. https://doi.org/10.1016/j.clim.2013.02.010

Brandt, J. E., Priori, R., Valesini, G., & Fairweather, D. (2015). Sex differences in Sjögren's syndrome. Biology of Sex Differences, 6(1). https://doi.org/10.1186/s13293-015-0037-7

Buendía-González, F. O., & Legorreta-Herrera, M. (2022). The Similarities and Differences between the Effects of Testosterone and DHEA on the Innate and Adaptive Immune Response. Biomolecules, 12(12), 1768. https://doi.org/10.3390/biom12121768

BULUT, V. (2011). Otoimmün Hastalıkların Patojenezi. Turkiye Klinikleri Rheumatology-Special Topics, 4(2), 1-10.

Calabrò, A., Accardi, G., Aiello, A., Caruso, C., & Candore, G. (2023). Sex and gender affect immune aging. Frontiers in Aging, 4. https://doi.org/10.3389/fragi.2023.1272118

Cassalia, F., Lunardon, A., Frattin, G., Danese, A., Caroppo, F., & Fortina, A. B. (2025). How Hormonal Balance Changes Lives in Women with Psoriasis. Journal of Clinical Medicine, 14(2), 582. https://doi.org/10.3390/jcm14020582

Cerdas Pérez, S. "Menopause and diabetes." *Climacteric* 26.3 (2023): 216-221.

Cutolo, M., & Gotelli, E. (2023). Complex role of oestrogens in the risk and severity of rheumatoid arthritis in menopause. RMD Open, 9(2). https://doi.org/10.1136/rmdopen-2023-003176

Desai, M. K., & Brinton, R. D. (2019). Autoimmune Disease in Women: Endocrine Transition and Risk Across the Lifespan. Frontiers in Endocrinology, 10. https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00265

Dothard, M. I., Allard, S. M., & Gilbert, J. A. (2023). The effects of hormone replacement therapy on the microbiomes of postmenopausal women. Climacteric, 26(3), 182. https://doi.org/10.1080/13697137.2023.2173568

Febriyanti, D., & Firman, H. (2023). Gambaran Rheumatoid Arthritis Pada Wanita Menopause. Journal Medical Science, 3(1), 18. https://doi.org/10.33088/flms.v3i1.405

Goulmamine, S., Chew, S., & Aninye, I. O. (2024). Autoimmune Health Crisis. International Journal of Environmental Research and Public Health, 21(10), 1339. https://doi.org/10.3390/ijerph21101339

Harding, A. T., & Heaton, N. S. (2022). The Impact of Estrogens and Their Receptors on Immunity and Inflammation. Cancers, 14(4), 909. https://doi.org/10.3390/cancers14040909
Hoffmann, J. P., Liu, J. A., Seddu, K., & Klein, S. L. (2023). Sex hormone signaling and regulation of immune function. Immunity, 56(11), 2472. https://doi.org/10.1016/j.immuni.2023.10.008
Lahita, R. G. (2023). Sex and gender influence on immunity and autoimmunity. Frontiers in Immunology, 14. https://doi.org/10.3389/fimmu.2023.1142723
LeBlanc ES, Kapphahn K, Hedlin H, et al. Reproductive history and risk of type 2 diabetes mellitus in postmenopausal women: findings from the women's health initiative. Menopause. 2017;24(1):64-72.
Mintziori, G., Veneti, S., Poppe, K., et al. (2024). EMAS position statement: Thyroid disease and menopause. Maturitas, 185, 107991. https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2024.107991
Motta, F., Simone, N. D., & Selmi, C. (2025). The Impact of Menopause on Autoimmune and Rheumatic Diseases. Clinical Reviews in Allergy & Immunology, 68(1). https://doi.org/10.1007/s12016-025-09031-8
Moulton, V. R. (2018). Sex Hormones in Acquired Immunity and Autoimmune Disease . Frontiers in Immunology, 9. https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.02279
Namavari, N., Jokar, M., Ghodsian, A., Jahromi, H. K., & Rahmanian, V. (2024). Menopausal state and rheumatoid arthritis: a systematic review and meta-analysis. BMC Rheumatology, 8(1). https://doi.org/10.1186/s41927-024-00418-2
Negrini, S., Emmi, G., Greco, M., et al. (2021). Sjögren's syndrome: a systemic autoimmune disease. Clinical and Experimental Medicine, 22(1), 9. https://doi.org/10.1007/s10238-021-00728-6
Nusbaum, J., Mirza, I., Shum, J., et al. (2020). Sex Differences in Systemic Lupus Erythematosus. Mayo Clinic Proceedings, 95(2), 384. https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2019.09.012
Peters, B. A., Santoro, N., Kaplan, R. C., & Qi, Q. (2022). Spotlight on the Gut Microbiome in Menopause: Current Insights. International Journal of Women s Health, 1059. https://doi.org/10.2147/ijwh.s340491
Sciarra, F., Campolo, F., Franceschini, E., Carlomagno, F., & Venneri, M. A. (2023). Gender-Specific Impact of Sex Hormones on the Immune System. International Journal of Molecular Sciences, 24(7), 6302. https://doi.org/10.3390/ijms24076302
Shah, N. M., Lai, P. F., Imami, N., & Johnson, M. R. (2019). Progesterone-Related Immune Modulation of Pregnancy and Labor. Frontiers in Endocrinology, 10. https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00198
Thomas, R., Wang, W., & Su, D. M. (2020). Contributions of Age-Related Thymic Involution to Immunosenescence and Inflammaging. Immunity & ageing : I & A, 17, 2. https://doi.org/10.1186/s12979-020-0173-8
Orlandi, M., Giuggioli, D., Ferri, C., De Angelis, R., Riccieri, V., Cacciapaglia, F., Bosello, S. L., Codullo, V., Bajocchi, G., Dagna, L., Campochiaro, C., De Luca, G., Zanframundo, G., Foti, R., Cuomo, G., Ariani, A., Rosato, E., Girelli, F., Zanatta, E., Cavazzana, I., … Bruni, C. (2025). Menopause in systemic sclerosis: the impact on clinical presentation in a multicenter cross-sectional analysis from the National Registry of the Italian Society for Rheumatology (SPRING-SIR). *Therapeutic advances in musculoskeletal disease*, *17*, 1759720X251354898. https://doi.org/10.1177/1759720X251354898
Xie, X., Song, J., Wu, Y., et al. (2024). Study on gut microbiota and metabolomics in postmenopausal women. BMC Women s Health, 24(1), 608. https://doi.org/10.1186/s12905-024-03448-7
Vancolen, S., Sébire, G., & Robaire, B. (2023). Influence of androgens on the innate immune system. Andrology, 11(7), 1237. https://doi.org/10.1111/andr.13416
Wang, H., Shi, F., Zheng, L., Zhou, W., Mi, B., Wu, S., & Feng, X. (2025). Gut microbiota has the potential to improve health of menopausal women by regulating estrogen. Frontiers in Endocrinology, 16. https://doi.org/10.3389/fendo.2025.1562332

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF COGNITIVE IMPAIRMENT ON THE CAPACITY OF SHORT-TERM VISUAL AND AUDITORY MEMORY

Ass. Prof. E.J.Huseynova
L.A.Heydarli
Gandja State University
Orcid.no /0000-0002-8386-6445

Keywords: cognitive function, attention, learning skills, memory.
Abstract. Cognitive functions are the mental processes that ensure a person's ability to perceive, process, store, and use information. These functions include memory, attention, thinking, speech, and learning skills. Therefore, the diagnosis of cognitive functions and the study of their disorders are of great importance. The harmonious development of cognitive functions is an essential prerequisite for students to successfully master the educational curriculum. In cases of cognitive impairment, the volume of memory and attention decreases, motivation weakens, and the level of comprehension drops to a minimum. Consequently, students and/or trainees face difficulty mastering educational material.This situation seriously affects the educational process. Learning efficiency decreases and achieving academic success becomes challenging.The application of appropriate support and suitable teaching methods can help prevent these problems.
Materials methods. The study was conducted on 30 participants (students) who were divided into two groups: a control group and an experimental group. Initially, diagnoses regarding the brain structures regulating cognitive functions - specifically the temporal lobes, frontal lobes, limbic system, and subcortical nuclei of the cerebral cortex - were performed. This diagnosis was based on tests compiled from D. Amen's screening questions. Subsequently, the visual and auditory memory of 17 individuals-who were estimated to have signs of impairment in all four investigated brain structures-was determined using a traditional method, in parallel with the control group. For the processing of the research results, methods of mathematical statistics were applied, particularly the Mann-Whitney U-test.
Results and Discussion. During the investigation, the capacity of short-term visual and auditory memory in the specially selected control group (which exhibited no impairments in the cognitive brain structures) was observed to range among high values. Consistent with existing literature, the capacity of short-term visual memory was found to be higher than the capacity of short-term auditory memory in this group. Students in the experimental group, who were estimated to have signs of cognitive impairment, demonstrated significantly lower results in both short-term visual and auditory memory tests when compared to the control group. The application of appropriate support and suitable teaching methods can help prevent these problems.