İSTANBUL TİCARET
ÜNİVERSİTESİ

T.C.
İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
İŞLETME DOKTORA PROGRAMI

SAĞLIK KURULUŞLARINDA SÜRDÜRÜLEBİLİR TIBBİ ATIK BERTARAF TEKNOLOJİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: BULANIK MANTIK TABANLI KARAR VERME MODELİ ÖNERİSİ

Doktora Tezi

Elit DÖRTKARDEŞ
200006877

İstanbul, 2025

İSTANBUL TİCARET
ÜNİVERSİTESİ

T.C.
İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
İŞLETME DOKTORA PROGRAMI

SAĞLIK KURULUŞLARINDA SÜRDÜRÜLEBİLİR TIBBİ ATIK BERTARAF TEKNOLOJİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: BULANIK MANTIK TABANLI KARAR VERME MODELİ ÖNERİSİ

Doktora Tezi

Elit DÖRTKARDEŞ
200006877

Danışman: Prof. Dr. Ali GÖRENER

İstanbul, 2025

ETİK BEYAN SAYFASI

Hazırlamakta olduğum tez, özgün bir çalışma olup; YÖK ve İstanbul Ticaret Üniversitesi Lisansüstü Yönetmeliklerine uygun olarak hazırlanmıştır. Ayrıca bu çalışmayı yaparken bilimsel etik kurallarına tamamıyla uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları gösterdiğimi ve hiçbir kaynaktan yaptığım ayrıntılı alıntı olmadığını beyan ederim. Bu tezin ihtiva ettiği tüm hususlar, şahsi görüşüm olup; İstanbul Ticaret Üniversitesinin resmi görüşünü yansıtmamaktadır.

Elit DÖRTKARDEŞ

ÖZET

Tıbbi atıklar; sağlık kuruluşları, araştırma merkezleri ve laboratuvarlarda meydana gelen tüm atık türlerini kapsamaktadır. İstanbul Çevre Koruma ve Atık Maddeleri Değerlendirme Sanayi ve Ticaret A.Ş (İSTAÇ) verilerine göre İstanbul ilinde her gün 9 binin üzerindeki sağlık kuruluşundan ortalama 90 ton tıbbi atığın toplandığı ve bu atıkların düzenli bir şekilde bertaraf edildiği rapor edilmiş olup; Dünya Bankası verileri doğrultusunda dünya genelinde atık üretiminin 2050 yılına kadar %70 oranında artabileceği öngörülmektedir. Atıkların uygun yöntemlerle bertaraf edilmemesi, insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler yaratarak çevresel bozulmalara yol açmakta ve bulaşıcı hastalıkların yayılım riskini artırabilmektedir. Sağlık kuruluşlarında sürdürülebilir, çevreye duyarlı ve güvenilir bir atık yönetim sisteminin geliştirilmesi, toplum sağlığına ve çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlayabilecek önemli bir unsur olarak değerlendirilebilmektedir. Bu bağlamda, çalışmamız doğrultusunda, tıbbi atık bertarafına ilişkin teknolojilerin seçimleri ile ilgili süreçlerde, sürdürülebilirlik kriterlerini önceliklendiren model yaklaşımları analiz edilerek, İstanbul ilinde faaliyet gösteren 35 özel hastaneden veri toplanmıştır.

Çalışmada, İstanbul ilinde faaliyet gösteren 100 yatak üzeri 19 hastane ve 100 yatak altı 16 hastanede toplam 35 karar verici konumundaki uzmanlardan elde edilen veriler kapsamında, 6 ana kriter ve 31 alt kriter değerlendirilmiştir. Sürdürülebilir atık bertaraf teknolojilerinin değerlendirilmesi amacıyla dikkate alınan kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesinde, IMF-SWARA yöntemi kullanılmıştır. Hastane grupları için uygun bertaraf teknolojilerinin değerlendirilmesinde ise bulanık WASPAS ve bulanık CoCoSo yöntemlerine başvurulmuştur. Elde edilen sonuçlar COPELAND yöntemi ile bütünleştirilmiştir. 100 yatak üzerinde 19 hastane için uzman görüşleri kapsamında elde edilen verilerin analizi ile en önemli ana kriter çevresel ve emisyon kriteri iken; en az önemli kriter sosyal kriter olarak tespit edilmiştir. Kriterlerin global ağırlıklarının hesaplanması aşamasında 31 alt kriter içinde en önemli 5 kriter sırasıyla; çalışan riskleri, insan toksisitesi, koku, karasal ekotoksisite, gürültü olarak ele alınmıştır. 100 yatak üzeri hastanelerde en çok tercih edilen ilk 3 sürdürülebilir atık bertaraf teknolojisi sırasıyla hidroklav, buhar sterilizasyonu ve kompostlama iken en az tercih edilen bertaraf teknolojisi kimyasal dezenfeksiyon olmuştur.

100 yatak altında hizmet veren 16 hastaneye yönelik uzman görüşlerine dayalı verilerin incelenmesi sonucunda; karar verme sürecinde ekonomik ve teknik kriterlerin en yüksek öneme sahip olduğu, sosyal kriterlerin ise daha az önemli kriter olarak değerlendirildiği görülmüştür. Kriterlerin ağırlıkları ile ilgili yapılan değerlendirmede; 31 alt kriter arasında en yüksek global ağırlığa sahip kriterlerin; sermaye maliyeti, işletme maliyeti, hacim azaltma, çalışan riskleri, ton başına maliyet kriteri olduğu; 100 yatak altı hastaneler kapsamında; sürdürülebilir tıbbi atık bertaraf teknolojilerinin seçimi ile ilgili yapılan değerlendirmede ise mikrodalga, buhar sterilizasyonu ve hidroklavın en çok tercih edilen atık bertaraf teknolojileri olduğu, en az tercih edilen teknolojinin ise yakma olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Tıbbi Atık Yönetimi, Sürdürülebilirlik, Çok Kriterli Karar Verme, IMF-SWARA, Bulanık WASPAS, Bulanık CoCoSo, COPELAND*.

ABSTRACT

Medical waste encompasses all types of waste generated in healthcare institutions, research centers, and laboratories. According to the data provided by İstanbul Environmental Protection and Waste Materials Recycling Industry and Trade Inc. (İSTAÇ), an average of 90 tons of medical waste is collected daily from more than 9,000 healthcare facilities across the province of Istanbul, and these wastes are reportedly disposed of in a regulated manner. In parallel with projections by The World Bank, it is estimated that global waste generation could increase by up to 70% by the year 2050, primarily due to rapid urbanization and population growth. Improper disposal of medical waste may lead to adverse effects on human health, cause environmental degradation, and increase the risk of spreading infectious diseases. Therefore, the development of a sustainable, environmentally conscious, and reliable waste management system within healthcare institutions is considered an essential component that may contribute significantly to public health and environmental sustainability.

In this context, our study analyzes model-based approaches that prioritize sustainability criteria in the selection processes of medical waste disposal technologies. Data were collected from 35 private hospitals operating in Istanbul. The study evaluated 6 main criteria and 31 sub-criteria, based on data obtained from decision-makers in 35 hospitals, including 19 hospitals with more than 100 beds and 16 hospitals with fewer than 100 beds. To determine the significance levels of criteria for evaluating sustainable waste disposal technologies, the IMF-SWARA method was utilized. For the evaluation of suitable disposal technologies for hospital groups, the fuzzy WASPAS and fuzzy CoCoSo methods were applied. The final results were consolidated using the COPELAND method. In the analysis of data collected from experts in the 19 hospitals with more than 100 beds, the most important main criterion was identified as the environmental and emissions criterion, while the social criterion was considered the least important. During the calculation of global weights of the criteria, the five most significant sub-criteria among the 31 were found to be: occupational risks, human toxicity, odor, terrestrial ecotoxicity, and noise. In hospitals with more than 100 beds, the three most preferred sustainable waste disposal technologies were, in order: hydroclave, steam sterilization, and composting; whereas chemical disinfection was the least preferred technology.

Based on expert opinions from the 16 hospitals with fewer than 100 beds, it was observed that economic and technical criteria held the highest significance in the decision-making process, while social criteria were considered less important. In the evaluation of criteria weights, the sub-criteria with the highest global weights were determined as capital cost, operational cost, volume reduction, occupational risks, and cost per ton. Within the scope of selecting sustainable medical waste disposal technologies in hospitals with fewer than 100 beds, microwave, steam sterilization, and hydroclave emerged as the most preferred technologies, while incineration was identified as the least preferred method.

***Keywords**: Medical Waste Management, Sustainability, Multi-Criteria Decision Making, IMF-SWARA, Fuzzy WASPAS, Fuzzy CoCoSo, COPELAND.*

ÖNSÖZ

Doktora eğitim süresince gerek ders aşaması gerekse tez aşamasında; bilgisi, tecrübesi ve değerli zamanını esirgemeyen, çalışmama büyük katkı sağlayan çok değerli ve kıymetli hocam Prof. Dr. Ali GÖRENER'e çok teşekkür ederim. Ayrıca tez aşamasında görüş ve destekleri ile katkıda bulunan, değerli hocalarım Doç. Dr. Fatma Serab ONURSAL'a, Doç. Dr. Mehmet SAĞLAM'a ve Dr. Öğretim Üyesi Ümit KANMAZ'a ayrı ayrı teşekkür ederim.

Doktora yapmam için beni cesaretlendiren, manevi desteğiyle katkı sağlayan ve bugüne kadar beni her konuda destekleyen anneme, babama, kardeşime, yakın arkadaşım Cansu GÜLER'e ve diğer arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmanın uygulama bölümünde değerli görüşleri ve vakitleri ile katkı sağlayan tüm uzmanlara ve bilgi paylaşan işletmelere desteklerinden dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ETİK BEYAN SAYFASI iii

ÖZET iv

ABSTRACT vi

ÖNSÖZ viii

İÇİNDEKİLER ix

TABLOLAR LİSTESİ xii

ŞEKİLLER LİSTESİ xv

KISALTMALAR LİSTESİ xvi

GİRİŞ 1

1. SAĞLIK KURULUŞLARINDA ATIK YÖNETİMİ 7

1.1. Atık Tanımı 7

1.2. Sağlık Kuruluşu Kaynaklı Atık Çeşitleri 8

1.2.1. Tıbbi atık 8

1.2.1.1. Patolojik Atık 8

1.2.1.2. Kesici ve Delici Atık 8

1.2.1.3. Enfeksiyöz Atık 9

1.2.2. Evsel Nitelikli Atık 9

1.2.3. Tehlikeli Atık 9

1.2.4. Radyoaktif Atık 9

1.3. Tıbbi Atık Yönetimi 9

1.3.1. Tıbbi Atıkların Minimizasyonu 10

1.3.2. Tıbbi Atıkların Kaynağında Ayrı Toplaması 10

1.3.3. Tıbbi Atıkların Dezenfeksiyonu 11

1.3.4. Tıbbi Atıkların Depolanması 11

1.4. Tıbbi Atıkların Bertarafı 11
1.5. Türkiye'de Tıbbi Atık Mevzuatı ve Uluslararası Yasal Düzenlemeler 12
2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK 17
2.1. Sürdürülebilirlik Tanımı 17
2.2. Sürdürülebilirlik Kavramının Tarihçesi 18
2.3. Sürdürülebilirlik Boyutları 22
2.3.1. Ekonomik Sürdürülebilirlik 22
2.3.2. Sosyal Sürdürülebilirlik 23
2.3.3. Çevresel Sürdürülebilirlik 23
3. SÜRDÜRÜLEBİLİR TIBBİ ATIK YÖNETİMİ 24
3.1. Sürdürülebilir Tıbbi Atık Yönetimi ile ilgili Çalışmalar 24
3.2. Sürdürülebilir Tıbbi Atık Yönetimi ile ilgili Değerlendirme Kriterleri 25
3.3. Tıbbi Atık Bertaraf Teknolojileri 34
3.3.1. Yakma **36**
3.3.2. Buhar Sterilizasyonu **37**
3.3.3. Mikrodalga **38**
3.3.4. Hidroklav **39**
3.3.5. Kimyasal Dezenfeksiyon **40**
3.3.6. Plazma Piroliz **41**
3.3.7. Düzenli Depolama **42**
3.3.8. Kompostlama **42**
3.3.9. Gazlaştırma **43**
3.3.10. Derin Gömme **44**
3.3.11. Geri Dönüşüm **44**
4. KULLANILAN YÖNTEMLER 46
4.1. Bulanık Küme Teorisi 46

4.2. Üçgensel Bulanık Sayılar 46
4.2.1. Üçgensel Bulanık Sayılarda Toplama İşlemi 47
4.2.2. Üçgensel Bulanık Sayılarda Çıkarma İşlemi 47
4.2.3. Üçgensel Bulanık Sayılarda Çarpma İşlemi 47
4.2.4. Üçgensel Bulanık Sayılarda Bölme İşlemi 47
4.3. IMF-SWARA Yöntemi 47
4.4. Bulanık WASPAS Yöntemi 51
4.5. Bulanık CoCoSo Yöntemi 55
4.6. COPELAND Yöntemi 58
5. UYGULAMA 61
5.1. IMF-SWARA Yöntemi ile Kriter Ağırlıklarının Tespit Edilmesi 62
5.1.1. 100 Yatak üzeri Hastaneler için Kriter Ağırlıklarının Tespiti 64
5.1.1.1. 100 Yatak üzeri Hastaneler için Ana Kriter Ağırlıklarının Tespiti 64
5.1.1.2. 100 Yatak üzeri Hastaneler için Alt Kriter Ağırlıklarının Tespiti..65
5.1.2. 100 Yatak altı Hastaneler için Kriter Ağırlıklarının Tespiti 67
5.1.2.1. 100 Yatak altı Hastaneler için Ana Kriter Ağırlıklarının Tespiti . 68
5.1.2.2. 100 Yatak altı Hastaneler için Alt Kriter Ağırlıkları 68
5.2. Bulanık WASPAS Yöntemi ile Alternatiflerin Sıralaması 72
5.2.1. 100 Yatak üzeri Hastaneler için Kriterlerin Sıralanması 72
5.2.2. 100 Yatak altı Hastaneler için Kriterlerin Sıralanması 76
5.3. Bulanık CoCoSo Yöntemi ile Alternatiflerin Sıralaması 80
5.3.1. 100 Yatak üzeri Hastaneler için Kriterlerin Sıralanması 80
5.3.2. 100 Yatak altı Hastaneler için Kriterlerin Sıralanması 83
5.4. Sonuçların COPELAND Yöntemi ile Birleştirilmesi 85
5.4.1. 100 Yatak üzeri Hastaneler için Alternatiflerin Sıralanması 86
5.4.2. 100 Yatak altı Hastaneler için Alternatiflerin Sıralanması 87
SONUÇ 90
KAYNAKÇA 101

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Atık Bertaraf Teknolojilerinin Seçiminde Değerlendirilen Ekonomik Kriterler 28

Tablo 2. Atık Bertaraf Teknolojilerinin Seçiminde Değerlendirilen Çevresel Kriterler 30

Tablo 3. Atık Bertaraf Teknolojilerinin Seçiminde Değerlendirilen Teknik Kriterler... 31

Tablo 4. Atık Bertaraf Teknolojilerinin Seçiminde Değerlendirilen Ergonomik Kriterler 32

Tablo 5. Atık Bertaraf Teknolojilerinin Seçiminde Değerlendirilen Emisyon Kriterleri 33

Tablo 6. Atık Bertaraf Teknolojilerinin Seçiminde Değerlendirilen Sosyal Kriterler ... 34

Tablo 7. Tıbbi Atık Bertaraf Teknolojileri..... 35

Tablo 8. IMF-SWARA Yönteminde Kullanılan Üçgensel Bulanık Sayı Ölçeği 49

Tablo 9. Bulanık WASPAS Yönteminde Kullanılan Üçgensel Bulanık Sayı Ölçeği 52

Tablo 10. Bulanık CoCoSo Yönteminde Kullanılan Üçgensel Bulanık Sayı Ölçeği..... 55

Tablo 11. 100 Yatak üzeri Hastanelerde Çalışan Uzmanlara ait Demografik Bilgiler... 62

Tablo 12. 100 Yatak altı Hastanelerde Çalışan Uzmanlara ait Demografik Bilgiler 63

Tablo 13. 100 Yatak üzeri Hastaneler için KV1'e ait Ana Kriter Ağırlıkları..... 64

Tablo 14. 100 Yatak üzeri Hastaneler için Ana Kriter Ağırlıkları 64

Tablo 15. 100 Yatak üzeri Hastaneler için KV1'e ait Alt Kriter Ağırlıkları 65

Tablo 16. 100 Yatak üzeri Hastaneler için Alt Kriter Ağırlıkları 66

Tablo 17.100 Yatak üzeri Hastanelere ait Kriterlerin ait Global Ağırlıkların Hesaplanması 66

Tablo 18. 100 Yatak altı Hastanelerde Bulunan KV1'e ait Ana Kriter Ağırlıkları..... 68

Tablo 19. 100 Yatak altı Hastaneler için Ana Kriter Ağırlıkları..... 68

Tablo 20. 100 Yatak altı Hastanelerde Bulunan KV1'e ait Alt Kriter Ağırlıkları..... 69

Tablo 21. 100 Yatak altı Hastaneler için Alt Kriter Ağırlıkları 70

Tablo 22. 100 Yatak altı Hastanelere ait Kriterlerin Global Ağırlıkların Hesaplanması 70

Tablo 23. Kriterlerin Sıralanmasında KV'lere ait Demografik Bilgiler 72

Tablo 24. 100 Yatak üzeri Hastaneler için KV1'e ait Dilsel Değerler 73

Tablo 25. 100 Yatak üzeri Hastaneler için KV1'e ait Bulanık WASPAS Karar Matrisinin Oluşturulması 74

Tablo 26. 100 Yatak üzeri Hastaneler için KV1'e ait Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması 74

Tablo 27. 100 Yatak üzeri Hastaneler için KV1'e ait Ağırlıklı Toplam Matrisi 75

Tablo 28. 100 Yatak üzeri Hastaneler için KV1'e ait Ağırlıklı Çarpım Matrisi 75

Tablo 29. 100 Yatak üzeri Hastaneler için WASPAS Bulanık Değerlendirme Puanları ve Sıralaması 76

Tablo 30. 100 Yatak altı Hastaneler için KV1'e ait Dilsel Değerler 77

Tablo 31. 100 Yatak altı Hastaneler için KV1'e ait Bulanık WASPAS Karar Matrisinin Oluşturulması 78

Tablo 32. 100 Yatak altı Hastaneler için KV1'e ait Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması 78

Tablo 33. 100 Yatak altı Hastaneler için KV1'e ait Ağırlıklı Toplam Matrisi 79

Tablo 34. 100 Yatak altı Hastaneler için KV1'e ait Ağırlıklı Çarpım Matrisi 79

Tablo 35. 100 Yatak altı Hastaneler için Bulanık WASPAS Değerlendirme Puanları ve Sıralaması 79

Tablo 36. 100 Yatak üzeri Hastaneler için KV1'e ait Bulanık CoCoSo Karar Matrisinin Oluşturulması 81

Tablo 37. 100 Yatak üzeri Hastaneler için KV1'e ait Bulanık CoCoSo Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması 81

Tablo 38. 100 Yatak üzeri Hastaneler için Bulanık CoCoSo Yöntemine ait S_i ve P_i değerleri 82

Tablo 39. 100 Yatak üzeri Hastaneler için CoCoSo Bulanık Değerlendirme Puanları ve Sıralama 82

Tablo 40. 100 Yatak üzeri Hastaneler için CoCoSo Net Değerlendirme Puanları ve Sıralama 82

Tablo 41. 100 Yatak altı Hastaneler için KV1'e ait Bulanık CoCoSo Karar Matrisinin Oluşturulması 83

Tablo 42. 100 Yatak altı Hastaneler için KV1'e ait Bulanık CoCoSo Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması 84

Tablo 43. 100 Yatak altı Hastaneler için Bulanık CoCoSo Yöntemine ait S_i ve P_i değerleri 84

Tablo 44. 100 Yatak altı Hastaneler için CoCoSo Bulanık Değerlendirme Puanları ve Sıralama 85

Tablo 45. 100 Yatak altı Hastaneler için CoCoSo Net Değerlendirme Puanları ve Sıralama 85

Tablo 46. 100 Yatak üzeri Hastanelerde Bulanık WASPAS Yöntemi için İkili Karşılaştırma Matrisi 86

Tablo 47. 100 Yatak üzeri Hastanelerde Bulanık CoCoSo Yöntemi için İkili Karşılaştırma Matrisi 86

Tablo 48. 100 Yatak üzeri Hastaneler için COPELAND Skoru 87

Tablo 49. 100 Yatak altı Hastanelerde Bulanık WASPAS Yöntemi için İkili Karşılaştırma Matrisi 87

Tablo 50. 100 Yatak altı Hastanelerde Bulanık CoCoSo Yöntemi için İkili Karşılaştırma Matrisi 88

Tablo 51. 100 Yatak altı Hastaneler için COPELAND Skoru 88

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Türkiye'de Tehlikeli Atıkların Yönetiminde Uygulanan Yasal Düzenlemeler..14

Şekil 2. Yakma Teknolojisi 37

Şekil 3. Buhar Sterilizasyon 38

Şekil 4. Mikrodalga Teknolojisi 39

Şekil 5. Hidroklav Teknolojisi.....39

Şekil 6. Kimyasal Dezenfeksiyon 40

Şekil 7. Plazma Piroliz Teknolojisi.....41

Şekil 8. Düzenli Depolama Teknolojisi 42

Şekil 9. Kompostlama Teknolojisi.....43

Şekil 10. Gazlaştırma Teknolojisi.....43

Şekil 11. Derin Gömme Teknolojisi 44

Şekil 12. Geri Dönüşüm Teknolojisi.....45

Şekil 13. Üçgensel Bulanık Sayıların Üyelik Fonksiyonu 46

Şekil 14. Araştırma Metodolojisi.....61

KISALTMALAR LİSTESİ

AHP: Analitik Hiyerarşi Prosesi

BM: Birleşmiş Milletler

BKH: Binyıl Kalkınma Hedefleri

CEAP: Döngüsel Ekonomi Eylem Planı

CFP: Karbon Ayak İzi

CoCoSo: Kombine Uzlaşmacı Çözüm

ÇKKV: Çok Kriterli Karar Verme

DSÖ: Dünya Sağlık Örgütü

EEA: Avrupa Çevre Ajansı

EP: Avrupa Parlementosu

EWP: Üstel Ağrlıklı Ürün

EU: Avrupa Birliği Konseyi

HIV: İnsan Bağışıklık Yetmezliği Virüsü

IMF-SWARA: Geliştirilmiş Bulanık Adımlı Ağırlık Değerlendirme Oranı Analizi

IUCN: Uluslararası Doğayı Koruma Birliği

İSTAÇ: İstanbul Çevre Koruma ve Atık Maddeleri Değerlendirme Sanayi ve Ticaret A.Ş.

KV: Karar Verici

OECD: Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü

SAW: Basit Eklemeli Ağırlıklandırma

SWARA: Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi

UNEP: Birleşmiş Milletler Çevre Programı

UNFCCC: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi

WASPAS: Ağırlıklı Birleşik Toplu Çarpım Değerlendirmesi

WHO: Dünya Sağlık Örgütü

WSM: Ağırlıklandırılmış Toplam Modeli

WPM: Ağırlıklandırılmış Çarpım Modeli

WWF: Dünya Doğayı Koruma Vakfı

GİRİŞ

Tıbbi atıklar, insan ve hayvan hastalıklarının teşhis ve tedavisi ile bilimsel araştırma, biyolojik üretim tesislerinde üretilen atıkları ifade etmekte olup; hastane, muayenehane, laboratuvar, kan transfüzyon merkezlerinde yaygın olarak üretilen geniş bir atık kategorisini oluşturmaktadır (Tudor vd., 2007, s. 5). Tıbbi hizmetlerde dünya çapında yaşanan gelişmeler, atık miktarını arttırmaktadır (Torkashvand vd., 2022, s. 3). Hava kirliliği, iklim değişikliği ve biyolojik çeşitlilikteki azalma; toplumsal sağlık ile çevresel güvenlik üzerinde artan düzeyde riskler yaratmaktadır. Bu tehditler, sağlık kuruluşlarının neden olduğu yüksek hacimli atık üretimi ve yükselen karbon salımıyla birlikte daha karmaşıklaşmaktadır. Söz konusu çevresel sorunlar, sağlık hizmetleri kapsamında üretilen yüksek düzeyde atık ve artan karbon ayak izi ile daha da derinleşmektedir. Bu nedenle sağlık sistemlerinin çevresel sürdürülebilirlik ilkeleri kapsamında yeniden yapılandırılması, hem çevresel hem de sağlık politikaları açısından kritik bir ihtiyaç haline gelmiştir.

Toplumu bulaşıcı hastalıklardan koruma ihtiyacından yola çıkan tıbbi atık yönetimi, küresel öneme sahip bir konu haline gelmektedir (Aung vd., 2019, s. 6). İnsan ve çevre sağlığına yönelik büyük tehdidi nedeniyle en tehlikeli atıklardan biri olarak sınıflandırılan tıbbi atıkların imha edilmesi hususu; sağlık sektörü çalışanlarının en büyük sorunlarından biridir (Ju vd., 2020, s. 1). Tıbbi atıklarla ilgili bu ciddi ve tehlikeli durum; yasa koyucuların, bu tür atıkların yönetimini düzenleyen çerçeve hakkında katı bir politik yaklaşım benimsemelerine, tıbbi atıkların güvenli yönetimi de dâhil olmak üzere bir dizi uluslararası anlaşma ve sözleşmeleri onaylamasına neden olmuştur (Makan ve Fadili, 2020, s. 4).

Atık yönetiminin çevresel, ekonomik ve halk sağlığı yönünden birçok etkisi bulunmaktadır. Birleşmiş Milletler'in (BM) kentleşme eğilimleri ile ilgili verilerine göre, 2050 yılına kadar dünya nüfusunun yaklaşık %70'inin kentsel alanlara yerleşeceği tahmin edilmektedir. Bu demografik değişim nedeniyle atık yönetimi sistemleri ile ilgili benzeri zorluklarla karşı karşıya kalınacağı, kentsel nüfusun kırsal nüfusa göre kişi başına daha fazla atık üretme eğilimine gireceği tahmin edilmektedir. Dünya Bankası verilerine göre,

küresel yıllık atık üretiminin 2050 yılına kadar 2016 seviyelerine göre %70 artarak yaklaşık 3,4 milyar metrik tona ulaşması öngörülmektedir (Kaza vd., 2018, s. 5).

İklim değişikliği; hem doğal iç ve dış süreçler hem de insan faaliyetleri sonucunda meydana gelebilen, çevresel faktörlerdeki uzun dönemli değişiklik ve bozulmaların tetiklediği, iklimsel model değişiklikleri olarak tanımlanmaktadır (Rodríguez Jiménez, 2023, s. 2831). Bu değişiklikler, ülkeleri sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik önlemleri almaya zorlamıştır. Sera gazları, sıcaklıkların artmasından sorumlu olan atmosferik gazlardan oluştuğu için minimum düzeyde tutulması gerekmektedir. Sera gazının karbondioksit ile metan gazı içermesi nedeniyle, bu gazlara ait emisyonlar; belirli bir endüstri için karbon ayak izi ölçümü ile hesaplanabilmektedir. Sağlık sektörü önemli bir ekonomik faaliyet yaratması nedeniyle, sera gazı oranında artışa neden olabilmektedir (Nagai, 2024, s. 2).

Tıbbi atık yönetiminde sürdürülebilirlik kavramı; kaynakların verimli kullanılması, döngüsel ekonomi ile ilgili ilkelerinin uygulanması ve sera gazı emisyonlarının düşürülerek gelecek nesiller için yaşanabilir çevre koşullarını sağlamayı amaçlamaktadır. Sürdürülebilir sağlık hizmetleri; sağlık sisteminin çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlarını dikkate alarak; kaynakların etkin kullanımı, hizmet kalitesi ve gelecek nesiller için sağlık hizmetlerinin sürekliliğini amaçlayan bütüncül bir kavramdır. Yaşam döngüsü analizleri, tıbbi atıkların çevresel etkilerini değerlendirilerek en uygun bertaraf stratejilerinin belirlenmesinde rol oynamaktadır (Akdemir, 2021, s. 369).

Sürdürülebilir atık yönetimi, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin karşı karşıya olduğu zorluklardan biridir. Sürdürülebilir atık yönetimi stratejileri ile atığın kaynağında oluşumunun azaltılması, geri dönüşüm oranlarının artırılması ve bertaraf işlemine olan ihtiyacın azaltılması amaçlamaktadır. Sağlık sektörü; elektrik, ilaç, su, gıda ve sarf malzeme gibi çeşitli kaynakların yoğun biçimde tüketerek atık ve karbon ayak izi miktarı ile çevresel zarara neden olmaktadır (Sürme vd., 2025, s. 29).

Çevresel endişelerin artması ile birlikte sağlık hizmet sunumunda sürdürülebilir uygulamaların benimsenmesi hususunun isteğe bağlı değil, sorumlu sağlık hizmeti yönetiminin önemli bir bileşeni haline geldiği görülmektedir. Bu nedenle; hastanelerde enerji verimliliği, su tasarrufu, atık yönetimi ve sürdürülebilirlik uygulamalarının benimsenmesi, sürdürülebilir atık yönetiminin temel bileşenlerini oluşturmaktır (ElSafty,

2025, s.122). Sağlık kuruluşları, çevresel sürdürülebilirlik uygulamaları kapsamında yürüttükleri politikalarla, karbon salımlarını azaltma yönünde çeşitli önlemler alabilmektedir. Özellikle hasta ulaşımının sınırlandırılması, çevre dostu üreticilerden satın alınan malzemelerin kullanılması gibi uygulamalar; karbon ayak izi ve emisyon miktarının azaltılmasına katkıda bulunmaktadır (Selvakumar, 2025, s. 454). Sürdürülebilir sağlık hizmetleri kapsamındaki bu uygulamalar sektöre yenilikçi çözümlerin geliştirilmesine imkan sağlamakta, sağlık kurumlarının çevre örgütleri ve yerel topluluklar ile kuracağı iş birlikleri ile sürdürülebilir toplumsal fayda üretme potansiyelini artırmaktadır.

Küresel çerçevede çevre sorunlarının başında gelen atık kirliliği ile ilgili konular, artan sanayileşme, nüfus ve kentleşme ile daha da kritik bir hal almaktadır. Bu doğrultuda, sürdürülebilir atık yönetimi, çevresel etkileri azaltmakla kalmayıp; sosyal sorumluluk ve ekonomik verimliliği teşvik eden bir yaklaşımı da ifade etmektedir. Tıbbi atıkların kaynağında azaltılarak yeniden kullanım ve geri dönüşüm gibi yöntemler ile atıkların çevreye olan etkisi azaltılarak, bertaraf süreçlerinin sistematik bir şekilde gerçekleştirilmesi sağlanabilmektedir.

Literatür taramasında, bertaraf teknolojileri ile ilgili değerlendirmelerde yalnızca ekonomik sürdürülebilirlik göstergelerine değil; aynı zamanda çevresel etki, sosyal kabul ve teknik yeterlilik gibi çok boyutlu kriterlere de yer verildiği görülmektedir. Bu durum, ÇKKV yöntemlerinin sürdürülebilir atık yönetimiyle entegrasyonuna olan ihtiyacı ön plana çıkarmaktadır (Demirtaş ve Korkmazer, 2016, s. 305).

Sürdürülebilir atık bertaraf teknolojilerinin yaygınlaştırılmasındaki başlıca hedef; atıkları ekonomik sürece kazandırarak çevre ve insan sağlığına zarar vermesinin önlenebilmesi, böylelikle gelecek nesillerin yaşam hakkını korunmasıdır (Tamkoç vd., 2024, s. 499). Bu husus, çevre sağlığı açısından olumlu etkiye sahip olmakla birlikte; çevresel risklere karşı duyarlı olan nüfus grupları açısından da önem arz etmektedir.

Tehlikeli atıkların uygun şekilde bertaraf edilmesi hususu, ekosistemler ve insan sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır (Ömürbek vd., 2019, s. 132). Sürdürülebilir atık bertaraf teknolojilerinin seçimi ile ilgili değerlendirmeler; kaynak verimliliğinin arttırılması, çevresel etkilerin azaltılması ve iklim değişikliği ile mücadele yönünden büyük öneme sahiptir. Atık yönetiminde kullanılacak olan teknolojilerin teknik

yeterliliklerinin yanında; çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlarının da dikkate alınması gerekmektedir. Yanlış bertaraf teknoloji seçimi hem ekonomik kayıplara yol açabilmekte hem de çevreyi geri dönüşü zor şekilde kirlenmesine neden olabilmektedir.

Dünya genelinde çeşitli atık bertaraf teknolojileri kullanılmakta olup; atık hacminin %90'a varan oranda azaltılması ve açığa çıkan ısının enerji üretiminde de kullanılabilmesi nedeniyle en çok tercih edilen teknoloji yakmadır. Ancak yakma teknolojisi; atıkların açık alanda yakılması, zararlı kalıntı ve emisyonlar nedeniyle çevresel risk oluşturmaktadır. Bu nedenle, sağlık kuruluşlarından kaynaklanan tıbbi atıkların, sürdürülebilir alternatif yöntemlerle bertaraf edilmesi gerekmektedir (Chisholm vd., 2021, s. 1150).

Yanlış bertaraf teknolojileri ile ilgili seçimlerin uzun vadede ekolojik tahribata, yüksek karbon ayak izi oranına, toksik kalıntılara ve kaynak israfına neden olabileceği, özellikle gelişmekte ülkelerde; eğitimsiz personel, yetersiz finansman ve altyapı eksikliği nedeniyle bu sorunların büyüdüğü görülebilmektedir (Cingöz ve Tinni, 2020, s. 381). Atıklar, kontrolsüz şekilde atıklara tahsis edilmemiş alanlara bırakılarak karasal ekotoksisiteye ve su ekosistemlerinde toksik etkilere yol açabilmektedir. Bu durum insan sağlığı üzerinde risk oluşturan etkin patojenlerin çevreye yayılmasına neden olabilmektedir (Salman vd., 2024, s. 36).

Araştırmanın temel amacı, sürdürülebilir tıbbi atık bertaraf teknolojilerinin seçiminde; çevresel, ekonomik, teknik, ergonomi, emisyon ve sosyal kriterleri bütüncül bir yaklaşımla ele alarak; karar destek sürecine katkı sağlamaktır. Araştırma hem teorik düzeyde sürdürülebilir atık yönetimi ile ilgili literatüre katkı sağlamayı hem de uygulayıcılar için somut öneri ve karar destek modellerini geliştirmeyi amaçlamaktadır. 2020 sonrası literatür çalışmalarına bakıldığında, pandemi koşullarının etkisiyle, tıbbi atık miktarında artış yaşandığı görülmektedir. Bu nedenle sürdürülebilir atık bertaraf teknolojilerinin gözden geçirilmesi hususu önem teşkil etmektedir (Özbek ve Oğuz, 2024, s. 566).

COVID-19 pandemisi ile birlikte dünyada sağlık hizmetlerine olan yoğun talep, tıbbi atık miktarında olağanüstü bir artışa neden olmuş ve mevcut atık bertaraf sistemlerine ait kapasiteyi zorlamıştır. Pandeminin başladığı yer olan Çin'in Wuhan kentinde, günlük ortalama 40 ton olan tıbbi atık hacmi, 240 tona kısa sürede yükselerek bölgenin günlük 49 tonluk bertaraf kapasitesini aşmıştır (Hantoko vd., 2021, s. 2). Tüm bu faktörler göz

önüne alındığında, sürdürülebilir tıbbi atık bertaraf teknolojilerinin seçimi yalnızca teknik bir tercih değil; aynı zamanda ekonomik, çevresel ve toplumsal sorumluluk alanını da kapsayan çok boyutlu bir süreçtir. Bu nedenle araştırmanın politika üreticileri, karar vericiler ve yasa uygulayıcı kurumlar için sürdürülebilir atık bertaraf teknolojileri ile ilgili alternatiflerin belirlenmesine katkı sağlaması amaçlanmaktadır.

Araştırmada, sürdürülebilir tıbbi atık bertaraf yöntemlerinin seçiminde kullanılmak üzere İstanbul ilinde faaliyet gösteren 100 yatak üzeri 19 özel hastane ve 100 yatak altı 16 özel hastanede çalışan uzmanlardan veri toplanmıştır. Toplanan veriler; Hastane Yöneticisi, Tıbbi Atık Yöneticisi, Otelcilik ve Destek Hizmetleri Müdürü ve Teknik Hizmetler Müdürü konumundaki uzmanlar tarafından çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri ile değerlendirilmiştir. İstanbul ilinde faaliyet gösteren 35 özel hastaneden elde edilen veriler 2023 yılına aittir.

Araştırmada, sürdürülebilir atık bertaraf teknolojilerinin değerlendirilmesinde kullanılan kriterler, güncel literatür doğrultusunda belirlenmiştir. Ana kriterler ve buna bağlı alt kriterlerin göreli önem derecelerinin belirlenmesinde, IMF-SWARA (Geliştirilmiş Bulanık Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi) yöntemi tercih edilmiştir. IMF-SWARA yöntemi, karar vericilerin önceliklerinin tutarlı ve sistematik bir şekilde ağırlıklandırılmasına olanak tanıyan bir ÇKKV yöntemidir (Akpınar, 2022, s. 110).

Alternatiflerin sıralanmasında bulanık WASPAS (Ağırlıklı Birleşik Toplu Çarpım Değerlendirmesi) ve bulanık CoCoSo (Kombine Uzlaşmacı Çözüm) yöntemleri kullanılmıştır. Bulanık WASPAS ve bulanık CoCoSo yöntemleri, belirsizliklerin etkin biçimde yönetilmesi amacıyla ÇKKV süreçlerinde yararlanılan güçlü yöntemlerdir. Bulanık WASPAS yöntemi, hem ağırlıklı toplam (WSM) hem de ağırlıklı çarpım (WPM) modellerini bütünleştiren ve belirsizlik ortamlarında sezgisel değerlendirmelerin daha doğru şekilde modele dahil edilmesine olanak tanıyan bir yöntemdir (Mishra ve Rani, 2021, s. 2480). Bulanık CoCoSo yöntemi ise hem maliyet hem de fayda kriterlerini aynı anda değerlendirme esnekliğine sahip olan ve alternatifleri; maksimum etki, ağırlıklı skor ve ortalama skor olarak üç farklı şekilde değerlendiren güvenilir ve tutarlı bir sıralama sunan bir yöntemdir (Ortíz-Barrios vd., 2023, s. 3). Bu nedenle her iki yöntem de sürdürülebilirlik temelli ÇKKV problemlerinde yaygın olarak tercih edilebilmektedir.

Araştırma kapsamında, bulanık WASPAS ve bulanık CoCoSo yöntemleri ile alternatiflere ilişkin karar matrislerinin oluşturulmuş ve kriter türüne bağlı olarak normalizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Sonraki aşamada ise yöntemlerin matematiksel formülleri üzerinden nihai skorların elde edilmesi suretiyle alternatiflerin sıralamasını yapılmıştır. Bulanık WASPAS ve bulanık CoCoSo yöntemleri ile elde edilen sıralama sonuçları, son aşamada COPELAND yöntemi ile bütünleştirilmiştir. COPELAND yöntemi, çoklu sıralama çıktılarının karşılaştırmalı üstünlük analizine dayalı olarak birleştirilmesine olanak tanıyan bir yöntem olduğundan; birden fazla yöntem ile elde edilen sonuçların bütünleştirilerek daha dengeli ve güvenilir bir karar seti oluşturulmasına olanak tanımaktadır (Arslan ve Bircan, 2020, s. 117). Son bölümde, karar vericilerin değerlendirmeleri neticesinde elde edilen sonuçlar, 100 yatak üzeri ve 100 yatak altı hastaneler kapsamında karşılaştırılmıştır.

1. SAĞLIK KURULUŞLARINDA ATIK YÖNETİMİ

Güvenilir bir tıbbi atık yönetim sisteminin sağlanması, sağlık kurumları ve topluluklar için temel çevre sorunlarından biridir (Ju vd., 2020, s. 1). Sağlık tesislerinde üretilen tıbbi atıklar, hastalıkların bulaşma potansiyeli nedeniyle bulaşıcı, toksik ve öldürücü olabilmektedir (Aung vd., 2019, s. 733). Salgın hastalıklar genellikle çok kısa bir süre içinde enfeksiyonların görülme oranında artışa neden olabilmektedir. Hastalığın yayılımının kontrol altına alınması ile ilgili hususlar; tıbbi personel, tıbbi malzeme, sağlık tesisleri gibi çeşitli kaynaklara olan talebin artmasına neden olmaktadır (Liu vd., 2020, s. 6).

Tıbbi atık miktarındaki artış, atıkların yanlış şekilde toplanması veya bertaraf edilememesi durumunda hastalıkların yayılmasını hızlandırabilir (Liu ve Zhang, 2016, s. 841). Tehlikeli atıkların bertarafı ile ilgili maliyetlerdeki yüksek farklılıklar nedeniyle tehlikeli olmayan atıkların tehlikeli atıklardan ayrılması gerektiği hususu; sağlık tesislerinde önemli bir ekonomik faktördür (Askarian vd., 2010, s. 2321). Atık bertarafı ile ilgili maliyetlere ek olarak, tehlikeli atıkların hastanelerden güvenli bir şekilde bertaraf edilebilecekleri sahalara taşınması ile sermaye, bakım, kullanım ve yönetim giderleri gibi ek maliyetleri de bulunmaktadır (Olaifa vd., 2018, s. 137).

Hastanelerden kaynaklı tıbbi atıklar, patojenlerin yok edilmesi ve hastalık yapıcı mikroorganizamaların yok edilmesi ihtiyacından dolayı önemli bir husustur (Klemes vd., 2020, s. 1). Dünya çapındaki COVID-19 vaka sayısındaki artışa paralel olarak atık miktarının artması ile birlikte etkili bir atık yönetim sistemine olan ihtiyaç artmıştır (Yu vd., 2020, s. 4).

1.1. Atık Tanımı

Atık kavramı literatürde farklı şekilde tanımlanmıştır (Ertaş ve Güden, 2019, s. 54). Atık; bertaraf edilen veya bertaraf edilmesi amaçlanan, ulusal hukuk hükümlerine göre bertaraf edilmesi gereken madde veya nesnelerdir (Pongrácz ve Pohjola, 2017, s. 142). Atık kavramı, Türkiye'de ilk kez 1983 tarihli 2872 sayılı Çevre Kanunu'nda ifade edilmiş olup; adı geçen Kanun hükmüne göre; herhangi bir faaliyetin sonunda çevreye bırakılan ya da

atılan zararlı madde olarak tanımlanmıştır. Atıklar, bertaraf edilmesi amaçlanan radyoaktif maddeler dışında bulunan maddelerdir (OECD, 2009, s. 39).

1.2. Sağlık Kuruluşu Kaynaklı Atık Çeşitleri

Genel olarak sağlık kuruluşu kaynaklı tıbbi atıklar; birinci basamak sağlık tesisleri, laboratuvar, morg, otopsi merkezleri, laboratuvar, kan bankaları, bakım evleri ve diğer tıbbi kurumlar tarafından üretilen atıklar olarak kabul edilmektedir (Pepin vd., 2014, s. 3). Tıbbi atıklar, radyasyon atıklarından sonra dünya çapında ikinci en tehlikeli atık olarak değerlendirilmektedir (Al- Khatib vd., 2009, s. 1).

1.2.1. Tıbbi atık

Resmi Gazete'de 25.01.2017 tarih ve 29959 sayı ile yayımlanarak yürürlüğe giren Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinin 4 üncü Maddesine göre tıbbi atık; sağlık kurumlarından kaynaklanan atık, evsel nitelikli atık, tıbbi atık, tehlikeli atık ve radyoaktif atık olarak sınıflandırmaktadır (Resmi Gazete, 2017).

1.2.1.1. Patolojik Atık

Patolojik atıklar; otopsi, cerrahi veya diğer medikal işlemler sonucu oluşan, genellikle vücut parçaları, organlar ve dokular gibi biyolojik materyalleri içeren tehlikeli atık türleridir (Ertaş ve Güden, 2019, s. 63). Tıbbi atıklar arasında yer alan patolojik atıklar, enfeksiyon riski taşıyan ve özel yöntemlerle bertaraf edilmesi gereken biyolojik materyallerdir (Terzi ve Yüce, 2017, s. 59).

1.2.1.2. Kesici ve Delici Atık

Gelişmekte olan ülkelerde hepatit, HIV, kolera, tifo ve solunum komplikasyonları gibi bulaşıcı hastalıklar içeren kontamine kesici aletlerin açık bir şekilde çöpe atıldığı rapor edilmiştir (Zar vd., 2020, s. 74). Üretilen tıbbi atıkların yaklaşık %4' ünün enjektör ve diğer tüm tıbbi girişim iğneleri, lanset, kapiller tüp, bisturi, bıçak, serum seti iğnesi, cerrahi sütur iğneleri, biyopsi iğneleri, intraket, kırık cam, ampul, lam-lamel, kırılmış cam tüp gibi batma, delme, sıyrık ve yaralanmalara neden olabilecek kesici ve delici atıklardan oluştuğu tespit edilmiştir (Singh vd., 2021, s. 12 ; Akkajit vd., 2020, s. 4).

1.2.1.3. Enfeksiyöz Atık

Uygun şekilde bertaraf edilmesi gereken, enfeksiyon yapıcı etki taşıdığı bilinen ya da enfeksiyon taşıması muhtemel olan kan ve kan ürünleri dahil olmak üzere her çeşit vücut sıvısı, insan dokusu ve bu tür materyallerin bulaştığı çarşaf, eldiven, örtü, tampon, tek kullanımlık maske (Mihai, 2020, s. 2) enfeksiyöz atık olarak kabul edilmektedir (Sari vd., 2021, s. 63).

1.2.2. Evsel Nitelikli Atık

Sağlık hizmetlerine ait katı atıkların yaklaşık %75-90'ı (Ferreira vd., 2012, s. 2657) evlerde üretilen ve bu nedenle tehlikeli olmayan veya genel sağlık hizmetleri atıkları olarak sınıflandırılmakta olup; tıbbi ve sağlık tesislerinin idari, mutfak ve temizlik hizmetlerinden kaynaklanmaktadır (Das vd., 2021, s. 3).

1.2.3. Tehlikeli Atık

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)'ye göre farklı sağlık tesislerinden kaynaklanan atıkların yaklaşık %75-90'ı tehlikesiz, geri kalan %10-25'i ciddi çevre ve sağlık riskleri oluşturan tehlikeli atık olarak adlandırılmaktadır (WHO, 2017, s. 27). Tehlikeli atıklar arasında çevre ve iş sağlığı risklerine neden olabilecek bulaşıcı, radyoaktif, toksik veya genotoksik maddeler yer almaktadır (Ali vd., 2017, s. 5).

1.2.4. Radyoaktif Atık

Vücut dokusu ve sıvısının, organların görüntülemesi ve tümör lokalizasyonu ile araştırma ve tedavi prosedürlerinden üretilen radyonüklidlerle kontamine olmuş sıvı, katı ve gaz halindeki atıklardır (Sancho vd., 2013, s. 111).

1.3. Tıbbi Atık Yönetimi

Tıbbi atık yönetimi, gelişmekte olan ekonomilerde karmaşık ve zorlu bir sorun haline gelmiştir. Etkin bir atık yönetimi; yürürlükte olan mevzuatlara uygun hareket edilmesi koşulu ile atıkların bertaraf edilmesi esnasında, insan ve çevreye zararlı etkilerin minimum seviyede tutulması ve atık miktarının asgari seviyeye indirilmesini amaçlamaktadır. Bertaraf edilecek atık miktarı ne kadar az olursa atık yönetimi o derece etkili olmaktadır (Ertaş ve Güden, 2019, s. 59). Tıbbi atık yönetimi, çözümleri destekleyecek eğitim, farkındalık ve finansal kaynakların eksikliği nedeniyle daha da

büyüyen bir konudur. Bu atıkların toplanması ve bertaraf edilmesi halk sağlığı ve çevre sağlığı açısından sağlık risklerini doğrudan etkileyebileceğinden büyük önem taşımaktadır (Birpınar vd., 2009, s.446).

Atıkların tanımlanması, toplanması, sınıflandırılması, depolanması, taşınması, arıtılması ve bertarafını etkin şekilde yönetebilecek bir düzenleyici sistemin kurulması gerekmektedir. Ancak tıbbi atık yönetimi sadece yasal bir görev değil, kazaları ve çevre kirliliğini azaltmaya yardımcı olabilecek sosyal bir sorumluluk şeklinde de ele alınmalıdır (Anatolia ve Wirawan, 2022, s. 3951). DSÖ'nün tıbbi atık yönetimine ilişkin bölgesel çalıştay raporuna göre (WHO, 2017, s. 27), tıbbi atık bertarafından sorumlu çalışanların bilinç ve eğitim eksikliği, gelişmekte olan ülkelerin karşılaştığı en büyük zorluklardan biri olarak tanımlanmıştır. Söz konusu raporda, atıkların taşınması, arıtılması hususunun sağlık çalışanlarının bilgi ve eğitiminden etkilendiğini belirtilmiştir (Aung vd., 2019, s. 741). Tıbbi atıkların bertarafı, geri dönüşümü için ayırma, depolama, toplamanın planlanması ve enerji geri kazanımını kolaylaştırmak amacıyla alternatif teknolojilerin benimsenmesi gerekmektedir (Sangkham, 2020, s. 16). Ancak atık yönetimi hiyerarşisini teşvik eden mevcut Avrupa düzenlemeleri; politika, finansal mekanizma, teknoloji seçimi ve paydaş katılımına bağlı çok sayıda atık yönetimi uygulamalarını içermektedir (Zito, 2009, s. 16).

1.3.1. Tıbbi Atıkların Minimizasyonu

Atıkların dezenfekte edilmesi, uygun şekilde ayrıştırılması ve yerinde arıtılması; sağlık hizmetlerinde atık yönetiminin daha sağlıklı olmasını sağlayabilmektedir (Das vd., 2021, s. 7). Çevrenin korunması ve sosyo-ekonomik fayda dahilinde tıbbi atık miktarının azaltılması ile kaynak kullanımının en aza indirilerek kaynakların verimli kullanılması, etkili tıbbi atık yönetiminin önemli hedeflerinden biridir (Le vd., 2022, s. 6).

1.3.2. Tıbbi Atıkların Kaynağında Ayrı Toplaması

Tıbbi ortamda atıkların ayrıştırılmasına yönelik uygulanan sistemlerin sayısı az olduğundan, ayrıntılı olarak geliştirilmesi gerekmektedir (Pires vd., 2011, s. 1038). Atıkların ayırma işlemi; tehlikesiz atıkların tehlikeli atıklarla karışmasını önlemeye yarayan, atık akışının toksisitesi ve hacmini azaltan bir işlem olup; atıkların taşınmasını kolaylaştıran bir işlemdir. Bu yöntemle atıklar miktarına, bileşimine ve atık akışının

bertaraf yöntemine bağlı olarak ayrılmaktadır (Shareefdeen, 2012, s. 1626). Farklı kategorilerdeki tıbbi atıkların ayrıştırılması ile bulaşıcı ve patolojik atıklar ile kesici aletlerin farklı kaplarda ayrıştırılması, bu uygulamaya örnek olarak gösterilebilir (Mazzei ve Specchia, 2023, s. 9). Hastanelerde her tıbbi atık türü için biyolojik tehlike etiketi taşıyan; kapalı, su geçirmez ve aynı renkte kaplar bulunması, konteynerlerin boyutunun üretilen atığın hacmine bağlı olması, kullanılmış iğneler için özel tasarlanmış kaplar kullanılması; ayırma, paketleme, etiketleme ve işaretleme sistemi gibi kategorilere ayrılması işlemi de bu uygulamaya örnek teşkil etmektedir (Le vd., 2022, s. 6).

1.3.3. Tıbbi Atıkların Dezenfeksiyonu

Tıbbi atıkların toksisitesini azaltmak ve virüsün etrafa yayılımının engellenmesi için kapalı bir sistem içinde kimyasal dezenfektanların (örn. klor dioksit, sodyum hipoklorit veya perasetik asit) kullanılması işlemidir (Luca vd., 2008, s. 218; Bekmezci ve Ayas, 2023, s. 77). Katı atıkların dezenfeksiyon işleminden önce ya da dezenfeksiyon sırasında atık partikül yüzeyleri ile dezenfektan arasında iyi temas sağlayabilmek için parçalanmaları gerekmektedir.

1.3.4. Tıbbi Atıkların Depolanması

Tıbbi atıkların sağlık kurumlarında depolanması ve bertaraf edilmesine kadar geçen sürede taşınması iki farklı riski barındırmaktadır (Taslimi vd., 2020, s. 1). Bunlardan ilki, tehlikeli tıbbi atıkların depolanması ile ilgili mesleki riski içerirken; ikincisi, tehlikeli maddelerin taşınmasıyla ilişkili kamu riskini içermektedir (Shih ve Lin, 2003, s. 80). İnsan dokuları dışındaki tüm ayrıştırılmış atıklar, nihai bertaraf için saha dışı arıtma tesislerine nakledilmeden önce daha büyük bir tıbbi atık konteynerine aktarılmaktadır (Jang vd., 2005, s. 4).

1.4. Tıbbi Atıkların Bertarafı

Yetersiz finanse edilen sağlık sistemleri, yetersiz eğitim uygulamaları ve tıbbi atıkların işlenmesine ilişkin politika ve mevzuat konusundaki farkındalık eksikliği; atıkların uygunsuz şekilde bertaraf edilmesine yol açmaktadır (Chisholm vd., 2021, s. 1250). Sağlık kuruluşundan gelen tıbbi atıkların başlıca bertaraf seçeneği yakma işlemidir. Tıbbi atıkların bertaraf edilmesinde kullanılan yöntemlerin %90'ı saha dışında; geriye kalan

atıklar %10'u ise tesis içi yakma fırınları veya buhar sterilizasyon tesisleri tarafından bertaraf edilmektedir (Jang vd., 2005, s. 5).

1.5. Türkiye'de Tıbbi Atık Mevzuatı ve Uluslararası Yasal Düzenlemeler

Türkiye'de atıkların kontrolü; Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 25.01.2017 tarih ve 29959 sayı ile Resmi Gazete'de yürürlüğe giren Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliğine göre düzenlenmiş olup; söz konusu yönetmelik, Avrupa Yeşil Mutabakatı doğrultusunda 2022 yılında güncellenmiştir. Adı geçen yönetmeliğe göre tıbbi atık; sağlık kurumlarından kaynaklanan atıklar, evsel nitelikli atık, tıbbi atık, tehlikeli atık ve radyoaktif atık olarak sınıflandırmaktadır. Tıbbi atıklar ise ünitelerden kaynaklanan enfeksiyöz, patolojik ve kesici-delici atıkları kapsamaktadır. Enfeksiyöz atıklar; enfeksiyon yapıcı etkenleri taşıdığı bilinen, başta kan ve kan ürünleri olmak üzere her türlü vücut sıvısı, insan dokuları, organları, anatomik parçaları, otopsi materyali, plasenta, fetus ve bu tür materyal ile bulaşmış eldiven, örtü, çarşaf,bandaj, flaster, tamponlar ve benzeri atıkları kapsamaktadır. Patolojik atıklar; cerrahi girişim, otopsi, anatomi veya patoloji çalışması sonucu ortaya çıkan dokuları, organları ve vücut sıvılarını oluşturmaktadır. Kesici-delici atıklar ise enjektör ve diğer tüm tıbbi girişim iğneleri, lanset, kapiller tüp, bisturi, bıçak, serum seti iğnesi, biyopsi iğneleri, batma, delme, sıyrık ve yaralanmalara neden olabilecek atıklar olarak tanımlanmıştır (Resmi Gazete, 2005). Tehlikeli atık yönetiminde uygulanmakta olan ulusal mevzuatı, tehlikeli atık üreticileri ve taşıma ile bertarafı yapan yetkili birimlerin sorumlulukları çerçevesinde ele almak mümkünolmaktadır (Haksevenler, 2023, s. 56).

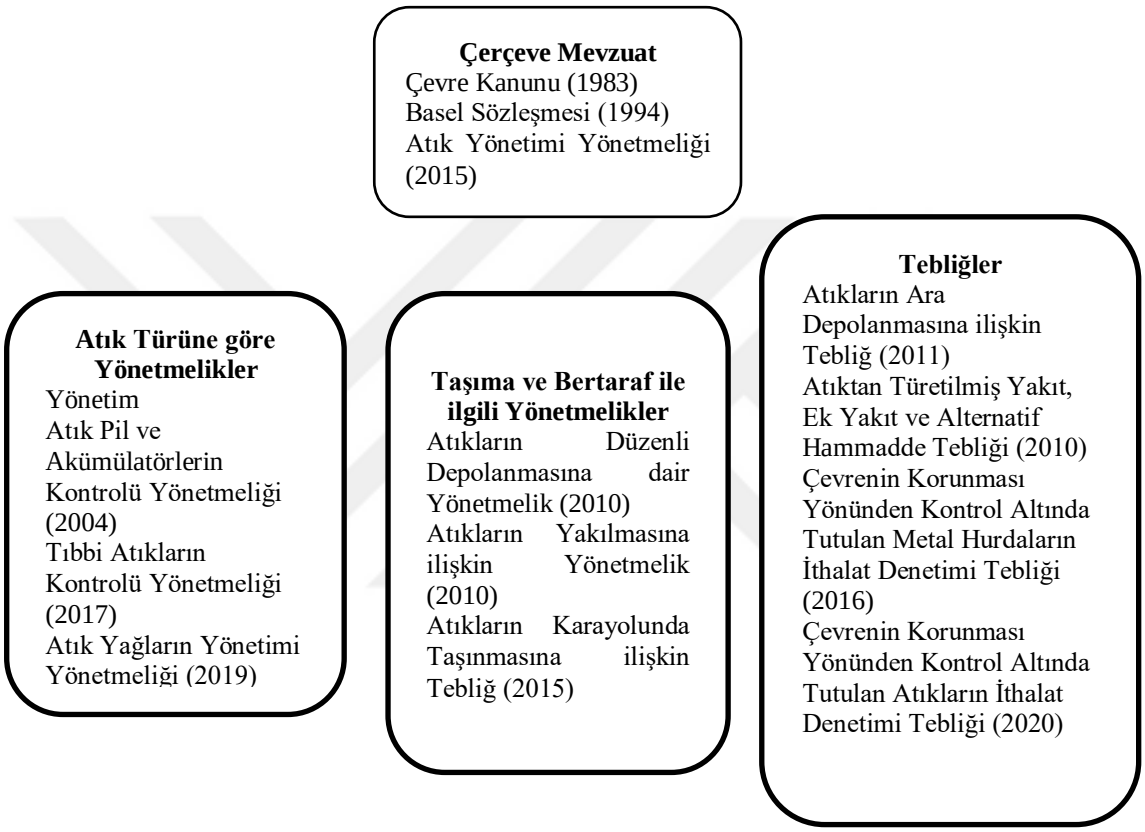
Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliğine göre genel olarak atıkların kaynağında ayrı toplanması ve geçici depolanması sorumluluğu sağlık kuruluşlarına; atıkların geçici atık depolarından alınarak taşınması, sterilizasyon işlemine tabi tutulması ve bertaraf edilmesi konularındaki sorumluluklar ise belediyelere aittir. Söz konusu yönetmeliğin 9. maddesinde sağlık kuruluşları;

- Atıkları kaynağında en aza indirecek sistemi kurmakla,
- Tıbbi atıkların toplanması, taşınması ve bertarafı amacıyla ilgili belediye ile protokol yapmakla,

- Tıbbi atıkların ayrı toplanması, sağlık kuruluşu içinde taşınması ve geçici depolanması ilebir kaza anında alınacak tedbirleri içeren tıbbi atık yönetim planını hazırlamak ve uygulamakla,
- Tıbbi atık ve diğer atıkları birbiriyle karıştırmadan kaynağında ayrı toplamakla,
- Herhangi bir kimyasalla muamele görmüş patolojik atıkları diğer tıbbi atıklardan ayrı toplamakla (Birpınar vd., 2009, s. 446),
- Tıbbi atıkları toplarken teknik özellikleri bu yönetmelikte belirtilen torba ve kapları kullanmakla,
- Günlük 1 kilogramdan fazla tıbbi atık üretmesi durumunda tıbbi atıklarını UATF düzenleyerek, günlük 1 kilograma kadar tıbbi atık üretmesi durumunda ise tıbbi atık alındı belgesi/makbuzu kullanarak teslim etmekle (Öden, 2021, s. 98),
- Ayrı toplanan tıbbi atıkları sadece bu iş için tahsis edilmiş kapaklı konteyner/kap/kova iletıbbi atık geçici deposuna/konteynerine taşımakla,
- Günlük 50 kilogramdan fazla tıbbi atık üretmesi durumunda tıbbi atık geçici deposu tesis etmekle, günlük 50 kilograma kadar tıbbi atık üretmesi durumunda geçici tıbbi atık konteyneri bulundurmakla, günlük 1 kilograma kadar tıbbi atık üretmesi durumunda ise en yakın veya en uygun tıbbi atık geçici deposuna/konteynerine götürmek veya bu atıkları tıbbi atık toplama aracına vermekle,
- Tıbbi atıkların yönetimiyle görevli personelini periyodik olarak eğitmekle/eğitimini sağlamakla,
- Tıbbi atıkların yönetimiyle görevli personelini korumakla, en fazla altı ayda bir sağlık kontrolünden geçirmek ve diğer koruyucu tedbirleri almakla,
- Tıbbi atıkların yönetimiyle görevli personelin özel koruyucu giysilerini ve ekipmanlarını temin etmek ve kullanılmasını sağlamakla,
- Tıbbi atıkların toplanması, taşınması, sterilizasyonu ve bertarafı için gereken harcamaları karşılamakla,
- Oluşan tıbbi atık miktarı ile ilgili bilgileri düzenli olarak kayıt altına almakla,

- Atık beyan formunu bir önceki yıla ait bilgileri içerecek şekilde her yıl Ocak ayından başlamak üzere en geç Mart ayı sonuna kadar Bakanlıkça hazırlanan çevrimiçi uygulamaları kullanarak doldurmak, onaylamak ve form çıktısının bir nüshasını beş yıl boyunca saklamakla yükümlüdür (Resmi Gazete, 2017).

Türkiye'de Tehlikeli Atıkların Yönetiminde Uygulanan Yasal Düzenlemeler, Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Türkiye'de Tehlikeli Atıkların Yönetiminde Uygulanan Yasal Düzenlemeler (Haksevenler, 2023, s. 56.)

İngiltere'deki sağlık hizmeti neticesinde ortaya çıkan atıklar, 1992 Kontrollü Atık Yönetmeliği kapsamında tanımlanmıştır. Buna göre tıbbi atık tamamen ya da kısmen insan-hayvan dokusu, kan-vücut sıvılarından oluşan herhangi bir atık, ilaçlar, diğer farmasötik ürünler, şırınga, iğneler, diğer keskin aletler, tıp, diş hekimliği, veterinerlik, ilaç uygulamalarından kaynaklanan, herhangi bir kişiye enfeksiyona neden olabilecek diğer atıklar (Tudor T. L., 2007, s. 322) olarak ifade edilmiştir. Avrupa Parlementosu (EP) Avrupa Birliği Konseyinin (EU) 2023 yılı revizyonuna göre; döngüsel ekonomi, tıbbi atık

yönetimi, geri dönüşüm hedefleri, sera gazı azaltımı ve tehlikeli atıklar için denetim konularında standartlar getirmiştir (European Parliament & Council of the European Union, 2023).

Kanada ve Birleşik Krallık; gelişmiş ekonomilere sahip G7 üyesi yüksek gelirli ülkelerin çoğunda bulunan tıbbi atık uygulamalarının önemli olduğu değerlendirmiştir. Kanada ve Birleşik Krallık'taki mevzuatların neredeyse tamamı bir bertaraf yöntemi olarak yeni yakma fırınlarının veya yakma dışı teknolojilerin kullanılmasını teşvik eden bir atık yönetim stratejisi geliştirmenin gerekliliği konusunda fikir birliğine varmıştır (Windfeld ve Brooks, 2015, s. 3).

İsviçre Hükümeti'nin daveti üzerine 1992 yılında yürürlüğe giren Basel Sözleşmesi ve 116 Devletin temsil edildiği Tehlikeli Atıkların Sınır Ötesi Hareketlerinin Kontrolüne Dair Küresel Sözleşmeye ilişkin Tam Yetkili Temsilciler Konferansı ile tıbbi atıklar tehlikeli atık kapsamında değerlendirilmiştir. Bu konferans ile tıbbi atıklarda sterilizasyon gibi ön işlem zorunluluğu getirilmiş ve atıkların sınır ötesi taşınmaları izne tabi olmuştur (Haksevenler, 2023, s. 54). Haziran 2024 itibarıyla Basel Sözleşmesini imzalayan ülke sayısı 191 taraf ülkedir (Golovko vd., 2024, s. 156).

Döngüsel ekonomi ile kaynak kullanımının azaltılması hususu ile ilgili 2020 yılında yayınlanan Avrupa Döngüsel Ekonomi Eylem Planında (CEAP) tıbbi ekipman ve malzemelerin geri dönüşümünün desteklenmesi, tek kullanımlık ürünlerin kullanımının teşvik edilmesi ve kabon ayak izi oranının azaltılması amacıyla atık enerji kullanımının standartlaştırılması amaçlanmıştır (European Commission, 2020). BM Çevre Programı tarafından 2020 yılında yayımlanan COVID-19 güncellemesi kapsamında tıbbi atıklardaki artış nedeniyle pandemi atıkları için ayrı bir sterilizasyon prosedürü, mobil atık tesisleri ve kriz anında esnek yönetim sistemleri geliştirmiştir (UNEP, 2020).

T.C. Ticaret Bakanlığı tarafından 2021 yılında yayımlanan Türkiye Yeşil Mutabakat Eylem Planı ile sınırda karbon düzenlemeleri, yeşil ve döngüsel ekonomi, yeşil finansman, temiz, ekonomik ve güvenli enerji arzı, sürdürülebilir tarım, sürdürülebilir akıllı ulaşım, iklim değişikliği ile mücadele, diplomasi ve bilgilendirme bilinçlendirme faaliyetleri başlıkları altında düzenlemeler yapılmıştır. Bu eylem planı ile Türkiye, 2053 yılına kadar sıfır emisyon ve yeşil kalkınma modeli kapsamında taahhüt vermiştir (T.C. Ticaret Bakanlığı, 2021).

Sağlık hizmet sunumundan kaynaklanan atıkların insan ve çevre sağlığına zarar vermeden güvenli yönetimi ile ilgili DSÖ'nün Sağlık Bakım Faaliyetlerinden Kaynaklanan Atıkların Güvenli Yönetimi konulu kılavuzunda; atıkların kaynağında ayrıştırılması, uygun şekilde depolanması, sterilizasyon işleminden sonra güvenli şekilde depolanması hususlarını içermektedir. Söz konusu kılavuza, 2022 yılından sonra sürdürülebilirlik vurgusu kapsamında karbon ayak izi oranının azaltılması için yakma yönteminden kaçınma, tıbbi atık yönetiminde yeşil hastane uygulamalarının teşvik edilmesi gibi hususlar da eklenmiştir. (WHO, 2022).

OECD'nin 2022 yılında yayınladığı Düşük Karbonlu Bir Gelecek İçin Hastane Atıklarının Yönetimi konulu raporda; atık yönetim stratejileri, düşük karbon teknolojileri, hastane yöntemi hakkında öneri ve politika tavsiyelerine yer verilmiştir. Bu belge kapsamında, 2035 yılına kadar belediye atıklarının %65'inin dönüştürülmesi hedeflenmiş olup; laboratuvarlardan elde edilen atıklar için özel takip sistemleri zorunlu hale gelmiştir (OECD, 2022).

2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Sürdürülebilirlik söyleminin ötesine geçmek için sürdürülebilirlik kavramının net bir tanımına ve temel boyutlarının açıklanmasına ihtiyaç duyulmaktadır (Mensah, 2019, s. 2; Giovannoni ve Fabietti, 2014, s. 2).

2.1. Sürdürülebilirlik Tanımı

Dünya nüfusunun artması, yaşam standartlarının yükselmesi, üretim otomasyonunun seri üretim ve tüketime yol açması nedeni ile toplumlar benzeri görülmemiş bir ekonomik büyüme yaşarken; sınırlı kaynakların miktarı, kalitesi ve erişilebilirliği giderek düşmektedir. Böylelikle daha fazla katı atık ve daha fazla emisyon üretildiğinden; geleneksel üretim süreçlerinin sürdürülebilir yaklaşıma yönelmesi gerekmektedir (Lieder ve Rashid, 2016). Çevre ve iklim değişikliğine yönelik kaygılar, yoksulluk sorunları, toplumlar arasında artan eşitsizliklerin getirdiği gerilimler; sürdürülebilirlik kavramının öneminin anlaşılmasına neden olmuştur. BM'nin 2012'de başlattığı ulusal ve Uluslararası kurumlar ile politika yapıcılar ile akademisyenler, dünya çapında sosyal ve çevresel sürdürülebilirliğe olan ilgiyi arttırmıştır (Joseph, 2012, s. 104).

1980 yılında Uluslararası Doğayı Koruma Birliği (IUCN), Dünya Yaban Hayatı Fonu (WWF) ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP), Dünya Koruma Stratejisi isimli bir Uluslararası belge ile hem insan yaşamının iyileştirilmesi hem de doğal kaynakların korunması açısından sürdürülebilirlikten bahsetmiştir (Tara ve Kumar, 2015, s. 1033). Bu belge, doğal kaynakların korunması ile ekonomik kalkınma arasındaki dengeyi kurarak sürdürülebilirliği teşvik etmeyi amaçlayan kapsamlı bir yaklaşımdır. Dünya Koruma Stratejisi'nin temel amacı, öncelikli koruma konularının belirlenmesi yoluyla sürdürülebilirliği teşvik etmektir.

Birçok araştırmacı sürdürülebilirlik kavramını çevre, toplum ve ekonomi kavramlarını kapsayacak şekilde açıklamıştır. Sürdürülebilirlik kavramıyla ilgili en çok dikkat edilen husus, bu üç unsur arasında bir denge kurmaktır (Alamu vd., 2021, s. 1). Sürdürülebilirlik kavramı, sosyal, ekonomik ve ekolojik sistemler için gerekli olan unsurların korunması, kaynakların yeniden üretilecek şekilde tekrar kullanılması şeklinde tanımlanmaktadır (Donar ve Yeşilaydın, 2015, s. 5). Bu yaklaşıma göre sürdürülebilirlik; insan ihtiyaç ve

taleplerini, mevcut kaynakları tüketmeden ve doğal dengeyi bozmadan karşılama kapasitesi olarak ifade edilmektedir (Mensah, 2019, s. 5).

Sürdürülebilir kalkınma, çevreyi bozmak veya kirletmek yerine onu koruyan, onaran bir kalkınma olarak tanımlanmıştır. Geleneksel kalkınmanın faydalarından ödün vermeden, çevresel kirliliği ve yoksulluk sorunlarına çözüm bulmayı amaçlamaktadır (Thomas, 2006, s. 62). Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri çerçevesinde; cinsiyet, sınıf, etnik köken, yaş, engellilik gibi çok boyutlu eşitsizlikleri ele almak için kapsayıcı bir kalkınma yaklaşımının önemi kabul edilmektedir (Saunders vd., 2020, s. 1). Bu yönde atılan en önemli adımlardan biri, 1972'de Stockholm'de düzenlenen BM İnsan Çevresi Konferansı olmuştur (BM, 1972, s. 4). Stockholm Konferansı, BM Çevre Programı'nın oluşturulmasının yanı sıra bir dizi ulusal çevre koruma ajansının oluşturulmasında da bir araç görevi görmüştür. Sürdürülebilirlik terimi ilk kez bu konferansta ortaya çıkmış ve yenilenebilir kaynakların verimli şekilde kullanılarak, yenilenemeyen kaynak tüketimi için ekonomik kalkınmanın önemi vurgulanmıştır (Giovannoni ve Fabietti, 2014, s. 24). Brundtland Raporu'nda, sürdürülebilir bir toplumun; sağlık hizmetlerine, beslenmeye, temiz su, barınma, eğitim, enerji, ekonomik fırsatları ve istihdama eşit erişim üzerine kurulu olduğu belirtilmiştir (BM, 1987, s. 237).

2.2. Sürdürülebilirlik Kavramının Tarihçesi

Dünyanın sınırlı doğal kaynak kapasitesinin, artan insan nüfusuna ait ihtiyaçlarını sürekli olarak karşılayıp karşılayamayacağına ilişkin tartışma, 1800'lü yılların başında Malthus'un nüfus teorisiyle ön plana çıkmıştır (Dixon ve Fallon, 1989, s. 74). Küresel ekonomik kalkınma paradigmasının sürdürülebilir olup olmadığını inceleyen Meadows, 1972'de nüfus artışı, endüstriyel üretim ve kirlilik verilerini kullanarak; nüfus artışı, endüstriyel üretim, kirlilik verileri olmak üzere bu üç temel değişkenin eninde sonunda üst sınıra ulaşacağı sonucuna varmıştır. Bu ifade, akademisyenler ve araştırmacılar tarafından sürdürülebilirlik kavramının ilk uluslararası tanımı olarak nitelendirilmiştir (Dernbach, 2003, s. 247).

1992 yılında Rio de Janeiro'da düzenlenen BM Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda sürdürülebilirlik konusunda bir eylem planı olan Gündem 21 kabul edilmiştir (Özmehmet, 2008, s. 7). Rio Konferansı, 1972 yılında kabul edilen BM Stockholm Çevre Konferansı

Deklarasyonu'nun hayata geçirmeyi amaçlayarak; devletlerin, yönetimlerin, sivil toplum örgütlerinin ve sektörlerin iş birliği ile küresel kalkınma sisteminin korunmasını amaçlamıştır (Harangozó & Zilahy, 2015, s. 18).

2002 yılında düzenlenen Johannesburg Zirvesi, ekonomik ve sosyal kalkınmanın doğal kaynak tabanının korunması ve yönetilmesi ile ilgilidir. Ekosistemlerin temel kaynak ve hizmetlerin sağlanmasında oynadığı önemli role odaklanarak, aşağıdaki hususlar ele alınmştır (Hens ve Nath, 2003, s. 24-28):

- İçme suyu: Güvenli içme suyuna erişim hedefleri doğrultusunda, 24-28. maddeler özellikle temiz içme suyuna verilen yüksek önceliği yansıtmaktadır.
- Okyanus, deniz alanları: Hâlihazırda sözleşme ve uluslararası anlaşma olmasına rağmen, deniz ekosistemlerinin kirliliği ile ilgili durum devam etmektedir.
- Tarım: Sürdürülebilir tarım doğrultusunda mevcut pazarlara erişimin arttırılması ve katma değerli tarım ürünleri için yeni pazarlar geliştirilmesi çağrısında bulunulmuştur.
- Çölleşme: Özellikle mali kaynak sağlayarak 1994 Çölleşmeyle Mücadele Sözleşmesi ile ilgili uygulamaların güçlendirilmesi çağrısında bulunulmuştur.
- Dağ ekosistemleri: Dağ ekosistemlerinin kırılgan ve savunmasız olduğu kabul edilmektedir.
- Sürdürülebilir turizm: Bu madde, zirvenin 41. maddesinde ele alınmaktadır.
- Biyoçeşitlilik: Biyolojik çeşitliliğin insan faaliyetleri nedeniyle kaybolduğu bulgusuna dayanmaktadır.
- Orman ağaçları: Denizin iyileştirilmesi, sürdürülebilir orman yönetimi çağrısının bağlamını oluşturmaktadır.
- Madencilik: Madenciliğin modern yaşam için vazgeçilmez olduğu ancak hem çevre hem de madencilik toplumları üzerinde ciddi etkileri olduğu kabul edilmektedir.

Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri aynı zamanda Binyıl Kalkınma Hedefleri'nin (BKH) ötesine geçerek sosyal, ekonomik ve çevresel hedefleri bütünleştiren, evrensel olarak geçerli bir gündeme doğru ilerlemek için önemli bir fırsat oluşturmuştur (Hajervd., 2015,

s. 1652). Hükümetler, vakıflar, ticari gruplar ve sivil toplum kuruluşları, 2008 yılında BM Genel Merkezindeki üst düzey etkinlik sırasında BKH'yi karşılamaya yönelik yeni taahhütlerini duyurmuşlardır. (Lomazzi vd., 2014, s. 2). 2010 yılında BKH'ye ulaşmak amacıyla kadın ve çocuk sağlığına odaklanarak; yoksulluk, açlık ve hastalıklarla ilgili bir dizi hedef duyurulmuştur (Nanda, 2016, s. 392).

BM Kalkınma Programı çerçevesinde BM'ye üye olan ülkeler ve temsilcileri tarafından kabul edilen Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri, Ocak 2016' da yürürlüğe girmiştir. Bu hedefler, 2030 yılının sonuna kadar söz konusu politika finansmanlığında üye ülkere rehberlik etmektedir. BKH, 15 yıl içinde gerçekleştirilmesi beklenen temel 17 alanda 169 hedefe ulaşmak amacıyla taraf ülkelerin gayret göstereceğine ilişkin taahhüdü de ifade etmektedir. (Ayas, 2022, s. 5). 2016 yılında yürürlüğe giren Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin 5 ana ilkesi; insan, gezegen, refah, barış ve ortaklıklar olarak tanımlanmıştır. Bu beş ilke çerçevesinde birbiriyle bağlantılı 17 hedef kategorize edilmiştir (Mpabanga ve Sesa, 2020, s. 45). Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi, 2030 yılına kadar iklim değişikliği ve etkileriyle mücadele için acil eyleme geçmek üzere dünyadaki yoksulluğu sona erdirmek gibi temaları kapsamaktadır. BM'nin Dünyamızı Dönüştürmek: Sürdürülebilir Kalkınma için 2030 Gündemi belgesinde de bu hedefler ana hatlarıyla belirtilmiştir (Fonseca vd., 2020, s. 2-3):

- Yoksulluğa son: Yoksulluğun her biçimine her yerde son verilmesi,
- Sıfır açlık: Açlığın sona erdirilmesi, gıda güvenliğinin sağlanması, beslenmenin iyileştirilmesi ve sürdürülebilir tarımın teşvik edilmesi,
- Sağlık ve refah: Herkes için her yaşta sağlıklı yaşamlar sağlanması ve refahın teşvik edilmesi,
- Kaliteli Eğitim: Kapsayıcı ve eşitlikçi, kaliteli eğitimin sağlanması ve herkes için yaşam boyu öğrenme fırsatlarının teşvik edilmesi,
- Cinsiyet Eşitliği: Cinsiyet eşitliğinin sağlanması ve tüm kadınların ve kız çocuklarının güçlendirilmesi,
- Temiz Su ve Sanitasyon: Herkes için su ve sanitasyonun kullanılabilir ve sürdürülebilir yönetiminin sağlanması,

- Uygun Fiyatlı ve Temiz Enerji: Herkes için uygun fiyatlı, güvenilir, sürdürülebilir ve modern enerjiye erişimin sağlanması,
- İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme: Sürdürülebilir, kapsayıcı, sürdürülebilir ekonomik büyümeyi, üretken istihdamı ve herkes için insana yakışır işin teşvik edilmesi,
- Sanayi, İnovasyon ve Altyapı: Dayanıklı altyapı oluşturan, kapsayıcı, sürdürülebilir sanayileşmenin ve inovasyonun teşvik edilmesi,
- Eşitsizliklerin Azaltılması: Ülkeler içindeki ve ülkeler arasındaki eşitsizliğin azaltılması,
- Sürdürülebilir Şehir ve Topluluklar: Şehir düzenlemeleri ile insan yerleşimlerini kapsayıcı, güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir kılmak,
- Sorumlu Tüketim ve Üretim: Sürdürülebilir tüketim ve üretim kalıplarının sağlanması,
- İklim Eylemi: İklim değişikliği ve etkileriyle mücadele için acil eyleme geçilmesi,
- Suyun Altındaki Yaşam: Sürdürülebilir kalkınma için okyanus, deniz ve deniz kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir şekilde kullanılması,
- Karasal Yaşam: Karasal ekosistemlerin korunması, onarılması, sürdürülebilir kullanımının teşvik edilmesi, ormanların sürdürülebilir şekilde yönetilmesi, çölleşmeyle mücadele edilmesi, arazi yapısının korunması ve biyolojik çeşitlilik kaybının durdurulması,
- Barış, Adalet ve Güçlü Kurumlar: Sürdürülebilir kalkınma için barışçıl ve kapsayıcı şekilde toplumların teşvik edilmesi, herkesin adalete erişiminin sağlanması, her düzeyde etkili, hesap verebilir ve kapsayıcı kurumlar inşa edilmesi,
- Hedefler için Ortaklıklar: Uygulama araçlarının güçlendirilmesi ve sürdürülebilir kalkınma için küresel ortaklığın yeniden canlandırılması (Fei vd., 2021, s. 2; Blair vd., 2021, s. 6-12).

Paris İklim Anlaşması, BM İklim Değişikliği Çerveçe Sözleşmesi kapsamında 2015 yılında kabul edilmiş; Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ile uyum, çevresel verimlilik, emisyon azaltımı, adil geçiş ve sosyal boyut, finansal destek ve yatırımlar gibi başlıklarla

sürdürülebilirlik kavramını çevresel, sosyal ve ekonomik boyutları ile birlikte ele almıştır. Anlaşmanın temel amacı, küresel sıcaklık artışını 2°C altında tutmak olup; bu hedef, BM'nin 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi ile doğrudan ilgilidir (UNFCCC, 2015).

2.3. Sürdürülebilirlik Boyutları

BM'nin 1987 yılında yayınladığı Brundtland Raporu'nda (Birleşmiş Milletler, 1987, s. 175) sürdürülebilir kalkınmada; ekonomik, çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik olmak üzere üç boyut dikkate alınmaktadır. Sürdürülebilir kalkınma sosyal, çevresel ve finansal boyutları içeren çeşitli düzeylerde entegre bir çaba gerektirmektedir (Gray, 2010, s. 51). Sürdürülebilirlik tartışmasının ekolojik ve çevresel alandan sosyal ve ekonomik boyuta doğru ilerlediği, sosyal sürdürülebilirliğin başlı başına bir tema olarak ortaya çıktığı ileri sürülmektedir (Dempsey vd., 2011, s. 10).

2.3.1. Ekonomik Sürdürülebilirlik

BM Kalkınma Programı'na göre sürdürülebilir kalkınma hedefleri, hepimiz için daha iyi ve daha sürdürülebilir bir geleceğe ulaşmak için temeldir (Nanda, 2016, s. 392). Buna göre sürdürülebilirliğin ekonomik boyutu, her türlü ekonomik faaliyeti ve bu faaliyetlere ilişkin araçları içermektedir. Ekonomik rekabet gücü ve düşük işsizlik oranları için dikkatle planlanmış stratejiler geliştirmek mümkündür. Sosyal, teknik yenilik, azaltılmış çalışma süresi, modernize edilmiş bir sosyal güvenlik sistemi, yeşil vergiler ile işgücü verimliliği artışıyla orantılı maaş artışları; bu tür bir stratejinin önemli parçalarıdır (Spangenberg vd., 2002, s. 431).

Ülkelerin sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak için teknolojiye yatırım yapması, altyapı ve sanayideki iyileştirme çalışmaları, ulaşım, sulama, enerji, bilgi ve iletişim teknolojisi gibi çeşitli yatırımlar ile topluluklarını güçlendirme fırsatına sahip olmaktadır (D'Alessandro vd., 2020, s. 23). İmalat, ekonomik kalkınmanın ve istihdamın temel göstergelerinden biridir (Caous ve Huarng, 2020 s. 8). Fritz ve Koch (2014, s.193); ekonomik sürdürülebilirlik boyutlarını; maddi yaşam standardı düzeyi, ekonominin dinamiği, işgücü piyasasının durumu şeklinde üç ana başlık altında incelemiş olup; refah ve ekonomik kalkınmaya dair göstergeleri ise; gayrisafi yurtiçi hasıla miktarı, gayrı safi yurtiçi hasıla oranı ve işsizlik oranı olarak ele almıştır.

2.3.2. Sosyal Sürdürülebilirlik

Sosyal sürdürülebilirlik, sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin ayrılmaz bir boyutudur (Saunders vd., 2020, s. 1). Sosyal sürdürülebilirliğe ilişkin genişletilmiş bir tartışmada kavram; kültürel ve sosyal açıdan çeşitli grupların uyumlu bir şekilde birlikte yaşamasına olanak sağlayan bir ortamı teşvik eden, aynı zamanda toplumun tüm kesimlerinin yaşam kalitesinin iyileştirilmesiyle sosyal bütünleşmeyi teşvik eden uyumlu bir gelişme veya büyüme olarak tanımlanmaktadır (Davidson, 2010, s. 875). Sosyal sürdürülebilirlik kavramı; sivil toplumun, kültürel ve sosyal açıdan farklı grupların uyumlu bir biçimde birlikte yaşamalarını sağlayan bir ortam yaratırken, aynı zamanda toplumun tüm kesimleri için yaşam kalitesinde iyileşme sağlayacak şekilde sosyal entegrasyonu teşvik edici gelişme veya büyümedir (Gedik, 2020, s. 209).

Sosyal sürdürülebilirlik aynı zamanda ekonomik ve çevresel zorunluluklar üzerinde bir kısıtlama olarak düşünülebilir (Boyer vd., 2016, s. 5). Fiziksel olmayan sosyal sürdürülebilirlik faktörleri; eğitim ve öğretim, nesiller arası sosyal adalet, katılım, yerel demokrasi, sağlık, yaşam kalitesi, refah, sosyal dışlanmanın ortadan kaldırılması, sosyal sermaye, topluluk, güvenlik, gelirin adil dağılımı, sosyal düzen, sosyal uyum, farklı toplumlar arasındaki uyum, sosyal ağlar, sosyal etkileşim, topluluk ve aidiyet duygusu, istihdam, konut istikrarı, aktif topluluk kuruluşları ve kültürel gelenekler şeklindedir (Dempsey vd., 2011, s. 4; Rogers vd., 2013, s. 3474).

2.3.3. Çevresel Sürdürülebilirlik

Fatima vd. (2021, s. 15)'e göre; çevresel sürdürülebilirlik faktörleri arasında sınırlı kaynaklar, enerji üretimi yaklaşımı, yenilenebilir enerji talebi, yenilenebilir enerji adaptasyonu, yenilenebilir enerji projeleri için yatırım ortamı, hükümetin enerji politikaları, yenilenebilir enerji projelerinin ekonomik getirisi, çevresel etkiler, kamuoyunun kabulü ve iyi yönetişim bulunmaktadır. Medeiros vd. (2013, s. 7), çevresel sürdürülebilirliği; geri dönüşüme yatırım, geri dönüştürülmüş malzeme kullanımı, ürün ömrünü uzatmaya yönelik araştırmalar ve enerji tüketimine yatırım boyutları açısından değerlendirmiştir.

3. SÜRDÜRÜLEBİLİR TIBBİ ATIK YÖNETİMİ

Atık yönetimi, sürdürülebilir kaynak yönetimine ulaşmada önemli bir unsurdur. Atık yönetiminin verimli şekilde yapılması; atıkların azaltılması, ürün/malzemelerin yeniden kullanımı ve geri dönüşümü ile mümkün olmaktadır (Corsten vd., 2013, s. 13). Sürdürülebilir atık yönetimi; süreç faaliyetlerini ve atık yönetiminin çeşitliliğini ilgilendiren döngüsel bir geri bildirim sistemidir (Fatimah vd., 2020, s. 14). Verimli tıbbi atık sistemi; arıtma ve bertaraf yöntemleri için çevre dostu teknolojileri kullanarak sürdürülebilirlik ile ilgili stratejiler geliştirerek karar vericilere destek olabilecek, sağlık politikaları ve programlarının geliştirilmesi ile mümkün olabilmektedir (Zurbrügg vd., 2014, s. 547).

Atık yönetiminde önleme ve yeniden kullanım yaklaşımlarını teşvik etmek için yönetim planlarında atık önleme programları geliştirme ve benimseme yükümlülüğü bulunmaktadır (Grinberga vd., 2022, s. 536). Bunlara ek olarak, 2008/98/EC sayılı Direktif, 2015 yılına kadar kağıt, metal, plastik ve cam için ayrı bir koleksiyon oluşturulmasını tavsiye etmektedir (Chioatto ve Sospiro, 2020, s. 5). Corsten vd., (2013) atıkların geri dönüştürülmesi suretiyle enerji geri kazanımının, atıkların yakma ile imha edilmesine kıyasla enerji tüketimi ve karbon emisyonu yönünden yılda 4,5 Mt CO_2 düşüşe neden olduğunu belirtmişlerdir.

Bu bölümde, sürdürülebilir tıbbi atık yönetimi ile ilgili çalışmalar, sürdürülebilir atık bertaraf kriterleri ve bertaraf teknolojileri ile ilgili bilgilere ye verilecektir.

3.1. Sürdürülebilir Tıbbi Atık Yönetimi ile ilgili Çalışmalar

Özkan vd. (2015) sağlık kuruluşlarından kaynaklanan atıkların toprağa, suya, havaya ve biyoçeşitliliğe zarar verdiği, tıbbi atıkların kontrolsüz bir şekilde toprak altında depolanmasının toprak kirliliğine neden olarak toprağın yapısını ve niteliğini bozduğu; bu nedenle atıkların, enfekte özelliğini yitirdikten sonra gömülmesi gerektiğini belirtilmiştir. Barbero ve Pallaro (2017) tarafından İtalya'da Politecnicodi Torino'daki Mimarlık ve Tasarım Departmanı'nın yenilik tasarım ağı araştırma ekibi tarafından yapılan çalışmada sağlık alanındaki sürdürülebilirliğin ağırlıklı olarak ekonomik açıdan önemli olduğu düşünülse de sosyal, çevresel ve kültürel sürdürülebilirlik ile birlikte ele alınması gerektiği üzerinde durulmuştur.

Bucataru vd. (2021) tıbbi atıklar ile sürdürülebilir bir toplumun gelişimi arasındaki bağlantıyı ortaya koymak amacıyla, 2020'de Web of Science'da yayınlanan 1192 adet makale üzerinde gerçekleştirdikleri araştırma ile tıbbi atıklarla ilgili sürdürülebilir bertaraf teknolojilerini; çevresel, teknik, ekonomik, finansal, sosyal ve yönetişim kapsamında değerlendirmiş ve en etkin kriterlerin çevresel ve ekonomik kriter olduğunu belirtmişlerdir. Alamu vd. (2021) A.B.D.'nin Maryland eyaletine bağlı Baltimore kentinde katı atıklar üzerine yaptıkları çalışmada; yakma tesisinin çevresel, ekonomik ve sosyal etkilerini belirlemek için sürdürülebilirlik analizi ve yakma tesisinin yaşam döngüsü analizi yapmışlardır. Ahmad vd. (2021) Hindistan'da tıbbi önlük, yüz maskesi, yüz siperi, eldiven, el dezenfektanı, ayakkabı kılıfı olmak üzere toplam 6 tıbbi malzemenin üretim aşamasında sürdürülebilir üretim ve atık yönetimi modeli kurma amacıyla bir çerçeve önermişlerdir. Bu çalışma ile COVID-19 ile ilgili tıbbi ekipmanlar için sürdürülebilir üretim ve atık yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi gerektiği belirtilerek etkin bertaraf teknikleri olarak yer altı bertaraf tesisi, yakma ve geri dönüşüm üzerinde durmuşlardır. Liu vd. (2021) Hindistan'da tıbbi atık bertaraf seçimine ilişkin sürdürülebilir bertaraf kriterlerinin seçiminde 4 uzman görüşünden yararlanmış olup; yakma, kimyasal dezenfeksiyon, mikrodalga, otoklavlama ve ters polimerizasyon olmak üzere 5 bertaraf teknolojisini incelemişlerdir. Çalışma neticesinde, otoklavlama teknolojisinin mevcut bertaraf yöntemler arasında en uygun teknoloji olduğu belirtilmiştir. Ayrıca atık bertaraf kriterlerini; çevresel, ekonomik, teknik ve kriterler olmak üzere 4 ana başlık altında ele almışlardır.

Çalışmamızda, atık bertaraf yöntemleri ile ilgili 2005-2025 yılları arasında yaklaşık 600 makale arasından ÇKKV yöntemlerinin yer aldığı, tıbbi atık bertaraf yöntemlerini de kapsayan 144 makaleye ilişkin bilgiler; Web of Science ve Scopus veri tabanlarından araştırılmıştır. Söz konusu literatür taramasına ait bilgiler EK-1'de yer verilmiştir.

3.2. Sürdürülebilir Tıbbi Atık Yönetimi ile ilgili Değerlendirme Kriterleri

Jiang vd. (2012) tıbbi atık bertaraf teknolojilerinin seçiminde, çevresel kabul edilebilirlik, idari özen, ekonomik etkinlik, sosyal kabul edilebilirlik, eşitlik olmak üzere 5 kriteri dikkate almışlardır. Hinduja ve Pandey (2019), atık bertaraf teknolojileri ile ilgili yapılan bir çalışmada, bertaraf kriterlerini; ekonomik, sosyal, teknolojik ve politik kriterler olmak üzere 4 ana başlıkta incelenmişlerdir. Katı atıkların bertarafı ile ilgili yapılan bir araştırmada; ekonomik, sosyal, teknik ve çevresel faktörler olmak üzere 4 ana kriter 34

alt kriter incelenmiştir (Phonphotona ve Pharinob, 2019, s. 110). Li vd. (2020) Pekin'de yapmış oldukları çalışmada, gelişmekte olan ekonomilerde sürdürülebilir tıbbi atık bertaraf teknolojilerinin seçimi için geliştirilmiş aralık değerli bulanık karar verme yöntemini kullanmışlardır. Araştırma kapsamında sürdürülebilir atık yönetimi kriterleri; ekonomik, sosyal, çevresel, teknik ve kaynak sürdürülebilirliği açısından ele alınmış ve bertaraf teknolojilerini; yakma, buhar sterilizasyonu, mikrodalga ve depolama dahil olmak 4 başlık altında ele almışlardır. Makan ve Fadili (2020) Fas'ta yapmış oldukları çalışmada, en az 8 yıllık çalışma tecrübesi bulunan 15 Uluslararası uzmanı, atık bertaraf kriterlerinde sistem sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla kriter sıralama anketine katılmaya davet etmişlerdir. Bu amaçla; arazi bertarafı, yakma ve yakma dışındaki bertaraf teknolojilerini içeren 10 bertaraf teknolojisini; çevresel, finansal, sosyal ve teknik kriter açısından değerlendirmişlerdir. Araştırmaya göre sürdürülebilir atık bertaraf kriterleri; hava emisyonları ve kokular, sıvı atıklar, atık azaltma, gürültü etkisi, toplam yatırım maliyeti, işletme/bakım maliyeti, alan gereksinimi, kaynak kurtarma, görsel etki, güvenlik ve sağlık riskleri, mevzuat kabulü, topluluk kabulü, topluluk kabulü, gerekli beceriler/güvenilirlik, esneklik, otomasyon düzeyi şeklinde değerlendirilmiştir.

Adar ve Delice (2019) tarafından yapılan araştırmada, tıbbi atık bertaraf teknolojilerinin seçimi ile ilgili kriterlerİ; ekonomik, sosyal, çevresel, teknik ve ergonomik kriterler olmak üzere 5 ana başlıkta incelemişledir. Bu çalışmaya göre kriterler:

- Ekonomik kriterler: Sermaye maliyeti, işletme maliyeti, arazi masrafı,
- Çevresel kriterler: Katı kalıntılar ve çevresel etkiler, su atıkları ve çevresel etkiler, hava artıkları ve çevresel etkiler,
- Teknik kriterler: Sistemin güvenilirliği, bertaraf etkinliği, hacim azaltma, otomasyon seviyesi,
- Sosyal kriterler: Çevre politikasına uyum, halkın kabulü,
- Ergonomik kriterler: Ses, koku, yetenekli operatörlere duyulan ihtiyaç, fiziksel iş yükü ihtiyacı, mesleki tehlikelerin ortaya çıkma etkisi, kişisel koruyucu ekipman ihtiyacı, psikolojik etki olarak ele ale alınmıştır.

Erdebil Tıp Bilimleri Üniversitesi'nin 4 eğitim hastanesinde gerçekleştirdiği nitel bir araştırmada, en uygun atık bertaraf teknolojisini seçmek için çevresel, ekonomik, teknik, ve sosyal kriterler dikkate alınmıştır (Rahmani vd., 2020, s. 337). Mi vd. (2020) Çin'de tıbbi

atık toplama şirketleri ile yapılan görüşmeler neticesinde, atık bertaraf kriterlerini; sosyal, çevresel, ekonomik ve teknik olmak üzere dört başlıkta incelemişlerdir. Çalışmada, Şanghay'da yakma fırınları tarafından toplanan atık miktarının fazla olduğu ancak artan tıbbi atık miktarıyla başa çıkmak için yeterli yakma fırınının olmadığını belirtmişlerdir. Araştırma ile bertaraf teknolojilerinin seçiminde D-sayılarına dayanan hibrit bir ÇKKV modelinin oluşturulmasını amaçlanmıştır.

Madrid'deki özel bir hastanede yapılan çalışmada, atık bertaraf yöntemleri; ekonomik, sosyal ve çevresel olmak üzere üç boyutta incelenmiştir (Yazdani vd., 2020, s. 11). 3 özel ve 3 kamu hastanesi olmak üzere toplam 6 hastane üzerinde yapılan bir çalışmada, atık bertaraf kriterleri; atık artıkları, emisyon, güvenilirlik, bertaraf etkinliği ve halk tarafından kabul edilebilirlik olmak üzere 5 kritere kapsamında değerlendirilmiştir (Mishra vd., 2020, s.7). Tıbbi atıkların bertaraf teknolojileri seçimi ile ilgili bir başka araştırmada, karar verme sürecine ekonomik, teknolojik, çevresel, sosyal ve politik kriterlerin dahil edilmesi gerekliği bu nedenle atık yönetiminde, multidisipliner bir karar destek sistemine ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir (Vlachokostas vd., 2021, s. 5).

Manupati vd. (2021) Hindistan'da yaptıkları bir araştırmada, tıbbi atık bertaraf kriterlerini; sosyal, çevresel, ekonomik ve teknik olmak üzere 4 ana başlıkta; yıllık işletme maliyeti, genel kabul edilebilirlik, güvenilirlik, bertaraf verimliliği, insan kaynakları, bertaraf sistemi, atık artıkları, emisyonlar, güvenilirlik ve altyapı gereksinimi gibi alt kriterleri ise 10 başlıkta incelemişlerdir. Araştırma neticesinde biyomedikal atıklarla mücadele için en iyi yöntemin yakma olduğuna işaret edilmiş ise de gelecekteki araştırmacıların çevreye daha duyarlı bertaraf yöntemleri üzerinde çalışması gerektiğine işaret etmişlerdir. Sağlık sektöründe, sürdürülebilirlik kavramı ile ilgili önceliklendirme yapma amacı taşıyan bir çalışmada, 3 ana kriter ve 15 alt kriter incelenmiş; buna göre en önemli kriter ekonomik kriteri ve çevresel kriter olarak değerlendirilmiştir (Çavmak vd., 2024, s. 277).

Tez çalışmasında literatürde yer alan atık bertarafı ile ilgili değerlendirme kriterleri; ekonomik, çevresel, teknik, ergonomik, emisyon ve sosyal olmak üzere 6 ana başlık altında incelenmiştir. Bu çalışmalarda toplam 49 değerlendirme kriteri tespit edilmiş olup; literatürde en sık rastlanan 31 alt kriter; ekonomik, çevresel, teknik, emisyon, ergonomi ve sosyal kriterler çerçevesinde incelenmiştir.

3.2.1. Ekonomik Kriterler

Bertaraf teknolojilerinin kullanımı, tıbbi atık bertaraf sistemlerinde çeşitli maliyetleri beraberinde getirmektedir. DSÖ'ye göre, tıbbi atıklarla ilgili maliyetler; sermaye maliyetleri, işletme maliyeti ve genel giderler olarak sınıflandırılmaktadır. Sermaye maliyetleri; bertaraf ve sterilizasyon cihazlarının satın alma maliyetleri ile tek seferlik yatırımları kapsamaktadır. İşletme maliyetleri; insan kaynakları (işgücü) ile su ve elektrik gibi altyapı hizmetlerini içermektedir. Genel giderler; çalışanların eğitimi, çalışanlara yönelik sağlık sigortası ve bağışıklama gibi personel haklarını kapsamaktadır (WHO, 2005, s. 29).

Tıbbi atık yönetim süreci; sosyal, ekonomik, örgütsel ve stratejik faktörlerden oluşan birçok farklı nitel ve nicel kriterin birlikte değerlendirilmesini gerektiren bir süreçtir. Voudrias (2016) atık yönetiminde en önemli bertaraf kriterlerini; ekonomik ve çevresel kriterler olarak tespit etmiştir. Ekonomik, teknolojik, çevresel ve sosyal kriterler doğrultusunda en uygun atık bertaraf yöntemlerini seçmek amacıyla yapılan bir çalışmada, ekonomi kriterleri; dış maliyet (işçi sağlığı ve güvenliği, arazi kullanımı), işletme maliyeti ve finansal kar olarak üç boyutta incelenmiştir (Demir ve Moslem, 2024, s. 10).

Tez çalışmasında değerlendirilen sürdürülebilir atık yönetimi kapsamında, ekonomik kriterler 6 boyutta incelenmiş olup; kriter açıklamaları ve literatür taraması Tablo 1' de gösterilmiştir.

Tablo 1. Atık Bertaraf Teknolojilerinin Seçiminde Değerlendirilen Ekonomik Kriterler

	Kriter	**Açıklama**	**Literatür**
C11	Sermaye Maliyeti	Bertaraf yönteminin kullanımına ilişkin parasal değer. (Toplam yatırım maliyeti, demirbaş, ekipmanlar)	Dursun vd., 2011; Arıkan vd. 2015; Rafiee vd., 2016; Büyüközkan ve Göçer, 2017; Thakur ve A Ramesh, 2017; Makan ve Fadili, 2020; Di Maria vd., 2020; Yıldız vd. 2020; Mishra vd., 2020; Rani vd. 2020; Manupati vd., 2021; Wu vd., 2021; Liu vd., 2021.
C12	İşletme Maliyeti	Bertaraf teknolojisinin amortisman giderleri, malzeme giderleri, işçilik giderlerinin parasal değeri.	Dursun vd, 2011; Jiang vd., 2012; Küçük, 2013; Özkan, 2013; Koo ve Ik Jeong, 2015; Li vd. 2019; Tian, 2020; Yıldız vd. 2020, Narayanamorthy vd., 2020; Belhadi vd., 2020; Alharbi vd., 2021, Ju

			vd. 2021, Liu vd., 2021; Torkayesh vd., 2021; Wu vd., 2021.
C13	Ton Başına Net Maliyet	Bertaraf teknolojisinin üretilen atık ton başına toplam yıllık maliyetidir. (Yerinde depolamadan nihai bertarafa kadar tüm maliyet ve gelirlerin parasal değeri)	Ekmekçioğlu, 2010; Dhakal vd., 2015; Winfeld ve Brooks, 2015; Shi vd., 2016; Shi vd., 2017; Thakur ve Ramesh, 2017; Xiao, 2018; Badi vd., 2019; Yıldız vd. 2020; Chang ve Utama, 2020; Kargar vd., 2020; Mi vd., 2021; Torkayesh vd., 2021; Chen vd., 2021; Wu vd., 2021.
C14	Alan Gereksinimi	Yöntemin uygulanması için gerekli alan (metrekare bazında)	Shareefdeen, 2012; Jiang, 2012; Rafiee vd., 2016; Makan ve Fadili, 2020; Chang ve Utama, 2020.
C15	Nakliye ve Bakım Maliyeti	Atıkların aktarma merkezi, stok alanları, bertaraf merkezlerine taşınmasına dair parasal değer.	Küçük, 2013; Arıkan vd., 2015; Koo ve Ik Jeong, 2015; Rafiee vd., 2016; Thakur ve Ramesh, 2017; Yıldız vd. 2020; Liu vd., 2021.
C16	Altyapı Gereksinimi	Bertaraf teknolojisi için gerekli olan tesisat, konteryner ve/veya geçici depolama tesisi için duyulan gereksinim.	Wu vd., 2019; Manupati vd., 2021.

3.2.2. Çevresel Kriterler

Atık bertaraf yönetimi süreçlerinde toplum açısından, potansiyel sağlık ve çevre riskleri oluşabilmektedir. Bu nedenle, çevreyi tıbbi atıkların yarattığı etkilerden korumak için güvenli ve sürdürülebilir atık yönetimi sisteminin kurulması gerekmektedir. Tıbbi atık yönetiminin iyileştirilmesi, atık miktarının en az seviyede tutulması ile mümkün olmaktadır. Hastanelerde tıbbi atık ile ilgili uygulamaların verimliliğini sağlamak amacıyla modeller geliştirmek, yakma dışında çevre dostu sürdürülebilir teknolojiler üretmek, geri dönüşüm teknolojilerini kullanmak ve polivinil klorür içermeyen cihazlar üzerine araştırma yapmak; güvenli karbon ortamı için önem teşkil etmektedir (Capoor ve Bhowmik, 2020, s. 157). Rahmani vd.'nin (2020) yaptığı makale çalışmasında, tıbbi atık bertaraf teknolojilerinin seçiminde çevresel kriterleri; mikrobiyal inaktivasyon etkinliği, tehlikeli malzeme kullanımı, kilogram atık başına su tüketimi, kilogram atık başına enerji tüketimi, kaynak geri kazanım yetenekleri, hacim azaltma, geri dönüşüm, geri kazanım kapsamında değerlendirmişlerdir. Çalışmada, bertaraf teknolojilerinin seçiminde en önemli kriterlerin çevresel ve ekonomik kriterler olduğu değerlendirilmiştir.

Çalışmamızda değerlendirilen çevresel kriterlere ilişkin açıklamalar ve literatür taraması neticesinde elde edilen bilgiler, Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2. Atık Bertaraf Teknolojilerinin Seçiminde Değerlendirilen Çevresel Kriterler

	Kriter	Açıklama	Literatür
C21	Enerji Geri Kazanımı	Ton başına kazanılabilen enerji ya da kaynak miktarını ve ısı kullanımı yoluyla enerji geri kazanımının verimliliğinin ifadesi.	Emekçioğlu vd., 2010; Arıkan vd., 2015; Rodrigues vd., 2018; Wu vd., 2019; Ju vd., 2020; Makan ve Fadili, 2020; Baaki vd., 2020; Di Maria vd., 2020; Kılıç ve Kuzu, 2021; Alharbi vd., 2021.
C22	Atık Artıkları	Bertaraf işleminden sonra kalan atık miktarının ton cinsinden ifadesi.	Dhakal vd., 2015; Shi vd., 2016; Rafiee vd., 2016; Wang vd., 2017; Xiao, 2018; Rodrigues vd., 2018; Badi vd., 2019; Rani vd., 2020; Kargar vd., 2020; Mishra vd., 2020; Narayanamorthy vd., 2020; Tian vd., 2020; Ju vd., 2020; Di Maria vd., 2020; Manupati vd., 2021; Alharbi vd., 2021; Mi vd., 2021.
C23	Enerji Tüketimi	Kg atık başına tüketilen enerji miktarı	Büyüközkan ve Göçer, 2017; Ekmekçioğlu vd., 2010; Liu vd., 2021.
C24	Su Tüketimi	Kg atık başına tüketilen su miktarı	Hasan ve Rahman, 2018; Liu vd., 2021.
C25	Mikrobiyal İnaktivasyon	Tıbbi atıkların sterilize edilmesi amacıyla hastalık yapıcı mikroorganizmaları azaltma miktarı.	Chang ve Utama, 2020; Chen vd., 2021.
C26	Kaynak Kurtarma Yeteneği	Bertaraf teknolojisinin, atık miktarını azaltmak ve değerli ürün yaratmak amacıyla atıkları girdi olarak kullanma miktarı	Makan ve Fadili, 2020; Chauhan ve Singh, 2021.
C27	Tehlikeli Malzeme Kullanımı	Atık bertarafı sırasında kullanılan tehlikeli malzeme kullanım oranı	Hasan ve Rahman, 2018; Kenny vd., 2021.
C28	Bertaraf Etkinliği	Bertaraf teknolojisinin; atık azaltma, geri dönüşüm ve yeniden kullanım potansiyeli.	Ju vd., 2020; Liu vd., 2021; Mi vd., 2021.

3.2.3. Teknik Kriterler

Avrupa'daki tıbbi atık yönetim sistemlerinde çok sayıda teknolojik alternatif ve yasal düzenlemelerin bulunması; küresel sürdürülebilirlik noktasında çevresel, ekonomik, sosyal ve teknik kriterin değerlendirilmesine neden olmuştur. Bu nedenle atık geri dönüşüm, atık arıtım ve bertarafını destekleyen kriterlere ulaşmak, sürdürülebilir bir yönetim sistemi oluşturmak ile mümkün olabilmektedir.

Atıkların yönetiminde ele alınan teknik hususlar; bertaraf işlemlerinde basitleştirme, atık bertaraf tesislerinde enerji verimliliğinin artırılması, mineral gübrelere alternatif olarak topraklarda organik gübrelerin kullanımının teşvik edilmesi ve kaynak tüketimini azaltmak şeklinde ele alınmıştır (Pires vd., 2011, s. 1036). Çevre sağlığı için en önemli sorunlardan biri güvenli ve sürdürülebilir bir tıbbi atık yönetim sisteminin sağlanmasıdır. Tıbbi atık yönetimi ile ilgili bir çerçeve belirmeye yönelik yapılan bir çalışmada, atık bertarafı ile ilgili kriterler; atık ayırma, atık toplama ve depolama, atık bertarafı, çevresel halk sağlığı/mesleki güvenlik uygulamaları ve kapasite geliştirme olarak değerlendirilmiştir (Etim vd., 2021, s. 2). Çalışmamız kapsamında incelenen teknik kriterlere Tablo 3'te yer verilmiştir.

Tablo 3. Atık Bertaraf Teknolojilerinin Seçiminde Değerlendirilen Teknik Kriterler

	Kriter	Açıklama	Literatür
C31	Teknik Güvenilirlik	Bertaraf teknolojisinin teknik olarak güvenilir olma durumu.	Adar ve Delice, 2019; Makan ve Fadili, 2020; Mi vd., 2021.
C32	Hacim Azaltma	Atık bertaraf teknolojisinin atık kütlesini azaltabilme oranı. (ton başına)	Baaki vd., 2020; Chang ve Utama, 2020.
C33	Otomasyon Seviyesi	Sistemin otomasyon seviyesi ve karmaşıklığı.	Ju vd., 2020; Makan ve Fadili, 2020; Liu vd., 2021.
C34	Bertaraf Sistem Kapasitesi	Birim zamanda işlenen atık miktarı. (ton) (kg/saat)	Arıkan vd. 2015; Narayanamorthy vd., 2020.
C35	Kalifiye İnsan Kaynağı Gereksinimi	Atık bertaraf tesisleri için gerekli olan kalifiye personel sayısı.	Makan ve Fadili, 2020; Torkayesh vd., 2021.
C36	Bertaraf Süresi	Ton başına bertaraf süresi.	Voudrias, 2016.
C37	Bertaraf Edilebilen Atık Çeşidi	Bertaraf teknolojisinin atık türlerinde etkili olma durumu (katı atık - sıvı atık)	Jiang vd., 2012; Büyüközkan ve Göçer, 2017.

3.2.4. Ergonomik Kriterler

Atık bertarafı süreci; ağır yüklerin sık sık kaldırılması, çok tekrarlı görevlerin yerine getirilmesi ve uzun çalışma süreleri gibi unsurlar nedeniyle, kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına ve kronik yaralanmalara yol açabilecek önemli risk faktörlerini içerebilmektedir. Otomasyon sisteminin düşük olduğu bertaraf teknolojilerinde; kas-iskelet sistemi risklerine ek olarak, açık havada çalışma koşulları, hava ve gürültü kirliliği gibi nedenlerle mesleki rahatsızlıklara da neden olabilmektedir (Battini vd., 2018, s. 840).

Atık bertarafında ergonomik kriterler, fiziksel olarak zorlayıcı işlerde güvenliğin ve sağlığın sürdürülebilirliği için önem teşkil etmektedir. Çalışanların maruz kaldığı fiziksel iş yüküne neden olan ergonomik risk düzeylerinin belirlenmesinde; çalışma alanının fiziksel koşulları, gürültü düzeyi, aydınlatma seviyesi, vücut duruşu, dinlenme süresi gibi çeşitli faktörler dikkate alınmaktadır (Delice ve Can, 2020, s. 1). Çalışmamızda değerlendirilen ergonomik kriterlere Tablo 4'te yer verilmiştir.

Tablo 4. Atık Bertaraf Teknolojilerinin Seçiminde Değerlendirilen Ergonomik Kriterler

Kriter	Açıklama	Literatür
C41 Gürültü	Bertaraf işlemi sırasında tesis içi gürültünün miktarı. (Lgag cinsinden ölçülür.)	Dursun vd., 2011; Özkan vd., 2013; Rafiee vd., 2016; Hasan ve Rahman, 2018; Xiao vd., 2018; Geetha vd., 2019; Narayanamorthy vd., 2020; Yıldız vd., 2020.
C42 Koku	Standart koşullardaki 1 m3 gaz içinde bulunan koku birimi. (Koku konsantrasyonu, KB/m3 olarak ifade edilmektedir.)	Dursun vd., 2011; Rafiee vd., 2016; Hasan ve Rahman, 2018; Geetha vd., 2019; Makan ve Fadili, 2020.
C43 Çalışan Riskleri	Çalışanların riske maruz kalması, bulaşıcı atıkların işlenmesi sırasında çalışanların karşılaştığı riskin kritiklik derecesi.	Mi vd., 2021; Belhadi vd., 2020; Dursun vd., 2011; Jiang vd., 2012; Rafiee vd., 2016; Hasan ve Rahman, 2018; Rodrigues vd., 2018; Xiao, 2018; Kargar vd., 2020; Li vd., 2020; Tahaur, 2020; Tian vd., 2020; Wu vd., 2021.

3.2.5. Emisyon Kriterleri

Atık bertarafında, Uluslararası anlaşma ve yasal mevzuatlara tabi olunması, yeşil hastane uygulamaları kapsamında emisyon kriterinin önem teşkil etmesine neden olmaktadır. Chang vd. (2024), sürdürülebilirliği sağlamak ve küresel çevre standartlarına uyumu desteklemek amacıyla, atık yönetimine yönelik yatırımlarda çevresel etkilerin önceliklendirilmesi gerektiğini ele almışlardır. Çalışmada; su kaynağı kullanımı, hava emisyonları, sera gazı emisyonları, yenilenebilir enerji kaynağı ve atık yönetimi dahil olmak üzere çevresel ve emisyon kriterlerinin altındaki göstergelerin sürdürülebilirlik ile ilgili gelişimi üzerinde en önemli etkiyi yarattığı belirtilmiştir. Xu vd. (2025) tarafından yapılan bir araştırmada, etkin şekilde yönetilemeyen atık bertaraf uygulamalarının, gelişmekte olan ülkelerde insanları tehlikeli atıklara maruz bırakarak ciddi sağlık tehditleri oluşturduğunu ve bu atıkların hem insan sağlığı hem de ekosistemler açısından

önemli riskler barındırdığı belirtilmişlerdir. Çalışmamızda, değerlendirilen emisyon kriterlerine Tablo 5'te yer verilmiştir.

Tablo 5. Atık Bertaraf Teknolojilerinin Seçiminde Değerlendirilen Emisyon Kriterleri

Kriter		Açıklama	Literatür
C51	İnsan Toksisitesi	İnsan toksisitesi, toksik maddelerin, insan sağlığı üzerindeki etkilerdir. Cıva (Hg), Kurşun (Pb) oranının ölçülmesi ile tespit edilmektedir.	Dursun 2011; Menikpura vd., 2012; Özkan, 2013; Winfeld ve Brooks, 2015; Rafiee vd., 2016; Thakur ve A Ramesh, 2017; Xiao, 2018; Alam ve Mosharraf, 2019; Li vd., 2020. Di Maria, 2020; Kılıç ve Kuzu, 2021; Alamu vd., 2021; Mi vd., 2021.
C52	Su Ekotoksisitesi	Yer altı sularına salınan tehlikeli atık miktarıdır. Su tokisitesine yol açan kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), cıva (Hg), krom (Cr) oranlarına bakılarak tespit edilmektedir.	Karagiannidis vd., 2010; Dursun vd., 2011; Menikpura vd., 2012; Ökten vd., 2015; Rafiee vd., 2016; Hasan ve Rahman, 2018; Tian vd., 2020; Belhadi vd., 2020; Wu vd., 2021.
C53	Karasal Ekotoksisite	Katı atıkların uygun olmayan şekilde arıtılması, karasal ekotoksisiteye neden olmaktadır. Cıva (Hg), kurşun (Pb), nikel(Ni), kadmiyum (Cd), krom (Cr), alüminyum (Al), bakır (Cu), çinko (Zn) gibi ağır metal oranlarına bakılarak tespit edilmktedir.	Dursun vd., 2011; Özkan, 2013; Rafiee vd., 2016; Hasan ve Rahman, 2018; Geetha vd., 2019.
C54	Hava Toksisitesi	Bertaraf sırasında oluşan baca gazları, Ozon (O3), Kükürt dioksit (SO2), Nitrojen dioksit (NOx) gibi hava kirletici oranına bakılarak tespit edilmektedir.	Karagiannidis vd., 2010; Menikpura vd., 2012; Arıkan vd., 2015; Rafiee vd., 2016; Geetha vd., 2019; Tian vd., 2020; Wu vd.,2021.

3.2.6. Sosyal Kriterler

Atık yönetimi, faaliyetleri toplumu etkileyen kritik bir sektördür. Atık bertaraf teknolojilerinin toplumsal olarak kabul edilebilirliğine ilişkin sorunlar, sera gazı emisyonları ile kara, hava ve su kirleticileri gibi çevresel etkiler; kamuoyunda kaygılara yol açabilmektedir. Atık yönetiminde ÇKKV yöntemleri ağırlıklı olarak çevresel ve ekonomik kriterler üzerinde yoğunlaşmaktadır. Ancak sürdürülebilirlik çerçevesinde ele alınmasına rağmen sosyal faktörlerle ilgili kriterler, çalışmalarda ihmal edilmektedir (Klemes, 2020, s. 5). Bu durum, söz konusu kriterlerin nesnel ya da öznel nitelikte olmasına bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Sosyal kriterlerin ölçümü, sayısal olarak ölçülebilen kriterlere göre daha zordur (Gutierrez Lopez, 2023, s. 9).

Çalışma kapsamında değerlendirilen sosyal kriterler üç boyutta incelenmiş olup; kriter açıklamaları ve literatür taramasına ait bilgiler Tablo 6'da yer almaktadır.

Tablo 6. Atık Bertaraf Teknolojilerinin Seçiminde Değerlendirilen Sosyal Kriterler

Kriter		Açıklama	Literatür
C61	Halk tarafından Kabul Edilebilirlik	Bertaraf teknolojisinin çevre ve insan sağlığına yönelik uygulamalarının sosyal çevre tarafından kabul edilmesi.	Ju vd., 2020; Manupati vd., 2021.
C62	İstihdam Yaratma	Bertaraf sisteminde çalışan personel sayısı.	Büyüközkan ve Göçer, 2017; Belhadi vd., 2020.
C63	Çevre Politikasına Uyum	Çok taraflı çevre anlaşmalarına uyum, DSÖ politikalarıyla tutarlılık.	Dursun vd., 2011; Jiang, 2012; Li vd., 2019.

3.3. Tıbbi Atık Bertaraf Teknolojileri

Tıbbi atık bertarafında en uygun teknolojinin seçimi, hem nicel hem de nitel çelişkili kriterleri içermesi nedeniyle, ÇKKV bağlamında karmaşık bir problem olarak değerlendirilmektedir. Bu problemi çözebilmek amacıyla, ilgili literatür taranarak tez kapsamında dikkate alınabilecek atık bertaraf teknolojileri tespit edilmeye çalışılmıştır.

Tıbbi atık bertarafında en sık kullanılan yöntemlerin; yakma, buhar sterilizasyonu, mikrodalga ve kimyasal dezenfeksiyon yöntemleri olduğu belirtilmiştir (Bendjoudi vd., 2009, s. 2). Rahmani vd. (2020) bertaraf teknolojilerin sürdürülebilirlik değerlendirmesi ile en uygun atık bertaraf alternatifine ait seçiminin yapılmasının amaçladığı araştırmada, en çok tercih edilen bertaraf yöntemlerini sırasıyla; hidroklav, otoklav, yakma ve kimyasal dezenfeksiyon olarak ele almışlardır.

Mishra vd. (2020) 6 hastane üzerinde yaptıkları bir çalışmada, tıbbi alternatif atık bertaraf yöntemlerini; yakma, buhar sterilizasyonu, mikrodalga ve arazide bertaraf olarak 4 boyutta incelemişlerdir. İlyas vd. (2020) atık bertarafında, yüksek sıcaklıkta piroliz tekniği ve orta sıcaklıkta mikrodalga tekniği olmak üzere başlıca iki tür termal teknoloji olduğu belirtmişlerdir. Fletcher vd. (2021), 2005–2020 yılları arasında yayımlanan 339 makaleyi incelemiş ve bu çalışmaların büyük çoğunluğunda düzenli depolama ve yakma teknolojilerinin yaygın olarak kullanıldığını belirtmişlerdir. Liu vd. (2021) yakma, kimyasal dezenfeksiyon, mikrodalga, otoklavlama ve ters polimerizasyon olarak 5 atık

bertaraf yöntemini incelemişlerdir. Manupati vd. (2021) ise atık bertaraf teknolojilerinin seçiminde etkili olan 8 teknolojiyi; buhar sterilizasyonu, mikrodalga, kimyasal dezenfeksiyon, yakma, plazma piroliz, dondurarak kurutma, kapsülleme ve düzenli depolama olarak ele almışlardır.

Zhao vd. (2021) atık bertarafının çevresel etkileri üzerine yaptıkları bir araştırmada, yakma işleminin çevreyi yüksek oranda olumsuz etkileyen bir bertaraf yöntemi olduğunu ve buhar sterilizasyonu ile mikrodalga teknolojisinin olumlu çevresel etkiye sahip olduğunu saptamışlardır. Ding vd. (2021), Çin'de tıbbi atıkların bertarafı için kullanılan yöntemlerin; düzenli depolama, yakma ve kompostlama olduğunu değerlendirmişlerdir. Ayrıca Hantoko vd. (2021) tehlikeli atıkların bertarafında; termal tabanlı teknolojiler, mikrodalga ve buharla sterilizasyon yöntemlerinin yaygın olarak kullanıldığını belirtmişlerdir. Mir vd. (2021) tarafından tıbbi atık yönetiminde yeni yaklaşımların; atık önleme, atık azaltma, yeniden kullanım, geri kazanım, geri dönüşüm, kompostlama, enerji geri kazanımlı yakma, geri kazanımsız yakma ve düzenli depolama olduğunu tespit etmişlerdir.

Tez çalışmamız çerçevesinde kapsamlı literatür taraması yapıldığından tıbbi atık bertarafı hakkında 61 adet teknolojiye rastlanmıştır. En sık kullanılan ve bu tezde ele alınan 11 teknolojiye ait açıklamalara Tablo 7'de yer verilmiştir.

Tablo 7. Tıbbi Atık Bertaraf Teknolojileri

Sıra	Atık Bertaraf Teknolojileri	Açıklama	Literatür
A1	Yakma	Atıkların çok yüksek sıcaklıkta (800-1200 °C) yakılarak küle dönüştürülmesi işlemidir.	Yang vd., 2009; Abah ve Ohimain, 2011; Abor, 2012; Castaldi vd., 2014; Li vd., 2019; Ding vd. 2021; Liu vd., 2021; Manupati vd., 2021; Ahmad vd., 2021.
A2	Buhar Sterilizasyonu	Basınç altında doymuş buhar uygulaması yoluyla mikroorganizmaları etkisiz hale getirme işlemidir.	Insa vd. 2010; Liu vd. 2013; Ökten vd., 2015; Hossain vd., 2015; Capoor ve Bhowmik, 2017; Oyekale vd., 2017; Mishra vd., 2020; Thakur vd., 2021; Khoo vd. 2021; Das vd., 2021.
A3	Mikrodalga	Elektromanyetik dalgaların, atığın içindeki su moleküllerini yüksek hızda titreştirip ısı oluşturarak sterilize etmesi işlemidir.	Bendjoudi vd., 2009; Özkan, 2013; Soares vd., 2013; Liu vd. 2013; Ökten vd., 2015; Li vd., 2019; Khan vd., 2019; Liu vd., 2021; Ranjbari vd., 2022.
A4	Hidroklav	Yenilikçi bir teknolojidir. Sistem, yaklaşık 20 dakika 132 ◦C buhar basıncında çalışmaktadır.	Karagiannidis vd., 2010; Rafiee vd., 2016; Rahmani vd., 2020; Kargar vd., 2020; Iyer vd., 2021.

A5	Kimyasal Dezenfeksiyon	Sodyum hipoklorit gibi solüsyonlar ile atıkların dezenfekte edilmesi işlemidir.	Diaz vd., 2005; Bendjoudi vd., 2009; Insa vd., 2010; Hinduja ve Pandey, 2019; Geetha vd., 2019; Chang vd., 2020; Liu vd., 2021; Goswami vd., 2021.
A6	Plazma Piroliz	Atıkların, 1200-3000 ℃ yüksek bir sıcaklığa ulaşabilen bir kızdırma deşarjı yardımı ile hızla susuzlaştırılarak ısıtılması teknolojisidir.	Arıkan vd., 2015; Vlachokostas vd., 2020; Ju vd., 2020; Makan vd., 2020; Hantoko vd., 2021, Dharmaraj vd., 2021.
A7	Düzenli Depolama	Yakılması ya da geri kazanımı uygun olmayan atıkların depolanması işlemidir.	Castaldi, 2014; Hariz vd., 2017; Chang ve Utama, 2020; Chen vd., 2020; Baaki vd., 2020; Mishra vd., 2020; Torkayesh vd., 2021; Ding vd., 2021.
A8	Kompostlama	Organik maddelerin humus açısından zengin kompost üretmek için biyolojik olarak parçalanması ile ilgili bir teknolojidir.	Ekmekçioğlu vd., 2010; Castaldi, 2014; Arıkan vd., 2015; Alam vd., 2019; Ding vd., 2021; Mir vd., 2021; Sebastian vd., 2021.
A9	Gazlaştırma	Katı ve sıvı atıkların 800-1200 derecede ve kontrollü oksijen ortamında, sentetik gaz üretmek üzere parçalandığı termokimyasal bir dönüşüm teknolojisidir.	Astrup vd., 2014; Lee vd., 2016; Wang vd., 2017; Tian vd., 2020; Chanthakett vd., 2021;Torkayesh vd., 2021.
A10	Derin Gömme	Bertaraf edilecek atıkların derin çukurlara konulduktan sonra üzerinin kireçle kaplanarak toprakla doldurulduğu bir işlemdir.	Diaz vd., 2005; Mohamed vd., 2009; Olaifa vd., 2018; Bhalla vd., 2019; Narayanamoorthy, 2020; Behera, 2021.
A11	Geri Dönüşüm	Katı atık içinde yer alan metal, kağıt, cam ve plastik gibi materyallerden ikinci bir ürün elde edilmesi işlemidir.	Insa vd., 2010; Lee vd., 2016; Ferronato vd., 2019; Khan vd., 2019; Tezel ve Yıldız, 2020; Kenny ve Priyadarshini, 2021.

Çalışmada ele alınan 11 bertaraf teknolojisi, takip eden bölümlerde açıklanmıştır.

3.3.1. Yakma

Atıkların 800-1200 ℃ 'de yakılarak küle dönüştürülmesi işlemidir. Mikrobiyal inaktivasyon bakımından en etkili, enerji geri kazanım oranı en yüksek olan yöntemlerden biridir. Yanma teknolojisinde atık hacmi ve ağırlığını önemli ölçüde azaltılmakta ve bertaraf sistem kapasitesinin yüksek olmasından dolayı günde yüzlerce ton atık bertaraf edilebilmektedir (Manupati vd., 2021, s. 7).



Şekil 2. Yakma Teknolojisi (URL-1, 2025)

Atıkların yüksek derecelerde yakılması ile azot oksitler, kanserojen emisyon, yüksek partikül madde, küllerden kaynaklanan yüksek katı kalıntılar, hidrojen klorür, cıva, kurşun, arsenik ve kadmiyum gibi metaller; yüksek emisyon oranına neden olmaktadır (Onyango vd., 2024, s. 8547). Atık alma ve depolama (atık bölümü, atık vinci), yanma ve kazan (besleme hunisi, hava sistemleri, kazan tamburu), baca gazı arıtımı (reaktör, susturucu, kumaş filtresi), enerji geri kazanımı (hava soğutmalı kondenser, türbin, trafo), kalıntı işleme, kül yönetimi (uçucu kül siloları, taban külü konveyörü, torbalı filtre) gibi yüksek düzeyde altyapı ve kalifiye eleman gereksinimi bulunması nedeniyle; yakma teknolojisinin maliyetleri yüksektir (Sanito vd., 2024, s. 76). Plazma piroliz teknolojisi ile birlikte en fazla enerji tüketen yöntemlerden biridir (Ding vd., 2021, s. 3).

3.3.2. Buhar Sterilizasyonu

Basınç altında doymuş buhar tarafından üretilen ısı yoluyla mikroorganizmaları etkisiz hale getirme işlemidir. 120-150 °C ‘de yüksek basınç ile çalışan ve çalışma prensibi tamamen su buharına dayanan bir teknolojidir. Bu teknolojide cihaz, buhar ceketi ile çevrili bir metal bölmeden oluşmaktadır. Buhar ise cihazın dış cekette yer alan kısmına ve iç bölmeye verilmektedir. Yüksek nem, ısı transferini kolaylaştırmaktadır (Rutala ve Weber, 2014, s. 3301). Bu teknolojide atıklar, 30 dakika boyunca 121°C veya 5 dakika boyunca 134 °C’de sterilize edilmektedir. (Loibl vd., 2017, s. 4). Hossain vd. (2012) yakma teknolojisine alternatif bir teknoloji belirlemek amacıyla katı atıklardaki bakterileri sterilize etmek için buhar sterilizasyon teknolojisini kullanmışlardır. Araştırma sonucuna göre temas süresi ve sıcaklığın artmasıyla hayatta kalan bakteri sayısının azaldığı tespit edilmiştir. Bu teknoloji, güvenilir ve kolay kontrol edilebilir süreçlere sahip olması nedeni ile sağlık tesislerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kimyasal sterilizasyon yöntemlerine kıyasla toksik kalıntı riski taşımaması, düşük maliyetli olması

ve çevre dostu bir teknoloji olması nedeniyle küçük-orta kapasiteli sağlık kuruluşlarında tercih edilmektedir (Pascoe vd., 2020, s. 15).



Şekil 3. Buhar Sterilizasyon (URL-2, 2025)

Buhar sterilizasyon teknolojisinin mikrobiyal inaktivasyon miktarı, yakma temelli yöntemlere kıyasla daha düşük seviyededir. Buhar üretimi için yüksek miktarda elektrik ve su kullanımı gerekmekte olup; enfekte edici atıkların bertarafında buhar sterilizasyonunun kullanımı uygun değildir (Chiozzi vd., 2022, s. 6).

3.3.3. Mikrodalga

Mikrodalga teknolojisi, 2450 MHz frekans ile elektromanyetik dalgaların, materyalin içindeki su moleküllerini yüksek hızda titreştirerek ısı oluşturması temeline dayanmaktadır. Elektromanyetik dalga sterilizasyonunun prensibi; su, yağ ve protein tarafından emilme özelliğine sahip olmasıdır (Kollu, 2022, s. 734). Mikrobiyal hücreler tarafından elektromanyetik dalga yüksek frekanslı salınımının enerji alanına yerleştirilmekte; böylece mikroorganizmaların sıvı molekülleri elektrik alanının frekansında titreşmektedir. Bu titreşim, hücre zarındaki enerjinin hızla artmasına neden olarak yüksek sıcaklık neticesinde tıbbi atıktaki patojenleri öldürmektedir (Xu vd., 2020, s. 4). Elektromanyetik dalga işleminden sonra tıbbi atık, evsel atık olarak çöp sahasına gönderilebilmektedir.

Mikrodalga teknolojisinin, yerinde dezenfeksiyon yapılmasına olanak tanıması ve taşınabilir olması nedeniyle yüksek atık hacmine sahip olmayan sağlık kuruluşlarında kullanımı uygundur. Bu teknoloji, düşük sıvı/nem içeriğine sahip homojen olmayan atıkların bertarafına olanak sağlamakta olup; toksik yan üretimi olmaması nedeniyle de çevre dostudur. Enerji maliyetleri ve çevresel yönler açısından, mikrodalga cihazlarının buharlı sterilizasyon yöntemlerine kıyasla belirgin avantajları vardır (Ranjbari vd., 2022, s. 8). Ayrıca gelişmiş mikrodalga teknolojilerinin enerji ve su tüketimi ve cihaz

maliyetlerinin, buharlı sterilizasyon yöntemlerine göre daha düşük olduğu görülmüştür (Zimmermann, 2018, s. 8).



Şekil 4. Mikrodalga Teknolojisi (URL-3, 2025)

Ancak mikrodalga teknolojisinin atık bertarafı sonrasında hacim azaltma etkisi sınırlıdır ve patolojik içerikli tehlikeli kimyasalların bertarafında etkili bir yöntem olarak değerlendirilmemektedir.

3.3.4. Hidroklav

Buharla sterilizasyon yöntemi ile atığı parçalayan karıştırma/parçalama kanatlarını birleştiren bir tür buhar bazlı arıtma sistemidir. Makinenin içini ısıtmak için buharın dış cekete enjekte edildiği çift cidarlı bir tanktır. Bu ısıtma, atıkta bulunan nemin buharlaşmasını sağlayarak basıncı arttırmaktadır. Buhar işleme kabının içine yerleştirilen ve bir çubukla döndürülen kürekler, atıkların makinenin iç duvarlarına çarpmasını sağlayarak atığın karışmasını ve parçalanmasını sağlamaktadır (Maamari vd., 2016, s. 463). Hidroklav, yüksek sıcaklıklarda (121–135°C) basınçlı buhar kullanarak tıbbi atıkları sterilize etmekte, buharın yüksek basıncı ve sıcaklığı ile mikroorganizma ve virüsleri yok etmektedir (Mousavi vd., 2025, s. 6).



Şekil 5. Hidroklav Teknolojisi (URL-4, 2025)

Yakma ve kimyasal bertaraf yöntemleri ile kıyaslandığında hidroklav teknolojisinin en uygun tercih olduğu ve teknik uygunluk açısından hidroklav ile yakma teknolojisi arasında önemli bir fark olmadığını görülmüştür (Rafiee vd., 2016, s. 1). Hidroklav teknolojisi, yüksek yatırım maliyeti, kullanımı için özel eğitimli personele duyulan ihtiyaç ve otomasyon seviyesinin yüksekliği gibi nedenlerle genellikle büyük ölçekli sağlık kuruluşları tarafından tercih edilmektedir.

3.3.5. Kimyasal Dezenfeksiyon

Tıbbi atıklarda bulunan patojenleri; formaldehit, sodyum hipoklorit, klor dioksit, perasetik asit kimyasal ajanlar aracılığıyla yok etmeyi amaçlayan biyolojik bir inaktivasyon yöntemidir. Sıvı formda uygulanan dezenfektanlar, DNA ve proteinleri okside ederek hücre ölümüne neden olmaktadır. Bu teknoloji, kimyasal dezenfektanın etkisini artırmak amacıyla genellikle atığın parçalanması, öğütülmesi veya karıştırılması işlemlerini içermektedir (WHO, 2014, s. 106). Sıvı sistemlerde ise, atık su giderme ünitesinden geçirilerek dezenfektanın ayrıştırılması ve geri kazanılması sağlanabilmektedir.

Kimyasal işleme yönelik olarak kesici-delici nesneleri, kanı veya diğer vücut sıvılarını katı bir matris içinde stabilize edebilen kapsülleme bileşikleri de kullanılmaktadır. Kimyasal işleme yönelik bir diğer örnek ise; ısıtılmış alkali çözeltiler kullanılarak doku, patolojik atık, anatomik parça ve hayvan karkaslarının paslanmaz çelik tanklarda parçalandığı sistemlerdir (Geetha vd., 2019, s. 8).



Şekil 6. Kimyasal Dezenfeksiyon (URL-5, 2025)

Kimyasal dezenfeksiyon; kan, idrar, dışkı veya hastane kanalizasyonu gibi sıvı atıkların arıtımı için en uygun olan bertaraf yöntemidir. Ancak kimyasal dezenfeksiyon esnasında

kullanılan güçlü dezenfektanlar tehlikeli ve toksik olabilmektedir. Kimyasal reaksiyonlar sonucunda ortaya çıkan gazlar, toplum ve çevre sağlığı üzerinde olumsuz etkilere sahiptir. Bu nedenle, kullanıcıların eldiven, gözlük gibi kişisel koruyucu donanımlar kullanmaları gerekmektedir (Goswami, 2021, s. 9). Toksik gaz emisyonlarına maruz kalma durumu, üreme ve gelişim bozuklukları gibi insan sağlığı üzerinde ciddi risklerle ilişkilendirilmektedir. Bu tür gazlara maruziyet; bağışıklık sistemi, endokrin ve sinir sistemi üzerinde zararlı etkilere yol açabilmekte ve bunların birçoğu kanserojen olarak sınıflandırılmaktadır (WHO, 2017).

3.3.6. Plazma Piroliz

Yüksek sıcaklıkta plazma ortamında bulunan atıkların oksijensiz koşullarda ayrıştırılarak zararlı bileşenlerden arındırılmasını sağlayan termokimyasal bir bertaraf yöntemidir. Plazma, genellikle maddenin dördüncü hali olarak adlandırılan inert bir gazın iyonlaşmasıyla oluşan bir gaz bulutu şeklindedir. Plazma sistemi, çok sayıda pozitif ve negatif yüklü parçacık ve nötr parçacık içermektedir. Plazma sisteminde, inert gazı oluşturmak için bir elektrik akımı uygulanmakta ve bu gaz, 1/1000 saniye içinde 1200-3000 ℃ yüksek bir sıcaklığa ulaşabilen bir kızdırma deşarjı oluşturmak için enerji uygulanarak iyonize edilmektedir (Makan ve Fadili, 2020, s. 5). Bu teknoloji ile atık hızla susuzlaştırılarak ısıtılmaktadır. Ayrışma ve hafifletme safhası ile yanıcı gazlar üretilmekte ve ikincil yanmadan sonra patojenik mikroorganizmaları yok edilmektedir. Plazma teknolojisi, tıbbi atıkları camsı katılara veya cürufa dönüştürebilmekte ve ürünler doğrudan bertaraf için depolama sahalarına gönderilebilmektedir (Vlachokostas vd., 2021, s. 5). Bu teknoloji, tıbbi atıkların güvenli, çevreci ve ileri teknoloji ile yok edilmesini hedeflemektedir. Atık hacmini %95 oranında azaltabilmekte ve üretilen sentez gazı, elektrik üretiminde kullanılmaktadır (Hantoko vd., 2021, s. 2).



Şekil 7. Plazma Piroliz Teknolojisi (URL-6, 2025)

Plazma ark jeneratörleri ve reaktör sistemleri pahalı olduğundan, yüksek kurulum maliyetine sahiptir. Otomasyon seviyesinin yüksek olması nedeniyle, bu teknolojinin kalifiye personel ihtiyacı vardır. Bu nedenle plazma piroliz teknolojisinin küçük/orta ölçekli sağlık kuruluşlarında kullanımı sınırlıdır.

3.3.7. Düzenli Depolama

Düzenli depolama tesisleri, toplanan katı atıkların günümüz teknik standartlara göre bertaraf edildiği sahalara verilen isimdir (Aydemir-Karadağ, 2019, s. 212). Katı atıkların bertarafında en sık başvurulan yöntemlerden biri düzenli depolamadır. Ekonomik olması, kolay uygulanabilirliği ve uygunluk kriterlerini karşılaması nedeniyle sıklıkla tercih edilen bertaraf teknolojilerinden biridir. Depo gazından enerji elde edilmesi, otomasyon seviyesinin düşük olması, büyük hacimli atıkların bertaraf edilmesine olanak sağlaması ve nihai bir bertaraf yöntemi olması; düzenli depolamanın öne çıkan üstünlükleridir. (Acar ve Suscan, 2023, s. 61).



Şekil 8. Düzenli Depolama Teknolojisi (URL-7, 2025)

Ancak depolama sahalarında oluşan sızıntı suyunun ve gaz emisyonlarının çevreye zarar verme riski bulunmaktadır. Uygun şekilde sterilize edilmeden gömülen atıklar, enfeksiyon riski taşımaktadır. Düzenli depolama teknolojisi geniş alan gerektirmektedir. Bu durum, çevredeki su ve toprak kaynakları açısından önemli çevresel riskler oluşturabilmektedir (Ma vd., 2022).

3.3.8. Kompostlama

Kompostlama, organik ve inorganik atıkların, bozuşturulmasını ve stabilizasyonunu sağlayan bir teknolojidir. Bu teknoloji ile toprak, verimleştirici gübre haline gelmektedir. (Ekinci-Özyardımcı ve Bilgin, 2023, s. 33). Atıkların içinde bulunan organik maddeler oksijensiz ortamda oksitlenmekte ve bir nevi humus elde edilmektedir. Prosesin zarar görmemesi için kompostlama işlemine sentetik ve plastik gibi materyaller ayrıştırıldıktan

sonra başlanmalıdır. İşlem neticesinde elde edilen kompost, tarımsal faaliyetlerde kullanılabilecek bir ürün haline dönüştürülerek, verimliliğin artmasına neden olmaktadır (Kuloğlu-Genç ve Mercan, 2024, s. 406).



Şekil 9. Kompostlama Teknolojisi (URL-8, 2025)

Kompostlama teknolojisinde alan ve altyapı gereksinimi bulunmaktadır. Sürecin uygun şeklilde yönetilememesi durumunda koku ve haşere sorunu yaşanabilir. Ayrıca enfekte edici atıklarda kullanılması uygun değildir (Sebastian ve Louis, 2021, s. 10).

3.3.9. Gazlaştırma

Termal gazlaştırma,; katı bir hammaddenin, esas olarak metan, karbondioksit, karbon monoksit, hidrojen, katran içeren ve sentez gazı adı verilen bir gaz karışımına dönüştürülebildiği işlem olarak tanımlanmaktadır. Sentez gazı; yakıt, ısı kaynağı ve elektrik üretmek amacıyla kullanılabilmektedir (Torkayesh vd., 2021, s. 101). Termal gazlaştırma, karbon bazlı hammaddeleri bir dizi kimyasal reaksiyon yoluyla sentez gazına dönüştüren ekzotermik bir işlemden oluşmaktadır (Santos vd., 2022, s. 141).



Şekil 10. Gazlaştırma Teknolojisi (URL-9, 2025)

Gelecek vaat eden bir teknoloji olarak gazlaştırma teknolojisinde; akışkan yataklı reaktörler, hammadde esnekliği, yüksek sıcaklıklarda tutarlılık ve reaktörde hızlı ısıtma

gibi nedenlerle yüksek performanslı sentez gazı üretilmektedir. (Astrup, 2014, s. 7). Yüksek yatırım, altyapı ve işletme maliyeti nedeniyle küçük ölçekli sağlık kuruluşları tarafından tercih edilmemektedir.

3.3.10. Derin Gömme

Tıbbi atıkların özellikle kırsal bölgelerde kontrollü bir şekilde toprağın altına gömülerek bertaraf edilmesi tekniğidir. WHO bu yöntemi yalnızca diğer teknolojilere erişimin olmadığı acil durumlar için önermektedir (Olaifa vd., 2018, s. 138). Derin gömme kapsamında en az 3 aylık olgunlaşmış belediye atığı alanında, 1-2 metre derinliğinde bir çukur kazılmaktadır. Bu çukur, çıkarılan aynı olgun belediye atığıyla tekrar doldurulmakta ve yaklaşık 30 cm kalınlığında bir ara toprak tabakası veya 1 metreye kadar çıkan üst toprak örtüsü ile kapatılmaktadır. Bu alanlarda da atık toplayıcıların erişimi kesinlikle engellenmelidir (WHO, 2014, s. 114). Elektrik, tesisat veya kimyasal işlem gerektirmediğinden; ilk maliyeti düşüktür.



Şekil 11. Derin Gömme Teknolojisi (URL-10, 2025)

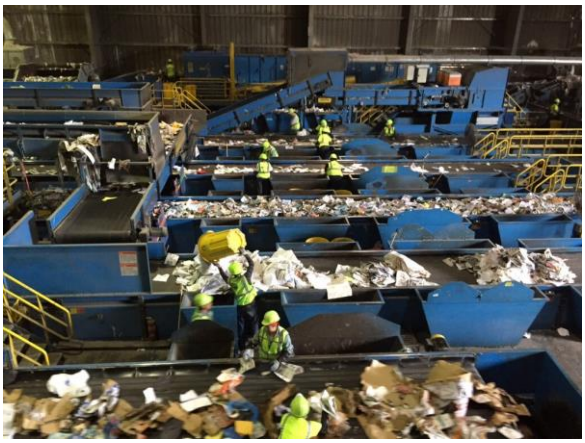
Ancak bu yöntemde yeraltı suyunun kirlenme riski vardır. Dış ortama, sızıntı su geçişini en aza indirmek için zemin ve yan yüzeylerin yeterli şekilde yalıtılması gerekmektedir.

3.3.11. Geri Dönüşüm

Atıkların fiziksel, kimyasal ve biyolojik işlemler ile tekrar kullanılabilir hammaddeye dönüştürülmesini ifade etmektedir. İşlem öncesinde atıkların mutlak surette ayrıştırılarak dezenfekte edilmesi gerekmektedir. Tek kullanımlık iğne, şırınga, serum torbası gibi plastiklerin; cam eşyalar, metal aletler ve karton ambalajların uygun işlemler neticesinde üretim döngüsüne dahil edilmesi gerekmektedir (Khan vd., 2019, s. 869).

Geri dönüşüm, sürdürülebilirlik ilkeleri çerçevesinde değerlendirildiğinde atık hacmini azaltmakta, hammadde ihtiyacını düşürmekte ve karbon ayak izini azaltarak çevresel

katkı sağlamaktadır. Ayrıca, yeniden kullanılabilir malzeme elde edilmesi, ekonomik kazanım potansiyelini de beraberinde getirmektedir.



Şekil 12. Geri Dönüşüm Teknolojisi (URL-11, 2025)

Geri dönüşüm teknolojileri; işlem öncesi sterilizasyon, enerji, ekipman ihtiyacı ve tehlikeli atıklar ile kontamine olan malzemelerin ayrıştırılması hususları ile birlikte teknik ekonomik açıdan belirli zorunluluklar getirmektedir. Halk sağlığı yönünden sürecin güvenli olarak yürütülmesi, yasal düzenlemelere uygunluğun sağlanması önemlidir. Patolojik ve enfekte edici atıklar, geri dönüşüm teknolojileri için uygun değildir (Kenny ve Priyadarshini, 2021, s. 8).

4. KULLANILAN YÖNTEMLER

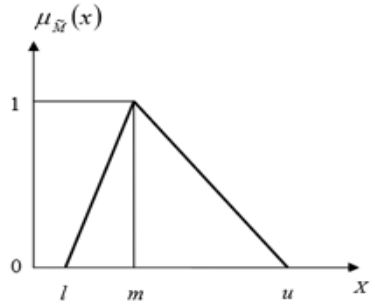
Çalışmamız kapsamında kullanılan karar verme yöntemleri; Geliştirilmiş Bulanık Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi (IMF-SWARA), Bulanık Ağırlıklı Birleşik Toplu Çarpım Değerlendirmesi (Bulanık WASPAS), Bulanık Kombine Uzlaşmacı Çözüm (Bulanık CoCoSo) yöntemleridir. Bulanık WASPAS ve Bulanık CoCoSo ile elde edilen sonuçların bütünleştirilmesi için ise COPELAND yöntemi kullanılmıştır.

4.1. Bulanık Küme Teorisi

Bulanık küme teorisi karar verme sürecinde kesin olmayan, yaklaşık bilgilerin kullanılmasına imkân tanımakta ve belirsiz birçok problemin matematiksel olarak formüle edilmesini sağlamaktadır. (Bahadır, 2017, s. 28). Bulanık Küme Teorisi kavramı, Zadeh (1965) tarafından Bulanık Kümeler adlı makalesini yayınlamasıyla birlikte literatüre kazandırılmıştır. Bulanık küme teorisi, belirsizlik ve belirsizlikle başa çıkmak için dilsel değerlendirmeler içerdiğinden; yaygın olarak uygulanan etkili bir araçtır (Perçin, 2019, s. 532).

4.2. Üçgensel Bulanık Sayılar

Üçgensel bulanık sayılar, gerçek sayıların kullanıldığı l, m, u harfleri ile ifade edilen 3 sayı ile karakterize edilmektedir. Burada l, m ve u parametreleri; mümkün olan en küçük değeri, en optimal değeri ve mümkün olan en büyük değeri göstermektedir (Karabasevic vd., 2016, s. 52). Üçgensel bulanık sayıların üyelik fonksiyonu, Şekil 13'te yer almaktadır.



Şekil 13. Üçgensel Bulanık Sayıların Üyelik Fonksiyonu

Kaynak: (Petrović, 2019, s. 4).

4.2.1. Üçgensel Bulanık Sayılarda Toplama İşlemi

Üçgensel bulanık sayılarda toplama işlemi, aşağıdaki kurallar dahilinde gerçekleştirilmektedir (Petrović vd., 2019, s. 458):

$$\tilde{A}_1 (+) \tilde{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) (+) (l_2, m_2, u_2) = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad (1)$$

4.2.2. Üçgensel Bulanık Sayılarda Çıkarma İşlemi

Üçgensel bulanık sayılarda çıkarma işlemi, denklem 2'de hesaplandığı şekilde yapılmaktadır (Zarbakhshnia vd., 2018, s. 9):

$$\tilde{A}_1 (-) \tilde{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) (-) (l_2, m_2, u_2) = (l_1 - u_2, m_1 - m_2, u_1 - l_2) \quad (2)$$

4.2.3. Üçgensel Bulanık Sayılarda Çarpma İşlemi

Üçgensel bulanık sayılarda çarpma işlemi, denklem 3'te gösterildiği gibi ele alınmaktadır (Petrović vd., 2019, s. 458):

$$\tilde{A}_1 (*) \tilde{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) (*) (l_2, m_2, u_2) = (l_1 \cdot l_2, m_1 \cdot m_2, u_1 \cdot u_2) \quad (3)$$

4.2.4. Üçgensel Bulanık Sayılarda Bölme İşlemi

Üçgensel bulanık sayılarda bölme işlemi, denklem 4'te gösterildiği gibi gerçekleştirilmektedir (Zarbakhshnia vd., 2018, s. 9):

$$\tilde{A}_1 (/) \tilde{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) (/) (l_2, m_2, u_2) = (l_1/u_2, m_1/m_2, u_1/l_2) \quad (4)$$

4.3. IMF-SWARA Yöntemi

Literatürde kriter ağırlık hesaplamaları için kullanılan çeşitli ÇKKV yöntemleri bulunmaktadır. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), kriter ağırlıklarını belirlemek için kullanılan en popüler yaklaşımlardan biridir (Ansari vd., 2020, s. 480). Ancak, AHP yöntemi kullanılarak yapılan değerlendirme, yalnızca uzman görüşleri uyum içindeyse ve tutarlılık derecesi belirlenen sınırlar içindeyse güvenilir kabul edilmektedir. Bu nedenle, yukarıdaki sorunları ele almak için, Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi (SWARA) yöntemi, 2010 yılında Keršuliene, Zavadskas ve Turskis tarafından geliştirilmiştir (Ansari vd., 2020, s. 480).

SWARA yöntemi, uzmanların kendi bilgi ve deneyimlerini dikkate alarak, özellikle kriter ağırlıklarının belirlenmesi sürecinde, uzman görüşlerinin değerlendirilmesinde kullanılan

bir yöntemdir. Nihai sıralama, alanında tecrübeli uzmanların görüşleri neticesinde şekillenmektedir. Sıralamada ilk kriter en önemli, son kriter ise önem derecesi en az olan kriter olarak kabul edilmektedir (Mardani vd., 2007, s. 273). Önerilen yöntem, karar alternatiflerini karakterize eden nitelik önemlerinin farklılıklarının değerlendirilmesine izin vermektedir.

Bulanık SWARA yönteminde, klasik SWARA yönteminden farklı olarak, kriterlerin ve/veya alternatiflerin karşılaştırılması aşamasında bulanık ifadeler kullanılmaktadır. Bulanık mantık üzerine kurulu olan bulanık SWARA yöntemi, karar verirken yaşanan güçlükler nedeniyle karmaşık hale gelen değerlendirme sürecinin daha etkin ve gerçeğe yakın yapılmasını sağlamaktadır (Akpınar, 2022, s. 110). Ağırlık belirleme sürecinde kriterlerin önem oranları hakkında uzman görüşlerini daha etkili bir şekilde yansıtabilme yeteneği, bu yöntemin ana unsurudur (Hashemkhani Zolfani ve Bahrami, 2014, s. 540).

Bulanık SWARA yöntemi, genellikle seçim kriterlerinin ağırlıklarını hesaplamak için kullanılmaktadır (Mardani vd., 2017). Ancak bulanık SWARA yönteminin mevcut durumu ile karar vericilerin bazı kriterlere eşit derecede önem vermesi mümkün olamamaktadır (Peker ve Görener, 2013, s. 1496). Geleneksel bulanık SWARA yöntemi, iki kriterin eşdeğer bulanık ağırlıklara sahip olabileceği durumları yansıtma yeteneğine sahip değildir (Keleş Tayşir vd., 2024, s. 2). Vrtagić vd. (2021), kriterler arası ikili karşılaştırma yapmak için kullanılan dilbilimsel ölçeğin yeterli olmadığını vurgulamış ve yöntemin eksikliğini gidermek için yeni bir ölçek kullanılmasını önermiştir. Bu kapsamda yeni bir yaklaşım olarak geliştirilmiş Geliştirilmiş Bulanık Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oranı Analizini (IMF-SWARA) tanıtmışlardır (Hashemkhani Zolfani vd., 2021, s. 1586). IMF-SWARA yöntemi, uzman görüşlerinin sistematik ve doğrudan ifade etmelerine olanak sağlayarak, değerlendirme sürecindeki tutarsızlık oluşumunun önüne geçilmesine yardımcı olmaktadır (Zolfani vd., 2013, s. 1). Söz konusu yöntem aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır (Vrtagić vd., 2021, s. 6; Starčević vd., 2022, s. 10):

Adım 1: Değerlendirme kriterlerinin azalan önem sırasına göre sıralanması

Değerlendirme kriterleri önem derecelerine göre sıralanır. En önemli kriter birinci sıraya, en önemsiz kriter ise en son sıraya atanmaktadır. (Ghasemi vd., 2021, s. 12). Tüm kriterler tanımladıktan sonra, beklenen önem derecelerine göre kriterler en önemli kriterden en az önemli kritere doğru sıralanmaktadır.

Adım 2: Kriterlerin göreli önem ağırlıklarının belirlenmesi

Ortalama değerin karşılaştırmalı önemi, s_j değeri ile ifade edilmektedir (Vojinović ve Stević, 2021, s. 445-446; Perçin, 2019, s. 534). Önceden belirlenmiş önem sırasına göre her bir kriter (sj), bir önceki kritere (s_j-1) göre görece olarak daha az önemli kabul edilmektedir ve bu karşılaştırma, bir sonraki kriter için tekrarlanarak devam etmektedir.

Bulanık SWARA yöntemindeki temel sorun, kriterlerin karşılaştırmalı önemini belirlemek için yetersiz bir ölçeğin uygulanmasıdır. Bu nedenle bulanık SWARA yöntemini geliştiren kilit nokta, geliştirilmiş bulanık SWARA (IMF-SWARA) yöntemi ile kriterlerin öneminin kesin olarak belirlenmesini sağlayan yeterli bir üçgensel bulanık sayı ölçeğinin geliştirilmesidir (Vrtagić, 2021, s. 6). IMF-SWARA yönteminde kullanılan üçgensel bulanık sayı ölçeği, Tablo 8 'de gösterilmektedir.

Tablo 8. IMF-SWARA Yönteminde Kullanılan Üçgensel Bulanık Sayı Ölçeği

Dilsel Değişken	Kısaltma	Bulanık Sayı Değerleri
Kesinlikle daha az önemli	ALS	(1, 1, 1)
Ağırlıklı olarak daha az önemli	DLS	(1/2,2/3,1)
Çok daha az önemli	MLS	(2/5,1/2,2/3)
Gerçekten daha az önemli	RLS	(1/3,2/5,1/2)
Daha az önemli	LS	(2/7,1/3,2/5)
Orta derecede daha az önemli	MDLS	(1/4,2/7,1/3)
Zayıf derecede daha az önemli	WLS	(2/9,1/4,2/7)
Eşit derecede önemli	ES	(0, 0, 0)

Kaynak: Vrtagić vd., 2021, s. 6.

Adım 3: Bulanık katsayının belirlenmesi

Kriterlerin ortak sıralamasında en önemli kriterin k_j katsayısı, 1 olarak atanmaktadır. k_j katsayıları, aşağıda yer alan 5 numaralı denklem ile gösterilmektedir.

$$\bar{k}_j = \begin{cases} \tilde{1}, & j = 1 \\ \tilde{s}_j + 1, & j > 1 \end{cases} \quad (5)$$

Adım 4: Önem vektörünün (q_j) denklemi ile hesaplanması

k_j katsayısı, 6 numaralı denklem ile hesaplanmaktadır.

$$\tilde{q}_j = \begin{cases} \tilde{1}, & j = 1 \\ \frac{\tilde{q}_{j-1}}{k_j}, & j > 1 \end{cases} \quad (6)$$

Adım 5: Bulanık ağırlık katsayılarının hesaplanması

$\tilde{w_j}$; *j*. kriterin bulanık ifade ile önemini göstermektedir. İfadeler üçgensel bulanık sayılar ile $l_1 \leq m_1 \leq u_1$ olacak şekilde A1= (l_1, m_1, u_1) şeklinde 7 numaralı denklemde gösterilmektedir.

$$\tilde{w}_j = \frac{\tilde{q}_j}{\sum_{j=1}^{n} \tilde{q}_j} \quad (7)$$

Adım 6: w_j'nin bulanık olmayan değerinin hesaplanması

Bulanık yapıda olması nedeniyle kriter ağırlıklarına ait durulaştırma işlemi 8 numaralı denklem ile gösterilmektedir.

$$w_j = \frac{w^l + 4w^m + w^u}{6} \quad (8)$$

Literatürde bulanık SWARA ile ilgili çalışmalara 2016 yılından itibaren rastlanmaktadır. Karabasevic vd. (2016) personel seçimine ilişkin olarak bulanık SWARA-ARAS yöntemini, Mavi vd. (2016) tersine lojistik sağlayıcı seçiminde bulanık SWARA-bulanık MOORA yöntemlerini, Zarbakhshnia vd. (2018) tersine lojistik tedarikçi seçiminde bulanık SWARA-bulanık COPRAS yöntemlerini, Petrovic vd. (2019) tedarikçi seçiminde bulanık SWARA-bulanık TOPSIS yöntemlerini kullanmış ve sonuçları bulanık WASPAS-bulanık ARAS yöntemleri ile karşılaştırmıştır.

Perçin (2019), dış kaynak sağlayıcı seçiminde bulanık SWARA-bulanık TOPSIS yöntemlerini uygulayarak sonuçları bulanık VIKOR-bulanık MOORA yöntemleri ile karşılaştırmışlardır. Mishra vd. (2020) sürdürülebilir biyoenerji üretim proseslerinin değerlendirilmesi konusu ile ilgili olarak bulanık SWARA-COPRAS yöntemlerini ele almıştır. Ulutaş vd. (2020), lojistik merkezi yer seçiminde bulanık SWARA-CoCoSo yöntemlerini uygulamışlardır. Ansari vd. (2020), tedarik zinciri risklerinin sıralanması hususuna ilişkin olarak bulanık SWARA- bulanık COPRAS yöntemlerini ele almışlardır.

Vrtagić vd. (2021) karayolu ağlarına ait parametrelerin değerlendirilmesinde bulanık SWARA-COPRAS yötnemlerini, Hashemkhani Zolfani vd. (2021) lojistik köylerin değerlendirilmesinde IMF SWARA-MABAC yöntemlerini, Ghasemi vd. (2021), sürdürülebilir sağlık turizmi destinasyon seçiminde bulanık SWARA-PROMETHEE yöntemlerini kullanmışlardır. Ghoushchi vd. (2021) tıbbi atıklar için depolama sahası seçiminde IF-SWARA-WASPAS yöntemlerini, Saraji vd. (2021) ise çevrimiçi eğitimin zorluklarının belirlenmesinde bulanık SWARA-MULTIMOORA yöntemlerini uygulamışlardır.

Starčević vd. (2022) makro ekonomik patrametrelerin değerlendirilmesi ile ilgili olarak IMF SWARA-CRADIS'i, Matić vd. (2022) inşaat makinelerinin seçiminde IMF SWARA-Rough MARCOS'u, Stevic vd. (2022) sürdürülebilir tedarik zinciri ile ilgili olarak IMF SWARA-bulanık COPRAS-bulanık MOORA yöntemlerini uygulamışlardır. Vojinović ve Stevic (2022) yerel sağlık sistemi analizinde IMF SWARA-PESTEL yöntemlerini, Akpınar (2022), bir sert krom kaplama sektörü için makine seçiminde bulanık SWARA- bulanık ARAS yöntemlerini ele almışlardır.

4.4. Bulanık WASPAS Yöntemi

WASPAS yöntemi, Zavadskas ve arkadaşları tarafından 2012 yılında Ağırlıklandırılmış Toplam Modeli (WSM) ve Ağırlıklandırılmış Çarpım Modelinin (WPM) kombinasyonu şeklinde geliştirilmiştir (Akçakanat vd., 2017, s. 290). Yöntem ile rüzgar türbini için yer seçimi, alışveriş merkezi yerleşimine karar verme, güneş enerjisi projeleri kapsamında yer seçimi, imalat, alternatif teknoloji seçimi ve akademik dergilerin performans sıralanması konuları başarı ile uygulanmıştır (Turskis vd., 2015, s. 879).

WASPAS yaklaşımı, WSM ve WPM'den daha tutarlıdır. Bu yöntem, ağırlıklı toplam haritalamanın optimizasyonu için tanıtılan çerçeveyi kullanarak değerlendirmenin maksimum doğruluğuna ulaşmayı kolaylaştırmaktadır (Mishra ve Rani, 2021, s. 2480). WASPAS yöntemi; belirsiz, kesin olmayan ve çözümün büyük ölçüde karar vericinin tercihlerine bağlı olduğu durumlarda bulanık mantık ile birlikte kullanılabilen bir yöntemdir. Yöntem, karar verme problemlerinde alternatifleri kriterler bazında değerlendirerek, karar vericilere en iyi alternatifin seçimi konusunda bir sıralama sunmakta olup; alternatiflerin sıralamalarındaki tutarlılığı kontrol edebilmeyi sağlayan, kendi işleyiş süreci içerisinde bir duyarlılık analizi yapabilmektedir (Ustalı ve Tosun, 2019, s. 29).

Bulanık WASPAS yönteminde, uzman görüşlerinin bütünleştirilmesi ile ilgili süreçlerde, geometrik ortalama yöntemi sıklıkla tercih edilmektedir. Bu yaklaşım, üçgen bulanık sayılarla ifade edilen değerlendirmelerin her bir bileşeni için dengeli bir toplulaştırma sağlayabilmekte ve bulanık sayıların daha gerçekçi şekilde yansıtılmasını sağlamaktadır (Peng vd., 2025, s. 6). Bulanık WASPAS yönteminde kullanılan üçgensel bulanık sayı ölçeği Tablo 9 'da gösterilmektedir.

Tablo 9. Bulanık WASPAS Yönteminde Kullanılan Üçgensel Bulanık Sayı Ölçeği

Dilsel Değişken	Kısaltma	Bulanık Sayı Değerleri
Çok Zayıf	VP	(0, 0, 1)
Zayıf	P	(0, 1, 3)
Orta Zayıf	MP	(1, 3, 5)
Orta	F	(3, 5, 7)
Orta İyi	MG	(5, 7, 9)
İyi	G	(7, 9, 10)
Çok İyi	VG	(9, 10, 10)

Kaynak: Chen, 2000, s. 5.

Turskis vd. (2015), inşaat sektöründe en uygun yüklenici firma seçiminde yüklenici performansını değerlendirmek amacıyla bulanık mantık ile WASPAS yöntemini bütünleştirerek literatüre bulanık WASPAS yöntemini kazandırmışlardır. Söz konusu yöntem, aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır (Turskis vd., 2015; Kizielewicz ve Baczkiewicz, 2021):

Adım 1: Bulanık karar matrisinin oluşturulması

$$\tilde{X} = \begin{pmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{1j} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{i1} & \tilde{x}_{ij} & \dots & \tilde{x}_{in} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{mj} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{pmatrix} \quad ; \text{i}=\overline{1,m}, j \text{ ve j}=\overline{1,n}, \tag{9}$$

Aday alternatiflerin sayısı m, kriterler sayısı ise n harfi ile göstermektedir (Daldır ve Tosun, 2018. s. 199). Bir sembol bulanık bir kümeyi temsil ediyorsa sembolün üzerine bir tilda ˜ işareti yerleştirilmektedir.

Adım 2: Normalize karar matrisinin oluşturulması

Normalize karar matrisinin oluşturulması için kriterlerin fayda ve maliyet özellikleri kapsamında, fayda kriterleri için denklem 10'dan yararlanılmıştır. Maliyet kriterleri için ise denklem 11'den yararlanılarak $[N]$ matrisi elde edilmiştir.

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{max_i\, x_{ij}} \qquad Fayda\ kriterleri\ ise \tag{10}$$

$$\bar{x}_{ij} = \frac{min_i x_{ij}}{x_{ij}} \qquad Maliyet\ kriterleri\ ise \tag{11}$$

Adım 3a: Ağırlıklı Toplam Değerleri için $\tilde{\tilde{\chi}}_q$ Matrisinin Oluşturulması

WASPAS yönteminde, iki temel optimalite kriterine dayalı nihai bir karar değeri elde edilmeye çalışılmaktadır. Bu kriterlerden ilki, WSM yöntemine benzerlik gösteren ortalama ağırlıklı performans kriteridir. Bu bağlamda, her bir alternatifin değerlendirilmesinde kullanılacak olan ağırlıklandırılmış karar matrisi, $\tilde{\tilde{\chi}}_q$ biçiminde tanımlanmakta olup; denklem 12'de gösterilmiştir.

$$\tilde{\tilde{\chi}}_q = \begin{bmatrix} \tilde{\tilde{X}}_{11} & \tilde{\tilde{X}}_{11} & \cdots & \tilde{\tilde{X}}_{1n} \\ \tilde{\tilde{X}}_{21} & \tilde{\tilde{X}}_{22} & \cdots & \tilde{\tilde{X}}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{\tilde{X}}_{m1} & \tilde{\tilde{X}}_{m2} & \cdots & \tilde{\tilde{X}}_{mn} \end{bmatrix} \quad ; \tilde{\tilde{X}}_{ij} = \tilde{\tilde{\chi}}_{ij}\tilde{\omega}_j,\ i=\overline{1,m} \text{ ve } j=\overline{1,n} \tag{12}$$

Adım 3b: Ağırlıklı Çarpım Modeli Değerleri için $\tilde{\tilde{\chi}}_p$ Matrisinin Oluşturulması

WASPAS yönteminde ikinci optimallik kriteri, WPM yaklaşımına dayanmaktadır. Bu kriter, alternatiflerin göreli etkinliğini, her bir kriter altında bulunan normalize edilmiş değerlerin, ilgili kriter ağırlıkları kapsamında üstel biçimde çarpılması ile hesaplanmaktadır. Yapılan hesaplama denklem 13'te gösterilmektedir.

$$\tilde{\tilde{\chi}}_p = \begin{bmatrix} \tilde{\tilde{\chi}}_{11} & \tilde{\tilde{\chi}}_{21} & \cdots & \tilde{\tilde{\chi}}_{1n} \\ \tilde{\tilde{\chi}}_{21} & \tilde{\tilde{\chi}}_{22} & \cdots & \tilde{\tilde{\chi}}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{\tilde{\chi}}_{m1} & \tilde{\tilde{\chi}}_{m2} & \cdots & \tilde{\tilde{\chi}}_{mn} \end{bmatrix} \quad ; \tilde{\tilde{\chi}}_{ij} = \tilde{\tilde{\chi}}_{ij}^{\tilde{\omega}_j},\ i=\overline{1,m} \text{ ve } j=\overline{1,n} \tag{13}$$

Adım 4: Optimizasyon fonksiyon değerlerinin hesaplanması

$\tilde{\tilde{\chi}}_q$ ve $\tilde{\tilde{\chi}}_p$ matrisleri ile WSM değeri için denklem 14'ten yararlanılmıştır. WPM değeri için ise denklem 15'ten yararlanılarak ikili optimallik fonksiyonları hesaplanmıştır.

$$\tilde{Q}_i = \sum_{j=1}^{n} \bar{X}_{ij} W_j \tag{14}$$

$$\tilde{P}_i = \prod_{j=1}^{n} (\bar{X}_{ij})^{W_j} \tag{15}$$

Adım 5: Bütünleşik fayda fonksiyon değerinin belirlenmesi

Bulanık WASPAS yönteminin bir alternatif için bütünleşik fayda fonksiyon değeri, 16 numaralı denklem ile belirlenmektedir.

$$K_i = \lambda \sum_{j=1}^{m} Q_i + (1-\lambda) \sum_{j=1}^{m} P_i \quad , \lambda = 0,\ldots,1 \text{ ve } 0 \leq K_i \leq 1 \tag{16}$$

"λ, tüm alternatiflerin WSM puanlarının toplamının, WPM puanlarının toplamına eşit olması varsayımına dayalı olarak hesaplanmaktadır. Yapılan hesaplama denklem 17'de gösterilmektedir.

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^{m} P_i}{\sum_{i=1}^{m} Q_i + \sum_{i=1}^{m} P_i} \tag{17}$$

Adım 6: Alternatiflerin sıralanması.

Son aşamada, maksimum K_i değerine sahip olan alternatif, büyük değerden küçük değere doğru sıralanmaktadır.

4.5. Bulanık CoCoSo Yöntemi

Yazdani, Zarate, Zavadskas ve Turskis tarafından 2019 yılında geliştirilen CoCoSo yöntemi; kriterlerin bireysel ağırlıklarının başlangıç karar matrisinin normalleştirilmiş değerleriyle çarpıldığı Basit Eklemeli Ağırlıklandırma (SAW) ve Üstel Ağırlıklı Ürün (EWP) yöntemlerinin birleşiminden oluşmaktadır (Topal, 2021, s. 538). CoCoSo'nun bütünsel bir yöntem olması nedeniyle, karmaşık sorunların daha kolay ve verimli bir şekilde ele alınması mümkündür (Ortíz-Barrios vd., 2023, s. 3). CoCoSo yöntemi ile farklı toplama ve birleştirme operatörleri aracılığıyla karar alternatiflerinin fayda değerleri bulunabilmektedir. Sonraki aşamada her bir karar alternatifinin fayda değerlerini bir araya getirmek amacıyla birleştirme fonksiyonu elde edilmektedir (Altıntaş, 2021, s. 41). Yöntem, 2020 yılından itibaren özellikle enerji sektörü, üretim, sağlık, lojistik, tedarik zinciri alanlarında kullanılmaya başlanmıştır (Fernandez-Portillo vd., 2023, s. 6). Bulanık CoCoSo yönteminde kullanılan üçgensel bulanık sayı ölçeği Tablo 10 'da gösterilmektedir.

Tablo 10. Bulanık CoCoSo Yönteminde Kullanılan Üçgensel Bulanık Sayı Ölçeği

Dilsel Değişken	Kısaltma	Bulanık Sayı Değerleri
Çok Zayıf	VP	(0, 0, 1)
Zayıf	P	(0, 1, 3)
Orta Zayıf	MP	(1, 3, 5)
Orta	F	(3, 5, 7)
Orta İyi	MG	(5, 7, 9)
İyi	G	(7, 9, 10)
Çok İyi	VG	(9, 10, 10)

Kaynak: Stanujkic vd., 2015, s. 341.

Bulanık CoCoSo yöntemi ile ilgili literatürdeki ilk çalışma, aralıklı nötrosofik sayılarla CoCoSo yöntemini kullanarak, İstanbul'da katı atık bertarafı için yer seçimi problemi ile ilgili yapılmıştır. (Karasan ve Bolturk, 2019). Bu yöntem, diğer ÇKKV yöntemleriyle kolayca entegre edilebilmesi, hesaplama açısından pratik olması nedeniyle; karar verme süreçlerinde daha dengeli ve uygulanabilir sonuçlar sunmaktadır. Söz konusu yöntemin işlem adımları aşağıdaki gibi açıklanmaktadır (Demir vd., 2022, s. 9; Stanujkic vd., 2015, s. 341):

Adım 1: Bulanık karar matrisinin oluştulması

Karar matrisinde n sütun üzerinde derecelendirilen m sayıda alternatif temsil edilmektedir. Aşağıda yer alan matris, *i.* alternatife ilişkin *j.* kriterin bulanık değerini ifade etmektedir. Söz konusu denklem ile $\tilde{z}_{ij} = (z_{ij}^{l}\ ,\ z_{ij}^{m}\ ,\ z_{ij}^{u})$ ifadesi*; i.* alternatife ilişkin *j.* kriter altında karar vericilerin değerlendirmelerine dayalı olarak belirlenmiş olan bulanık değeri temsil etmektedir. Bu ifade, sırasıyla alt sınır (z_{ij}^{l}), en olası değer (z_{ij}^{m}) ve üst sınır (z_{ij}^{u}) olarak temsil edilmektedir. Bulanık karar matrisi, 18 numaralı denklemde yer almaktadır.

$$\tilde{Z} = \quad [\tilde{z}_{ij}]_{kxn} = \begin{pmatrix} \tilde{z}_{11} & \tilde{z}_{12} & \dots & z_{1n} \\ & & \dots & \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{z}_{k1} & \tilde{z}_{m2} & \dots & z_{kn} \end{pmatrix} \tag{18}$$

Adım 2: Karar matrisinin normalize edilmesi

Fayda ve maliyet kriterleri için normalizasyon işlemi yapılarak farklı şekilde tanımlanmış kriter değerlerinin ortak bir değerlendirme düzlemine aktarılması ve kriterler arasındaki karşılaştırılabilirliğin kolaylaştırılması amaçlanmaktadır. Fayda kriteri için normalizasyon işlemi 19 numaralı denklem ile maliyet kriteri için normalizasyon işlemi 20 numaralı denklem ile hesaplanmaktadır.

$$\tilde{R} = \left[\tilde{r}_{ij}\right]_{kxn} = \quad \tilde{r}_{ij} = \left(r_{ij}^{l}, r_{ij}^{m}, r_{ij}^{u}\right) = \frac{\max\left(\tilde{z}_{ij}\right) - \tilde{z}_{ij}}{\max\left(\tilde{z}_{ij}\right) - \min\left(\tilde{z}_{ij}\right)} \tag{19}$$

$$= \quad \left(\frac{\max\left(z_{ij}^{u}\right) - z_{ij}^{u}}{\max\left(z_{ij}^{u}\right) - \min\left(z_{ij}^{l}\right)}, \frac{\max\left(z_{ij}^{u}\right) - z_{ij}^{m}}{\max\left(z_{ij}^{u}\right) - \min\left(z_{ij}^{l}\right)}, \frac{\max\left(z_{ij}^{u}\right) - z_{ij}^{l}}{\max\left(z_{ij}^{u}\right) - \min\left(z\right.}\right.$$

$$\tilde{R} = \left[\tilde{r}_{ij}\right]_{kxn} = \quad \tilde{r}_{ij} = \left(r_{ij}^{l}, r_{ij}^{m}, r_{ij}^{u}\right) = \frac{\tilde{z}_{ij} - \min\left(\tilde{z}_{ij}\right)}{\max\left(\tilde{z}_{ij}\right) - \min\left(\tilde{z}_{ij}\right)} \tag{20}$$

$$= \quad \left(\frac{z_{ij}^{l} - \min\left(z_{ij}^{l}\right)}{\max\left(z_{ij}^{u}\right) - \min\left(z_{ij}^{l}\right)}, \frac{z_{ij}^{m} - \min\left(z_{ij}^{l}\right)}{\max\left(z_{ij}^{u}\right) - \min\left(z_{ij}^{l}\right)}, \frac{z_{ij}^{u} - \min\left(z_{ij}^{l}\right)}{\max\left(z_{ij}^{u}\right) - \min\left(z\right.}\right.$$

Adım 3: S_i ve P_i değerlerinin hesaplanması

Bu adımda, karşılaştırılabilirlik dizilerinin toplamını temsil eden $(\widetilde{S_i})$ değeri ve karşılaştırılabilirlik dizilerinin kuvvet ağırlıklarını temsil eden $(\widetilde{P_i})$ değerinin toplamı hesaplanmaktadır. Karşılaştırılabilirlik, dizilerin toplamı için denklem 21, karşılaştırılabilirlik dizilerinin kuvvet ağırlıkları toplamı için denklem 22 kullanılmıştır.

$$\widetilde{S_i} = (S_i^l, S_i^m, S_i^u) = \left\{\sum_{\{j=1\}}^{\{n\}} \widetilde{w}_{jc}\, \tilde{r}_{ij}\right\} = \left\{\sum_{\{j=1\}}^{\{n\}} w_{jc}^l\, r_{ij}^l\right\}, \left\{\sum_{\{j=1\}}^{\{n\}} w_{jc}^m\, r_{ij}^m\right\}, \left\{\sum_{\{j=1\}}^{\{n\}} w_{jc}^u\, r_{ij}^u\right\}$$

$$\widetilde{P_i} = (P_i^l, P_i^m, P_i^u) = \left\{\sum_{\{j=1\}}^{\{n\}} \left(\tilde{r}_{ij}\right)^{\widetilde{w}_{jc}}\right\} = \left\{\sum_{\{j=1\}}^{\{n\}} \left(r_{ij}^l\right)^{w_{jc}^u}\right\}, \left\{\sum_{\{j=1\}}^{\{n\}} \left(r_{ij}^m\right)^{w_{jc}^m}\right\}, \left\{\sum_{\{j=1\}}^{\{n\}} \left(r_{ij}^u\right)^{w_{jc}^l}\right\}$$

Adım 4: Üç adet bulanık değerlendirme puanının hesaplanması $(\tilde{f}_{ia}, \tilde{f}_{ib}, \tilde{f}_{ic})$.

Bulanık değerlendirme puanına ulaşmak için denklem 23-25'te belirtilen üç toplama stratejisi uygulanmaktadır. Denklem 23'te belirtilen $\tilde{f}_{ia}$ $değeri$, normalize edilmiş karar matrisinin aritmetik ortalaması olarak tanımlanmaktadır. Bu değer, alternatiflerin genel performans düzeylerini yansıtan temel bir değerlendirme ölçütüdür.

$$\tilde{f}_{ia} = (f_{ia}^l, f_{ia}^m, f_{ia}^u) = \frac{\tilde{P}_i + \tilde{S}_i}{\sum_{i=1}^k \left(\tilde{P}_i + \tilde{S}_i\right)} = \left(\frac{P_i^l + S_i^l}{\sum_{i=1}^k (P_i^u + S_i^u)}, \frac{P_i^m + S_i^m}{\sum_{i=1}^k (P_i^m + S_i^m)}, \frac{P_i^u + S_i^u}{\sum_{i=1}^k (P_i^l + S_i^l)}\right) \quad (23)$$

Denklem 24'te verilen $\tilde{f}_{ib}$ değeri, normalize edilmiş çarpımsal skorların geometrik ortalaması olarak hesaplanmaktadır. Alternatiflerin karşılaştırmalı etkinliğini çarpımsal düzlemde analiz etmektedir.

$$\tilde{f}_{ib} = \left(f_{ib}^l, f_{ib}^m, f_{ib}^u\right) = \left(\frac{S_i^l}{min(S_i^l)} + \frac{P_i^l}{min(P_i^l)}, \frac{S_i^m}{min(S_i^l)} + \frac{P_i^m}{min(P_i^l)}, \frac{S_i^u}{min(S_i^l)} + \frac{P_i^u}{min(P_i^l)}\right) \quad (24)$$

Denklem 25'te verilen $\tilde{f}_{ic}$ karar verici tarafından belirlenen bir dengeleme katsayısı (genellikle λ=0.5) ile $\tilde{f}_{ia}$ ve $\tilde{f}_{ib}$ skorlarının ağırlıklı ortalamasıdır. Yöntemin uzlaşmacı çözüm ile ilgili boyutunu temsil etmektedir. $\tilde{f}_{ic}$ skoru, nihai sıralamada kullanılabilecek bütünleşik puanı sunmaktadır. Denklem 25'te λ (Lambda) genellikle 0,5 olarak alınmaktadır.

$$\tilde{f}_{ic} = \left(f_{ic}^{l}, f_{ic}^{m}, f_{ic}^{u}\right) \quad = \quad \frac{\lambda(\tilde{S}_i)+(1-\lambda)(\tilde{P}_i)}{\lambda max(\tilde{S}_i)+(1-\lambda)max(\tilde{P}_i)} \quad = \tag{25}$$

$$\left(\frac{\lambda\left(S_i^l\right)+(1-\lambda)\left(P_i^l\right)}{\lambda max\left(S_i^u\right)+(1-\lambda)max\left(P_i^u\right)}, \frac{\lambda(S_i^m)+(1-\lambda)(P_i^m)}{\lambda max\left(S_i^u\right)+(1-\lambda)max\left(P_i^u\right)}, \frac{\lambda(S_i^u)+(1-\lambda)(P_i^u)}{\lambda max\left(S_i^u\right)+(1-\lambda)max\left(P_i^u\right)}\right)$$

Adım 5: Net değerlendirme puanlarının hesaplanması

Beşinci adımda, bulanık değerlendirme puanları ($\tilde{f}_{ia}$,$\tilde{f}_{ib}$, $\tilde{f}_{ic}$), denklem 26 yardımıyla alternatiflerin nihai değerlendirilmesine temel teşkil edecek net değerlendirme puanlarına dönüştürülmektedir.

$$f_{ia} = \frac{\left\{f_{ia}^{l} + f_{ia}^{m} + f_{\{ia\}}^{u}\right\}}{3}, \; f_{ib} = \frac{\{f_{ib}^{l} + f_{ib}^{m} + f_{ib}^{u}\}}{3}, \; f_{ic} = \frac{\{f_{ic}^{l} + f_{ic}^{m} + f_{ic}^{u}\}}{3} \tag{26}$$

Adım 6: Kesin değerlendirme puanlarının hesaplanması

Kesin değerlendirme puanları, her bir alternatif için nihai puanı (f_i) elde etmek amacıyla denklem 27'deki hesaplama ile gösterilmektedir.

$$f_i = \left(f_{ia}\, f_{ib} f_{ic}\right)^{\{\frac{1}{3}\}} + \left(\frac{f_{ia} + f_{ib} + f_{ic}}{3}\right) \tag{27}$$

4.6. COPELAND Yöntemi

Saari ve Vincent tarafından 1996 yılında literatüre kazandırılan COPELAND tekniği, BORDA tekniğinin geliştirilmiş bir versiyonudur. COPELAND yönteminin, sübjektif değere sahip olan BORDA tekniğinden daha üstün olduğu belirtilmiştir (Çilek, 2023, s. 8). Yöntem, ÇKKV problemlerinde ikili karşılaştırmalara dayalı bir sıralama yöntemidir ve her alternatifin diğer alternatif ile eşleşmesi neticesi ile yapılan ikili karşılaştırmalarda kazandığı galibiyet sayısını baz almaktadır. Her alternatifin diğer alternatiflerle gerçekleştirdiği ikili karşılaştırmalar temel alınarak; kazanılan her karşılaştırma için +1 puan, kaybedilenler için –1 puan ve eşitlik durumlarında sıfır puan verilmek suretiyle COPELAND skoru hesaplanmaktadır. Elde edilen bu skorlar doğrultusunda, alternatifler COPELAND değerlerine göre azalan sırayla derecelendirilmekte ve en uygun seçenek en yüksek skoru alan alternatif olarak belirlenmektedir. (Arslan ve Bircan, 2020, s. 117). Tekniğin uygulama adımları aşağıda gösterilmiştir (Yılmaz ve Yakut, 2022, s. 317).

Adım 1: İkili karşılaştırma düzeylerinin hazırlanması

İkili karşılaştırma düzeyleri, 28 numaralı denklemde göstrilmiştir.

$$f_{k(i,j)} = \{1,0\}\ olmak\ üzere, \qquad f_{k(i,j)} = \begin{cases} 1 \\ 0 \\ boş\ (-) \end{cases} \quad \begin{cases} r_k(A_i) < r_k(A_j)\ ve\ i \neq j \\ r_k(A_i) > r_k(A_j)\ ve\ i \neq j \\ r_k(A_i) = r_k(A_j)\ veya\ i \neq j \end{cases} \tag{28}$$

Adım 2: Seçeneklerde yer alan sayım sonuçlarının bulunması

Bu aşamada skorlar yöntem bazında hesaplanmaktadır. Alternatiflerin birbirine göre kaç defa üst sırada olduğu hususunun tespit edilmesi, alternatiflerin karşılaştırılmasında önem teşkil etmektedir. (i,j), Ai alternatifinin, alternatif Aj'ye göre elde ettiği toplam oy sayısını ifade etmektedir. $S(i,j)$ değerleri, 29 numaralı eşitlik yardımıyla elde edilmektedir.

$$\text{S (i, j)} = \sum_{k=1}^{m} f_{k(i,j)} \text{ ve } i \neq j \tag{29}$$

Adım 3: Üstünlük, yenilgi ve eşitlik düzeyinin hazırlanması

Galibiyet, mağlubiyet ve beraberlik durumları belirlemek amacıyla alternatifler arasında karşılaştırma yapılmaktadır. (i,j) yardımıyla galip gelen alternatifleri bulmak için 30 numaralı eşitlik kullanılmaktadır.

$$\text{G (i, j)} = \begin{cases} 1 \\ 1 \\ \frac{2}{} \\ -1 \end{cases} \quad \begin{cases} \text{S (i, j)} > (m - S(i,j)) & i \neq j \\ S(i,j) = (m - S(i,j)) & i \neq j \\ S(i,j) < (m - S(i,j)) & i \neq j \end{cases} \tag{30}$$

Adım 4: Üstünlük skorlarının hazırlanması

Üstünlük skorları, 31 numaralı eşitlik ile belirlenmektedir.

$$\begin{aligned} GP_i &= \sum_{i=1}^{n} \text{G (i, j)} \qquad \text{G (i, j)} > 0\ ise, \\ YP_i &= \sum_{i=1}^{n} \text{G (i, j)} \qquad \text{G (i, j)} < 0\ ise, \\ CP_i &= GP_i + YP_i \end{aligned} \tag{31}$$

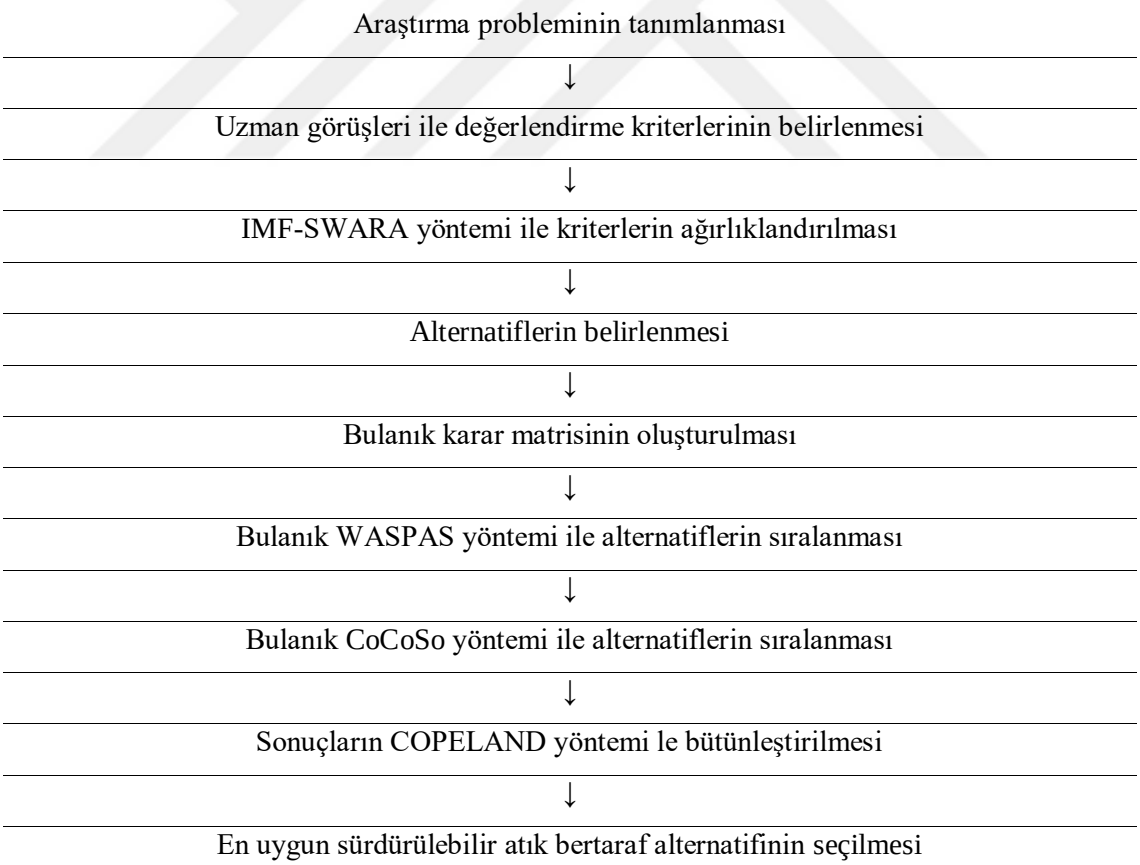
Adım 5: COPELAND skorunun hesaplanarak sıralamanın yapılması

COPELAND puanlarına ait hesaplama yapıldıktan sonra büyükten küçüğe doğru sıralama yapılmaktadır. COPELAND puanı en yüksek olan alternatif en iyi alternatif olarak belirlenmektedir. COPELAND puanlarında alternatifler arasında eşitlik olması

durumunda, tanımlayıcı sıra numarası daha düşük olan alternatif önceliklendirilmiş *i* değeri küçük olan alternatif üst sırada yer almaktadır.

5. UYGULAMA

Araştırma kapsamında öncelikle problem tanımlanmış, ilgili literatür araştırılmıştır. Önceki bölümde bahsedilen yöntemlerin tespitinden sonra, yöntemlere uygun olarak veri elde edilmesi aşamasına geçilmiştir. İstanbul ilinde faaliyet gösteren 100 yatak üzeri 19 özel hastane ve 100 yatak altı 16 özel hastanede çalışan uzmanlardan, yarı yapılandırılmış formlar aracılığı ile elde edilen bilgiler öncelikle bulanık IMF-SWARA yöntemi ile analiz edilmiştir. İstanbul ilinde faaliyet gösteren özel hastaneler, yargısal ve kartopu yöntemleri ile seçilmiştir. Sürdürülebilir atık bertaraf teknolojilerine ilişkin alternatiflerin değerlendirilmesi 6 ana kriter ve 31 alt kriter kullanılmıştır. 11 farklı atık bertaraf alternatifi ise bulanık WASPAS ve bulanık CoCoSo yöntemleriyle değerlendirilmiştir. Karar verebilmek ve tek bir sıralamaya ulaşabilmek amacıyla elde edilen sonuçlar COPELAND yöntemiyle bütünleştirilmiştir. Araştırma metodolojisi Şekil 14'te yer almaktadır.



Şekil 14. Araştırma Metodolojisi

5.1. IMF-SWARA Yöntemi ile Kriter Ağırlıklarının Tespit Edilmesi

Sürdürülebilir atık bertaraf yöntemlerinin belirlenmesi amacıyla 35 uzmandan veri elde edilmiştir. Uzmanlar, 5 ila 22 yıl arasında iş tecrübesine sahip Sağlık İdarecisi, Mesul Müdür, İdari İşler Müdürü, Çevre İşleri Müdürü ve Mühendis konumundaki yöneticilerden oluşmaktadır. 100 yatak üzeri hastanelerde görev yapan uzmanlara ait demografik bilgiler Tablo 11'de yer almaktadır.

Tablo 11. 100 Yatak üzeri Hastanelerde Çalışan Uzmanlara ait Demografik Bilgiler

	Yaş	Eğitim Durumu	Meslek	Uzmanlık Alanı	Tecrübe (Yıl)	Mevcut Pozisyon
KV1	35-39	Lisans	Çevre Mühendisi	Mühendislik	14	Çevre İşleri Müdürü
KV2	35-39	Lisans	Çevre Mühendisi	Mühendislik	7	Mesul Müdür Yardımcısı
KV3	35-39	Lisans	Otelcilik ve Destek Hizmetleri Müdürü	Destek Hizmetleri	16	Destek Hizmetleri Müdürü
KV4	35-40	Lisans	Tıbbi Atık Yöneticisi	Destek Hizmetleri	11	Yönetici
KV5	35-39	Lisans	Temizlik Hizmetleri Şefi	Destek Hizmetleri	10	Temizlik Hizmetleri Şefi
KV6	40-44	Lisans	Otelcilik ve Destek Hizmetleri Müdürü	Destek Hizmetleri	10	Otelcilik ve Destek Hizmetleri Müdürü
KV7	35-39	Lisans	Temizlik Hizmetleri Şefi	Destek Hizmetleri	15	Otelcilik ve Destek Hizmetleri Müdürü
KV8	45-49	Lisans	Tıbbi Atık Yöneticisi	Destek Hizmetleri	7	Destek Hizmetleri
KV9	35-39	Yüksek Lisans	Tıbbi Atık Yöneticisi	Destek Hizmetleri	8	Yönetici
KV10	30-34	Ön Lisans	Temizlik Hizmetleri Şefi	Destek Hizmetleri	5	Temizlik Hizmetleri Şefi
KV11	35-39	Lisans	Tıbbi Atık Yöneticisi	Destek Hizmetleri	15	Yönetici
KV12	35-39	Yüksek Lisans	Yönetici – Mühendis	Sağlık İdareciliği	14	Mesul Müdür
KV13	35-39	Lisans	Destek Hizmetleri Müdürü	Destek Hizmetleri	17	Yönetici
KV14	35-39	Lisans	Teknik Hizmetler Müdürü	Teknik Hizmetleri	22	Mühendis
KV15	40-44	Yüksek Lisans	Tıbbi Atık Yöneticisi	Destek Hizmetleri	8	Yönetici
KV16	35-39	Lisans	Otelcilik ve Destek Hizmetleri Müdürü	Destek Hizmetleri	15	Yönetici
KV17	35-39	Yüksek Lisans	Hastane Yöneticiliği	Sağlık İdareciliği	13	İdari Hizmetler Şefi
KV18	35-39	Yüksek Lisans	Hastane Yöneticiliği	Sağlık İdareciliği	9	Mesul Müdür

KV19	40-44	Yüksek Lisans	Hastane Yöneticiliği	Sağlık İdareciliği	11	Mesul Müdür

100 yatak altı hastanelerde görev yapan 16 uzmana ilişkin demografik veriler Tablo 12'de yer almaktadır.

Tablo 12. 100 Yatak altı Hastanelerde Çalışan Uzmanlara ait Demografik Bilgiler

	Yaş	Eğitim Durumu	Meslek	Uzmanlık Alanı	Tecrübe (Yıl)	Mevcut Pozisyon
KV1	40-44	Lisans	Hastane Yöneticiliği	Sağlık İdareciliği	8	Yönetici
KV2	35-39	Lisans	Hastane Yöneticiliği	Sağlık İdareciliği	14	Mesul Müdür Yardımcısı
KV3	35-39	Lisans	Otelcilik ve Destek Hizmetleri Müdürü	Destek Hizmetleri	9	Destek Hizmetleri Müdürü
KV4	35-39	Yüksek Lisans	Tıbbi Atık Yöneticisi	Destek Hizmetleri	6	Yönetici
KV5	35-39	Lisans	Hastane Yöneticiliği	Sağlık İdareciliği	15	İdari Hizmetler Şefi
KV6	40-44	Lisans	Otelcilik ve Destek Hizmetleri Müdürü	Destek Hizmetleri	10	Yönetici
KV7	35-39	Lisans	Hastane Yöneticiliği	Destek Hizmetleri	15	Yönetici
KV8	45-49	Lisans	Tıbbi Atık Yöneticisi	Sağlık İdareciliği	7	Sağlık İdareciliği
KV9	35-39	Yüksek Lisans	Hastane Yöneticiliği	Destek Hizmetleri	7	Yönetici
KV10	30-34	Lisans	Tıbbi Atık Yöneticisi	Destek Hizmetleri	9	Mesul Müdür
KV11	35-39	Lisans	Tıbbi Atık Yöneticisi	Destek Hizmetleri	14	Yönetici
KV12	45-49	Yüksek Lisans	Hastane Yöneticiliği	Sağlık İdareciliği	12	Mesul Müdür
KV13	35-39	Lisans	Destek Hizmetleri Müdürü	Destek Hizmetleri	8	Yönetici
KV14	35-39	Lisans	Teknik Hizmetler Müdürü	Teknik Hizmetleri	16	Yönetici
KV15	40-44	Yüksek Lisans	Tıbbi Atık Yöneticisi	Destek Hizmetleri	9	Yönetici
KV16	35-39	Lisans	Otelcilik ve Destek Hizmetleri Müdürü	Destek Hizmetleri	15	Yönetici

5.1.1. 100 Yatak üzeri Hastaneler için Kriter Ağırlıklarının Tespiti

Tıbbi atık bertaraf kriterleri kapsamında 100 yatak üzeri hastanede bulunan karar verici konumundaki 19 uzmanın görüşleri alınmıştır. Kriterlerin önem dereceleri, Tablo 8'de yer alan Üçgensel Bulanık Sayı Ölçeği doğrultusunda belirlenerek s_j değeri hesaplanmıştır. 5 numaralı denklem ile her bir kriter için karşılaştırmalı önem katsayısı olan *kj* değeri hesaplanmıştır. 6 numaralı denklem ile yeniden hesaplanmış olan q_j değeri ve 7 numaralı denklem ile w_j değeri bulunmuştur. Durulaştırılmış bulanık göreceli önem ağırlıkları, 8 numaralı denklem ile net değer olan w_j değerine (net değere) dönüştürülmüştür.

5.1.1.1. 100 Yatak üzeri Hastaneler için Ana Kriter Ağırlıklarının Tespiti

100 yatak üzeri hastaneler için KV1'e ait ana kriter ağırlıkları Tablo 13'te gösterilmiştir. Diğer karar vericilere ait IMF-SWARA yöntemine ait dilsel değerlendirmeler EK-2/a ve EK-2/b'te, hesaplamalar ise EK-3'te yer almaktadır.

Tablo 13. 100 Yatak üzeri Hastaneler için KV1'e ait Ana Kriter Ağırlıkları

	İfade	***sj***			***kj***			***qj***			***wj***			**Kriter Ağırlığı**
C2	EÖ	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,273	0,288	0,307	0,289
C4	MDLS	0,250	0,290	0,333	1,250	1,290	1,333	0,750	0,775	0,800	0,205	0,223	0,246	0,225
C6	LS	0,290	0,333	0,400	1,290	1,333	1,400	0,536	0,581	0,620	0,146	0,168	0,191	0,168
C5	WLS	0,222	0,250	0,290	1,222	1,250	1,290	0,415	0,465	0,507	0,113	0,134	0,156	0,134
C1	MDLS	0,250	0,290	0,333	1,250	1,290	1,333	0,311	0,361	0,406	0,085	0,104	0,125	0,105
C3	WLS	0,222	0,250	0,290	1,222	1,250	1,290	0,241	0,288	0,332	0,066	0,083	0,102	0,084

100 yatak üzeri hastaneler için karar vericiler tarafından yapılan değerlendirmede kriterlerin nihai ağırlıkları hesaplanmış ve bu ağırlıkların aritmetik ortalaması alınmıştır. Yapılan hesaplama neticesinde önem ağırlığına göre ana kriterler sırasıyla; çevresel (C2), emisyon (C5), ergonomik (C4), teknik (C3), ekonomik (C1), sosyal (C6) kriter şeklindedir. Ana kriterlere ait bulgulara Tablo 14'te yer verilmiştir.

Tablo 14. 100 Yatak üzeri Hastaneler için Ana Kriter Ağırlıkları

	Ana Kriterler	**Ağırlık**	**Sıralama**
C1	Ekonomik	0,148	**5**
C2	Çevresel	0,271	**1**

C3	Teknik	0,151	**4**
C4	Ergonomik	0,167	**3**
C5	Emisyon	0,182	**2**
C6	Sosyal	0,087	**6**

5.1.1.2. 100 Yatak üzeri Hastaneler için Alt Kriter Ağırlıklarının Tespiti

100 yatak üzeri hastanede bulunan karar verici konumundaki uzmanlardan KV 1'e ait alt kriter ağırlıklandırmalarına Tablo 15'te yer verilmiştir.

Tablo 15. 100 Yatak üzeri Hastaneler için KV1'e ait Alt Kriter Ağırlıkları

	İfade	***sj***			***kj***			***qj***			***wj***			**Kriter Ağırlığı**
C12	EÖ	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,270	0,284	0,302	0,285
C11	WLS	0,222	0,250	0,290	1,222	1,250	1,290	0,775	0,800	0,818	0,209	0,227	0,247	0,228
C15	LS	0,290	0,333	0,400	1,290	1,333	1,400	0,554	0,600	0,634	0,149	0,170	0,192	0,170
C16	MDLS	0,250	0,290	0,333	1,250	1,290	1,333	0,415	0,465	0,507	0,112	0,132	0,153	0,132
C13	WLS	0,222	0,250	0,290	1,222	1,250	1,290	0,322	0,372	0,415	0,087	0,106	0,126	0,106
C14	MDLS	0,250	0,290	0,333	1,250	1,290	1,333	0,241	0,288	0,332	0,065	0,082	0,100	0,082
C25	EÖ	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,213	0,225	0,241	0,226
C21	MDLS	0,250	0,290	0,333	1,250	1,290	1,333	0,750	0,775	0,800	0,159	0,174	0,192	0,175
C24	ES	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	0,750	0,775	0,800	0,159	0,174	0,192	0,175
C27	LS	0,290	0,333	0,400	1,290	1,333	1,400	0,536	0,581	0,620	0,114	0,131	0,149	0,131
C23	WLS	0,222	0,250	0,290	1,222	1,250	1,290	0,415	0,465	0,507	0,088	0,105	0,122	0,105
C26	MDLS	0,250	0,290	0,333	1,250	1,290	1,333	0,311	0,361	0,406	0,066	0,081	0,098	0,082
C22	LS	0,290	0,333	0,400	1,290	1,333	1,400	0,222	0,270	0,315	0,047	0,061	0,076	0,061
C28	WLS	0,222	0,250	0,290	1,222	1,250	1,290	0,172	0,216	0,257	0,037	0,049	0,062	0,049
C37	EÖ	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,267	0,288	0,317	0,291
C33	LS	0,290	0,333	0,400	1,290	1,333	1,400	0,714	0,750	0,775	0,191	0,216	0,246	0,218
C36	MDLS	0,250	0,290	0,333	1,250	1,290	1,333	0,536	0,581	0,620	0,143	0,167	0,197	0,169
C34	WLS	0,222	0,250	0,290	1,222	1,250	1,290	0,415	0,465	0,507	0,111	0,134	0,161	0,135
C35	DLS	0,500	0,667	1,000	1,500	1,667	2,000	0,208	0,279	0,338	0,056	0,080	0,107	0,081
C31	WLS	0,222	0,250	0,290	1,222	1,250	1,290	0,161	0,223	0,277	0,043	0,064	0,088	0,065
C32	MDLS	0,250	0,290	0,333	1,250	1,290	1,333	0,121	0,173	0,221	0,032	0,050	0,070	0,051
C43	EÖ	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,412	0,429	0,455	0,432
C41	MLS	0,400	0,500	0,667	1,400	1,500	1,667	0,600	0,667	0,714	0,247	0,286	0,325	0,286
C42	ES	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	0,600	0,667	0,714	0,247	0,286	0,325	0,286

C54	EÖ	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,289	0,294	0,301	0,295
C51	WLS	0,222	0,250	0,290	1,222	1,250	1,290	0,775	0,800	0,818	0,224	0,235	0,246	0,235
C52	ES	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	0,775	0,800	0,818	0,224	0,235	0,246	0,235
C53	ES	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	0,775	0,800	0,818	0,224	0,235	0,246	0,235
C63	ES	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,455	0,462	0,471	0,462
C61	MDLS	0,250	0,290	0,333	1,250	1,290	1,333	0,750	0,775	0,800	0,341	0,358	0,376	0,359
C62	ALS	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000	0,375	0,388	0,400	0,170	0,179	0,188	0,179

100 yatak üzeri hastanelere ait alt kriterler hesaplamalarında, en önemli ilk 5 kriter sırasıyla; çalışan riskleri (C43), insan toksisitesi (C51), koku (C42), karasal ekotoksisite (C53), gürültü (C41) olarak tespit edilmiştir. 100 yatak üzeri hastaneler için alt kriter ağırlıklarına ilişkin veriler Tablo 16'da yer almaktadır.

Tablo 16. 100 Yatak üzeri Hastaneler için Alt Kriter Ağırlıkları

	Alt Kriterler	Ağırlık	Sıralama
C43	Çalışan Riskleri (Ergonomik)	0,068	**1**
C51	İnsan Toksisitesi (Emisyon)	0,053	**2**
C42	Koku (Ergonomik)	0,052	**3**
C53	Karasal Ekotoksisite (Emisyon)	0,051	**4**
C41	Gürültü (Ergonomik)	0,049	**5**
C52	Su Ekotoksisitesi (Emisyon)	0,044	**6**
C63	Çevre Politikasına Uyum (Sosyal)	0,036	**7**

5.1.1.3. 100 Yatak üzeri Hastaneler için Global Ağırlıkların Tespiti

Her karar verici için kriter ağırlıklarının aritmetik ortalaması alınarak alt kriter ağırlıkları ve ait oldukları ana kriter ağırlıklarının çarpılması neticesinde global ağırlıklar hesaplanmıştır. 100 yatak üzeri hastaneler için global ağırlıklar Tablo 17'de yer almaktadır. Önem ağırlığına göre en önemli beş kriter; çalışan riskleri (C43), insan toksisitesi (C51), koku (C42), karasal ekotoksisite (C53), gürültü (C41) olarak sıralanmıştır. 100 yatak üzeri hastanelere ait kriterlerin global ağırlıkları ile ilgili hesaplamalara, Tablo 17'de yer verilmiştir.

Tablo 17. 100 Yatak üzeri Hastanelere ait Kriterlerin ait Global Ağırlıkların Hesaplanması

Global Ağırlık Tablosu					
	l	**m**	**u**	**CV**	**Sıralama**
C11	0,027	0,034	0,043	0,034	**9**

C12	0,020	0,026	0,034	0,027	**21**
C13	0,023	0,029	0,037	0,030	**16**
C14	0,018	0,023	0,031	0,024	**24**
C15	0,012	0,017	0,023	0,017	**30**
C16	0,013	0,018	0,025	0,019	**28**
C21	0,028	0,030	0,038	0,032	**11**
C22	0,027	0,028	0,036	0,030	**14**
C23	0,029	0,031	0,039	0,033	**10**
C24	0,028	0,030	0,037	0,032	**12**
C25	0,025	0,026	0,033	0,028	**20**
C26	0,026	0,027	0,035	0,029	**17**
C27	0,028	0,029	0,037	0,032	**13**
C28	0,025	0,027	0,034	0,029	**18**
C31	0,015	0,02	0,027	0,021	**26**
C32	0,019	0,025	0,033	0,026	**22**
C33	0,014	0,019	0,026	0,020	**27**
C34	0,023	0,029	0,038	0,030	**15**
C35	0,011	0,015	0,021	0,016	**31**
C36	0,012	0,017	0,024	0,018	**29**
C37	0,018	0,024	0,032	0,024	**23**
C41	0,038	0,049	0,061	0,049	**5**
C42	0,040	0,051	0,064	0,052	**3**
C43	0,056	0,067	0,082	0,068	**1**
C51	0,044	0,052	0,062	0,053	**2**
C52	0,036	0,044	0,053	0,044	**6**
C53	0,043	0,051	0,06	0,051	**4**
C54	0,028	0,035	0,043	0,035	**8**
C61	0,021	0,028	0,037	0,029	**19**
C62	0,016	0,022	0,029	0,022	**25**
C63	0,028	0,036	0,047	0,037	**7**

5.1.2. 100 Yatak altı Hastaneler için Kriter Ağırlıklarının Tespiti

Tıbbi atık bertaraf kriterleri kapsamında 100 yatak altı hastanede bulunan karar verici konumundaki 16 uzmanın görüşleri alınmıştır. Kriterlerin önem dereceleri, Tablo 8'de yer alan Üçgensel Bulanık Sayı Ölçeği doğrultusunda belirlenerek s_j değeri, 5 numaralı denklem ile *kj* değeri, 6 numaralı denklem ile q_j değeri ve 7 numaralı denklem ile w_j değeri hesaplanmıştır. Durulaştırılmış bulanık göreceli önem ağırlıkları, 8 numaralı denklem ile net değer olan w_j değerine (net değere) dönüştürülmüştür.

5.1.2.1. 100 Yatak altı Hastaneler için Ana Kriter Ağırlıklarının Tespiti

100 yatak altı hastaneler için KV1'e ait ana kriter hesaplamaları Tablo 18'de gösterilmiştir. Diğer karar vericilere ait IMF-SWARA yöntemine ait dilsel değerlendirmeler EK-4/a ve EK-4/b'de, hesaplamalar ise EK-5'te yer almaktadır.

Tablo 18. 100 Yatak altı Hastanelerde Bulunan KV1'e ait Ana Kriter Ağırlıkları

	sj			***kj***			***qj***			***wj***			**Kriter Ağırlık**
C3	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,269	0,283	0,302	0,285
C1	0,222	0,250	0,290	1,222	1,250	1,290	0,775	0,800	0,818	0,209	0,226	0,247	0,227
C2	0,290	0,333	0,400	1,290	1,333	1,400	0,554	0,600	0,634	0,149	0,170	0,191	0,170
C5	0,250	0,290	0,333	1,250	1,290	1,333	0,415	0,465	0,507	0,112	0,132	0,153	0,132
C4	0,222	0,250	0,290	1,222	1,250	1,290	0,322	0,372	0,415	0,087	0,105	0,125	0,106
C6	0,222	0,250	0,290	1,222	1,250	1,290	0,250	0,298	0,340	0,067	0,084	0,102	0,085

100 yatak altı hastaneler için karar vericiler tarafından yapılan değerlendirmede kriterlerin nihai ağırlıkları hesaplanmış ve bu ağırlıkların aritmetik ortalaması alınmıştır. Yapılan hesaplama neticesinde, önem ağırlığına göre ana kriterler sırasıyla; ekonomik (C1), teknik (C3), çevresel (C2), emisyon (C5), ergonomik (C4), sosyal (C6) şeklindedir. Tablo 19'da 100 yatak altı hastaneler için ana kriter sıralamasına yer verilmiştir.

Tablo 19. 100 Yatak altı Hastaneler için Ana Kriter Ağırlıkları

	Ana Kriterler	**Ağırlık**	**Sıralama**
C1	Ekonomik	0,246159	**1**
C2	Çevresel	0,220668	**3**
C3	Teknik	0,22405	**2**
C4	Ergonomik	0,106799	**5**
C5	Emisyon	0,119358	**4**
C6	Sosyal	0,088943	**6**

5.1.2.2. 100 Yatak altı Hastaneler için Alt Kriter Ağırlıkları

100 yatak altı hastanelerde karar verici konumundaki uzmanlardan elde edilen veriler kapsamında alt kriterlere ait hesaplamalara Tablo 20'de yer verilmiştir.

Tablo 20. 100 Yatak altı Hastanelerde Bulunan KV1'e ait Alt Kriter Ağırlıkları

	sj			***kj***			***qj***			***wj***			**Kriter Ağırlık**
C13	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,288	0,308	0,338	0,311
C15	0,222	0,250	0,290	1,222	1,250	1,290	0,775	0,800	0,818	0,223	0,246	0,277	0,249
C14	0,290	0,333	0,400	1,290	1,333	1,400	0,554	0,600	0,634	0,160	0,185	0,215	0,186
C16	0,500	0,667	1,000	1,500	1,667	2,000	0,277	0,360	0,423	0,080	0,111	0,143	0,111
C12	0,290	0,333	0,400	1,290	1,333	1,400	0,198	0,270	0,328	0,057	0,083	0,111	0,084
C11	0,222	0,250	0,290	1,222	1,250	1,290	0,153	0,216	0,268	0,044	0,067	0,091	0,067
C28	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,257	0,28	0,313	0,283
C26	0,333	0,400	0,500	1,333	1,400	1,500	0,667	0,714	0,750	0,171	0,200	0,235	0,202
C22	0,222	0,250	0,290	1,222	1,250	1,290	0,517	0,571	0,614	0,133	0,16	0,192	0,162
C25	0,250	0,29	0,333	1,250	1,290	1,333	0,388	0,443	0,491	0,100	0,124	0,154	0,126
C21	0,290	0,333	0,400	1,290	1,333	1,400	0,277	0,332	0,381	0,071	0,093	0,119	0,094
C27	0,500	0,667	1,000	1,500	1,667	2,000	0,138	0,199	0,254	0,036	0,056	0,079	0,057
C23	0,250	0,290	0,333	1,250	1,290	1,333	0,104	0,155	0,203	0,027	0,043	0,064	0,044
C24	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	0,104	0,155	0,203	0,027	0,043	0,064	0,044
C31	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,239	0,256	0,282	0,259
C32	0,222	0,250	0,290	1,222	1,250	1,290	0,775	0,800	0,818	0,185	0,205	0,231	0,207
C34	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	0,775	0,800	0,818	0,185	0,205	0,231	0,207
C35	0,500	0,667	1,000	1,500	1,667	2,000	0,388	0,480	0,545	0,093	0,123	0,154	0,123
C37	0,333	0,400	0,500	1,333	1,400	1,500	0,258	0,343	0,409	0,062	0,088	0,116	0,088
C36	0,250	0,290	0,333	1,250	1,290	1,333	0,194	0,266	0,327	0,046	0,068	0,092	0,069
C33	0,222	0,250	0,290	1,222	1,250	1,290	0,150	0,213	0,268	0,036	0,055	0,076	0,055
C43	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,533	0,538	0,545	0,539
C42	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000	0,500	0,500	0,500	0,267	0,269	0,273	0,270
C41	0,333	0,400	0,500	1,333	1,400	1,500	0,333	0,357	0,375	0,178	0,192	0,205	0,192
C51	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,357	0,375	0,400	0,378
C52	0,333	0,400	0,500	1,333	1,400	1,500	0,667	0,714	0,750	0,238	0,268	0,300	0,269
C54	0,250	0,290	0,333	1,250	1,290	1,333	0,500	0,554	0,600	0,179	0,208	0,240	0,209
C53	0,333	0,400	0,500	1,333	1,400	1,500	0,333	0,396	0,450	0,119	0,148	0,18	0,149
C63	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,429	0,446	0,471	0,449
C61	0,250	0,290	0,333	1,250	1,290	1,333	0,75	0,775	0,800	0,321	0,346	0,376	0,348
C62	0,500	0,667	1,000	1,500	1,667	2,000	0,375	0,465	0,533	0,161	0,208	0,251	0,206

100 yatak altı hastaneler için karar vericiler tarafından yapılan değerlendirmede en önemli alt kriter, ekonomik ana kriteri (C1) kapsamında incelenen 0,056 ağırlık değerine sahip sermaye maliyeti kriteri (C11) iken en az önemli kriter teknik ana kriteri (C3) kapsamında incelenen 0,041 ağırlık değerine sahip bertaraf sistem kapasitesi (C34) olmuştur. Alt kriterlere ait bulgulara Tablo 21'de yer verilmiştir.

Tablo 21. 100 Yatak altı Hastaneler için Alt Kriter Ağırlıkları

	Alt Kriterler	**Ağırlık**	**Sıralama**
C11	Sermaye Maliyeti (Ekonomik)	0,056	**1**
C12	İşletme Maliyeti (Ekonomik)	0,051	**2**
C32	Hacim Azaltma (Teknik)	0,050	**3**
C43	Çalışan Riskleri (Ergonomik)	0,047	**4**
C13	Ton Başına Maliyet (Ekonomik)	0,043	**5**
C25	Mikrobiyal İnaktivasyon Miktarı (Çevresel)	0,042	**6**
C34	Bertaraf Sistem Kapasitesi (Teknik)	0,041	**7**

5.1.2.3. 100 Yatak altı Hastaneler için Global Ağırlıkların Tespiti

Karar verici konumundaki uzmanlardan elde edilen veriler neticesinde her karar verici için kriter ağırlıklarının aritmetik ortalaması alınarak alt kriter ağırlıkları ve ait oldukları ana kriter ağırlıklarının çarpılması neticesinde global ağırlıklar hesaplanmıştır. Tablo 22'de 100 yatak altı hastaneler için global ağırlıkların hesaplaması yapılmıştır.

Tablo 22. 100 Yatak altı Hastanelere ait Kriterlerin Global Ağırlıkların Hesaplanması

Global Ağırlık Tablosu					
	l	**m**	**u**	**CV**	**Sıralama**
C11	0,047	0,055	0,066	0,056	**1**
C12	0,042	0,050	0,060	0,050	**2**
C13	0,035	0,043	0,053	0,044	**5**
C14	0,032	0,040	0,050	0,041	**9**
C15	0,024	0,031	0,039	0,031	**16**
C16	0,020	0,026	0,034	0,027	**19**
C21	0,011	0,016	0,022	0,016	**31**
C22	0,030	0,037	0,047	0,038	**12**
C23	0,018	0,024	0,032	0,025	**25**
C24	0,015	0,020	0,027	0,021	**28**
C25	0,034	0,042	0,052	0,042	**6**
C26	0,024	0,031	0,040	0,032	**15**
C27	0,021	0,027	0,035	0,028	**18**

C28	0,016	0,022	0,030	0,023	**27**
C31	0,033	0,041	0,051	0,041	**8**
C32	0,041	0,049	0,061	0,050	**3**
C33	0,026	0,033	0,041	0,033	**14**
C34	0,033	0,041	0,051	0,041	**7**
C35	0,012	0,017	0,024	0,018	**29**
C36	0,012	0,017	0,024	0,018	**30**
C37	0,019	0,025	0,033	0,026	**22**
C41	0,026	0,034	0,045	0,035	**13**
C42	0,018	0,026	0,034	0,026	**20**
C43	0,036	0,046	0,059	0,047	**4**
C51	0,031	0,039	0,050	0,040	**10**
C52	0,017	0,024	0,031	0,024	**26**
C53	0,023	0,031	0,039	0,031	**17**
C54	0,018	0,025	0,033	0,026	**23**
C61	0,018	0,025	0,035	0,026	**21**
C62	0,017	0,025	0,034	0,025	**24**
C63	0,029	0,038	0,049	0,039	**11**

Yapılan işlem sonucunda, 100 yatak altı hastaneler için global ağırlık hesaplamalarında en önemli ilk 5 kriter sırasıyla; sermaye maliyeti (C11), işletme maliyeti (C12), hacim azaltma (C32), çalışan riskleri (C43), ton başına maliyet (C13) olarak sıralanmıştır.

100 yatak altı hastaneler için ekonomi ana kriterinin (C1) en önemli alt kriteri, 100 yatak üzeri hastanelerde tespit edildiği gibi sermaye maliyeti (C11) iken en az önemli kriteri altyapı gereksinimi (C16) olarak bulunmuştur. Çevresel ana kriterinin en önemli alt kriteri mikrobiyal inaktivasyon miktarı (C25) iken en az önemli kriteri enerji geri kazanımı (C21) olmuştur. Teknik ana kriterinin (C3) en önemli alt kriteri hacim azaltma (C32), en az önemli kriteri bertaraf süresi (C36) olarak bulunmuştur. Ergonomi ana kriterinin (C4) en önemli alt kriteri 100 yatak üzeri hastaneler ile benzer şekilde çalışan riskleri (C43), en az önemli kriteri koku (C42) olarak tespit edilmiştir. Emisyon ana kriterinin (C5) en önemli alt kriteri 100 yatak üzeri hastanelerde olduğu gibi insan toksisitesi (C51) iken en az önemli kriter su ekotoksisitesi (C52) olarak belirlenmiştir.

5.2. Bulanık WASPAS Yöntemi ile Alternatiflerin Sıralaması

ÇKKV yaklaşımlarında özellikle kriter ağırlıklandırması aşamasında, daha geniş uzman gruplarına başvurulması, karar modelinin genel geçerliliğini arttırmaktadır. Ancak alternatiflerin sıralanması aşamasında daha dar fakat konu hakkında derin bilgi birikimine sahip bir uzman grubu ile çalışılması tercih edilmektedir (Štreimikienė vd., 2025). Bu nedenle, çalışmanın bu bölümünde sürdürülebilir atık bertaraf yönteminde karar verici konumundaki uzman grubundan, konuya özgü derin uzmanlığa sahip 7 ila 15 yıl arasında iş tecrübesi bulunan 7 tıbbi atık uzmanından elde edilen veriler değerlendirilmiştir. 7 uzmana ait demografik veriler Tablo 23' te yer almaktadır.

Tablo 23. Kriterlerin Sıralanmasında KV'lere ait Demografik Bilgiler

	Yaş	Eğitim Durumu	Meslek	UzmanlıkAlanı	Tecrübe(Yıl)	Mevcut Pozisyon
KV1	35-39	Lisans	Tıbbi Atık Yöneticisi	Destek Hizmetleri	15	Yönetici
KV2	35-39	Lisans	Tıbbi Atık Yöneticisi	Destek Hizmetleri	14	Yönetici
KV3	35-40	Lisans	Tıbbi Atık Yöneticisi	Destek Hizmetleri	11	Yönetici
KV4	30-34	Lisans	Tıbbi Atık Yöneticisi	Destek Hizmetleri	9	Mesul Müdür
KV5	40-44	Yüksek Lisans	Tıbbi Atık Yöneticisi	Destek Hizmetleri	9	Yönetici
KV6	35-39	Yüksek Lisans	Tıbbi Atık Yöneticisi	Destek Hizmetleri	8	Yönetici
KV7	45-49	Lisans	Tıbbi Atık Yöneticisi	Destek Hizmetleri	7	Destek Hizmetleri

5.2.1. 100 Yatak üzeri Hastaneler için Kriterlerin Sıralanması

Başlangıç karar matrisinin oluşturulması için kriterlerin bulanık WASPAS yöntemi ile sıralanması amacıyla 7 uzman ile tekrar görüşülerek, bu uzmanlardan yedili dilsel değişken doğrultusunda alternatifleri değerlendirmesi istenmiştir. 100 yatak üzeri hastaneler için 7 uzmana ait dilsel değişkenler Tablo 24'te gösterilmiştir.

Tablo 24. 100 Yatak üzeri Hastaneler için KV1'e ait Dilsel Değerler

	KV1											…	KV7										
	A1	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**	**A6**	**A7**	**A8**	**A9**	**A10**	**A11**	…	**A1**	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**	**A6**	**A7**	**A8**	**A9**	**A10**	**A11**
C11	P	G	P	G	P	VP	VG	G	P	G	P	…	P	G	P	G	P	VP	VG	VG	P	G	P
C12	P	G	P	G	P	VP	VG	VG	P	G	P	…	P	G	P	G	VP	VP	VG	G	VP	G	P
C13	P	G	P	G	P	VP	VG	G	VP	G	P	…	P	G	P	G	P	VP	VG	G	P	G	P
C14	P	MG	MG	G	MG	VG	VP	VP	G	VP	P	…	P	MG	MG	G	MG	F	VP	P	G	VP	P
C15	P	MP	P	G	P	VP	F	G	VP	P	MG	…	P	G	P	MP	P	VP	MP	VG	VP	MG	VG
C16	P	MG	MP	MP	MP	VP	P	P	P	VG	P	…	P	MG	P	G	P	P	VP	G	P	G	P
C21	VG	P	MG	G	P	G	F	F	VG	VP	F	…	G	MP	MP	MG	P	G	F	F	G	F	F
C22	VG	MP	MG	G	VP	VG	VP	P	G	VP	MP	…	VG	MP	G	VG	VP	VG	VP	VP	G	VP	MP
C23	F	MP	MP	MP	G	VP	VG	VG	P	VG	MP	…	F	MG	P	VG	VP	MG	VG	P	MG	MP	P
C24	VG	MP	MP	P	VP	G	VG	VG	G	VP	F	…	G	MP	P	MG	MG	G	VG	G	G	P	P
C25	VG	G	MG	MG	MG	G	MP	MG	G	MP	P	…	VG	MG	G	VG	G	G	MP	MP	VG	F	F
C26	VG	P	MP	MP	P	VG	P	G	G	VP	G	…	VG	P	P	MG	P	G	MG	MG	P	P	G
C27	F	VG	G	VG	VP	MG	G	G	MP	G	F	…	F	VG	VG	VG	P	MP	G	G	MP	G	F
C28	VG	G	VG	VG	MG	G	MP	MP	MG	MP	MG	…	VG	G	VG	VG	MP	G	MP	MP	VG	F	MG
C31	VG	G	G	VG	MG	VG	MP	G	VG	MP	G	…	G	G	G	G	MG	VG	MP	G	VG	MP	G
C32	VG	P	MP	MG	VP	VG	MP	P	G	P	MP	…	VG	P	MP	F	VP	G	MP	P	G	P	F
C33	VG	G	G	G	MG	VG	P	MP	VG	VP	G	…	VG	MG	MG	VG	MG	VG	G	F	G	MG	MG
C34	VG	MG	MG	G	MG	G	G	MG	G	MP	MG	…	G	MG	P	VG	P	G	VG	MG	G	P	F
C35	F	MG	MP	MG	P	VP	VG	G	VP	VG	MP	…	F	VG	MP	G	P	P	G	MP	P	G	P
C36	VG	F	MG	MG	MG	VG	P	VP	MP	VP	P	…	VG	P	MG	VG	MG	G	G	P	VG	P	VP
C37	G	MP	MP	MP	G	VG	MP	MP	VG	MP	P	…	MG	P	MP	G	VG	G	P	MP	VG	P	G
C41	F	MG	MG	MG	G	VP	G	G	VP	G	MG	…	P	MG	MG	G	MP	P	G	G	P	G	G
C42	MP	MG	MG	VG	P	MG	VP	VP	G	G	MG	…	P	G	G	VG	VP	G	VP	P	G	P	F
C43	P	G	G	G	P	VP	MG	G	VP	G	MG	…	P	G	G	VG	P	G	MG	G	P	G	MG
C51	MP	VG	G	VG	VP	VG	MG	G	G	MP	G	…	P	VG	G	VG	G	G	P	G	G	P	G
C52	MP	VG	VG	VG	VP	G	VP	VG	G	VP	VG	…	F	VG	G	VG	VP	VG	MP	G	G	MP	G
C53	MP	VG	G	VG	VP	G	VP	G	G	VP	VG	…	P	G	G	G	P	G	VP	MP	G	VP	G
C54	MP	VG	VG	VG	G	VG	VP	VG	F	G	VG	…	VP	G	VG	VG	G	VG	MP	VG	F	G	VG
C61	MP	VG	VG	VG	P	VP	VP	G	VP	VP	VG	…	P	G	MG	VG	G	MG	P	G	VP	MG	G
C62	F	MP	MP	MG	MG	VP	MG	G	P	MG	VG	…	G	G	G	G	P	MP	G	VG	G	P	MG
C63	MP	VG	VG	VG	P	VG	P	VG	G	VP	VG	…	P	VG	VG	VG	P	G	P	VG	G	VP	G

Bulanık WASPAS yöntemi ile tıbbi atık bertaraf alternatiflerinin sıralanması amacıyla görüşülen 7 uzmandan elde edilen sonuçların geometrik ortalaması alınarak 9 numaralı denklem yardımıyla başlangıç karar matrisi oluşturulmuştur. 100 yatak üzeri hastaneler için KV1'e ait karar matrisi Tablo 25'te gösterilmiştir.

Tablo 25. 100 Yatak üzeri Hastaneler için KV1'e ait Bulanık WASPAS Karar Matrisinin Oluşturulması

	C1			**C2**			**…**	**C30**			**C31**		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l m u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
A1	0,429	1,857	3,857	0,429	1,857	3,857	…	5,571	7,571	9,000	3,143	5,000	6,714
A2	6,143	8,143	9,571	6,429	8,429	9,714	…	5,143	6,571	7,571	1,571	2,571	4,000
A3	0,000	0,857	2,714	0,000	0,857	2,714	…	4,286	6,143	7,571	7,857	9,000	9,286
A4	4,286	6,143	7,571	4,286	6,143	7,571	…	6,714	8,571	9,714	8,714	9,857	10,000
A5	0,143	1,286	3,286	0,143	1,143	3,000	…	2,571	4,143	6,000	0,000	0,714	2,429
A6	0,000	0,429	1,857	0,000	0,286	1,571	…	3,714	4,714	5,714	6,571	8,000	8,857
A7	9,000	10,000	10,000	9,000	10,000	10,000	…	3,143	4,714	6,571	0,714	1,571	3,286
A8	6,429	8,286	9,571	7,286	8,857	9,714	…	8,143	9,571	10,000	8,714	9,857	10,000
A9	0,000	0,714	2,429	0,000	0,286	1,571	…	3,429	4,714	6,000	5,714	7,571	8,857
A10	7,286	9,143	10,000	7,286	9,143	10,000	…	3,143	4,714	6,571	0,000	0,143	1,286
A11	0,000	0,571	2,143	0,000	0,714	2,429	…	6,714	8,286	9,429	8,143	9,571	10,000

Başlangıç karar matrisi 10 numaralı ve 11 numaralı denklem kullanılarak fayda kriteri ve maliyet kriterleri için normalize edilmiştir. Normalize edilen karar matrisi Tablo 26'da gösterilmiştir.

Tablo 26. 100 Yatak üzeri Hastaneler için KV1'e ait Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması

	C1			**C2**			**…**	**C30**			**C31**		
	0,027	0,034	0,043	0,020	0,026	0,034	…	0,016	0,022	0,029	0,028	0,036	0,047
	C1			**C2**			**…**	**C30**			**C31**		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l m u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
A1	0,0429	0,1857	0,3857	0,0429	0,1857	0,3857	…	0,5571	0,7571	0,9000	0,3143	0,5000	0,6714
A2	0,6143	0,8143	0,9571	0,6429	0,8429	0,9714	…	0,5143	0,6571	0,7571	0,1571	0,2571	0,4000
A3	0,0000	0,0857	0,2714	0,0000	0,0857	0,2714	…	0,4286	0,6143	0,7571	0,7857	0,9000	0,9286
A4	0,4286	0,6143	0,7571	0,4286	0,6143	0,7571	…	0,6714	0,8571	0,9714	0,8714	0,9857	1,0000
A5	0,0143	0,1286	0,3286	0,0143	0,1143	0,3000	…	0,2571	0,4143	0,6000	0,0000	0,0714	0,2429
A6	0,0000	0,0429	0,1857	0,0000	0,0286	0,1571	…	0,3714	0,4714	0,5714	0,6571	0,8000	0,8857
A7	0,9000	1,0000	1,0000	0,9000	1,0000	1,0000	…	0,3143	0,4714	0,6571	0,0714	0,1571	0,3286
A8	0,6429	0,8286	0,9571	0,7286	0,8857	0,9714	…	0,8143	0,9571	1,0000	0,8714	0,9857	1,0000
A9	0,0000	0,0714	0,2429	0,0000	0,0286	0,1571	…	0,3429	0,4714	0,6000	0,5714	0,7571	0,8857
A10	0,7286	0,9143	1,0000	0,7286	0,9143	1,0000	…	0,3143	0,4714	0,6571	0,0000	0,0143	0,1286
A11	0,0000	0,0571	0,2143	0,0000	0,0714	0,2429	…	0,6714	0,8286	0,9429	0,8143	0,9571	1,0000

Denklem 12 kullanılarak Ağırlıklı Toplam Matris hesaplanmıştır. 100 yatak üzeri hastaneler için KV1'e ait Ağırlıklı Toplam Matrisi Tablo 27'de gösterilmiştir.

Tablo 27. 100 Yatak üzeri Hastaneler için KV1'e ait Ağırlıklı Toplam Matrisi

	C1			**C2**			**…**	**C30**			**C31**		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l m u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
A1	0,0011	0,0062	0,0164	0,0009	0,0049	0,0132	…	0,0087	0,0166	0,0265	0,0087	0,0181	0,0312
A2	0,0163	0,0274	0,0407	0,0130	0,0222	0,0332	…	0,0080	0,0144	0,0223	0,0043	0,0093	0,0186
A3	0,0000	0,0029	0,0115	0,0000	0,0023	0,0093	…	0,0067	0,0134	0,0223	0,0216	0,0326	0,0432
A4	0,0114	0,0206	0,0322	0,0086	0,0162	0,0259	…	0,0104	0,0188	0,0286	0,0240	0,0357	0,0465
A5	0,0004	0,0043	0,0140	0,0003	0,0030	0,0103	…	0,0040	0,0091	0,0177	0,0000	0,0026	0,0113
A6	0,0000	0,0014	0,0079	0,0000	0,0008	0,0054	…	0,0058	0,0103	0,0168	0,0181	0,0290	0,0412
A7	0,0239	0,0336	0,0425	0,0182	0,0263	0,0342	…	0,0049	0,0103	0,0193	0,0020	0,0057	0,0153
A8	0,0171	0,0278	0,0407	0,0147	0,0233	0,0332	…	0,0127	0,0209	0,0294	0,0240	0,0357	0,0465
A9	0,0000	0,0024	0,0103	0,0000	0,0008	0,0054	…	0,0053	0,0103	0,0177	0,0157	0,0274	0,0412
A10	0,0194	0,0307	0,0425	0,0147	0,0241	0,0342	…	0,0049	0,0103	0,0193	0,0000	0,0005	0,0060
A11	0,0000	0,0019	0,0091	0,0000	0,0019	0,0083	…	0,0104	0,0181	0,0277	0,0224	0,0347	0,0465

Denklem 13 kullanılarak Ağırlıklı Çarpım Matrisi hesaplanmıştır. 100 yatak üzeri hastaneler için KV1'e ait Ağırlıklı Çarpım Matrisi Tablo 28'de gösterilmiştir.

Tablo 28. 100 Yatak üzeri Hastaneler için KV1'e ait Ağırlıklı Çarpım Matrisi

	C1			**C2**			**…**	**C30**			**C31**		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l m u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
A1	0,8747	0,9450	0,9750	0,8979	0,9566	0,9810	…	0,9829	0,9939	0,9984	0,9476	0,9752	0,9891
A2	0,9795	0,9931	0,9988	0,9850	0,9955	0,9994	…	0,9806	0,9909	0,9957	0,9175	0,9520	0,9751
A3	0,0000	0,9208	0,9659	0,0000	0,9374	0,9740	…	0,9754	0,9894	0,9957	0,9888	0,9962	0,9980
A4	0,9646	0,9838	0,9926	0,9714	0,9872	0,9944	…	0,9883	0,9966	0,9995	0,9936	0,9995	1,0000
A5	0,8348	0,9334	0,9708	0,8648	0,9445	0,9760	…	0,9608	0,9809	0,9921	0,0000	0,9088	0,9618
A6	0,0000	0,8996	0,9562	0,0000	0,9106	0,9633	…	0,9713	0,9837	0,9913	0,9807	0,9919	0,9967
A7	0,9955	1,0000	1,0000	0,9964	1,0000	1,0000	…	0,9665	0,9837	0,9935	0,8845	0,9351	0,9698
A8	0,9814	0,9937	0,9988	0,9892	0,9968	0,9994	…	0,9940	0,9990	1,0000	0,9936	0,9995	1,0000
A9	0,0000	0,9152	0,9631	0,0000	0,9106	0,9633	…	0,9690	0,9837	0,9921	0,9743	0,9900	0,9967
A10	0,9866	0,9970	1,0000	0,9892	0,9976	1,0000	…	0,9665	0,9837	0,9935	0,0000	0,8573	0,9451
A11	0,0000	0,9083	0,9599	0,0000	0,9329	0,9718	…	0,9883	0,9959	0,9991	0,9905	0,9984	1,0000

Her alternatif için K_i ve λ değeri 16 ve 17 numaralı denklemler ile hesaplanmıştır. Bu hesaplamaya göre alternatifler K_i değerine göre sıralanmış olup; en yüksek *Ki* değerine sahip alternatif seçilmiştir. 100 yatak üzeri hastaneler için WASPAS bulanık değerlendirme puanları ve sıralamaya Tablo 29'te yer verilmiştir.

Tablo 29. 100 Yatak üzeri Hastaneler için WASPAS Bulanık Değerlendirme Puanları ve Sıralaması

	Toplam Puan (Q_i)	*Çarpımsal Puan (P_i)*	*Bileşik Puan (K_i)*	Sıralama
A1	0,586	0,449	0,505	**6**
A2	0,717	0,590	0,641	**2**
A3	0,657	0,424	0,519	**5**
A4	0,841	0,765	0,795	**1**
A5	0,336	0,216	0,265	**11**
A6	0,648	0,368	0,481	**7**
A7	0,500	0,282	0,370	**9**
A8	0,717	0,444	0,555	**3**
A9	0,571	0,329	0,427	**8**
A10	0,481	0,273	0,357	**10**
A11	0,660	0,429	0,523	**4**

100 yatak üzeri hastaneler için bulanık WASPAS yöntemine göre tıbbi atık bertaraf alternatiflerinin sıralaması; A4>A2>A8>A11>A3>A1>A6>A9>A7>A10>A5 şeklindedir. Bu hesaplamaya göre 100 yatak üzeri hastanelerde ilk sırada tercih edilmesi gereken alternatif hidroklav (A4) iken en düşük puana sahip alternatif kimyasal dezenfesiyon (A5) olarak belirlenmiştir.

5.2.2. 100 Yatak altı Hastaneler için Kriterlerin Sıralanması

Başlangıç karar matrisinin oluşturulması için kriterlerin bulanık WASPAS yöntemi ile sıralanması amacıyla 7 uzman ile tekrar görüşülerek, bu uzmanlardan yedili dilsel değişken doğrultusunda alternatifleri değerlendirmesi istenmiştir. 100 yatak altı hastaneler için 7 uzmana ait dilsel değerlendirmeler Tablo 30'da gösterilmiştir.

Tablo 30. 100 Yatak altı Hastaneler için KV1'e ait Dilsel Değerler

	KV1											…	KV7										
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	…	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
C11	VP	F	VG	P	G	VP	VP	P	VP	G	P	…	VP	P	VG	MG	MP	VP	VP	P	VP	VG	VP
C12	VP	F	VG	P	G	VP	VP	P	VP	G	P	…	VP	P	VG	MG	MP	VP	VP	P	VP	VG	VP
C13	VP	F	VG	P	G	VP	P	P	VP	P	VP	…	P	F	G	MG	F	VP	P	P	VP	MP	VP
C14	VP	VP	VG	VP	VG	VP	VP	VP	VP	P	F	…	P	VP	VG	G	VG	VP	VP	VP	VP	P	VP
C15	P	F	G	P	VG	VP	F	VP	VP	MP	P	…	P	P	VG	MP	VG	VP	P	P	VP	P	VP
C16	VP	P	VG	P	VG	VP	VP	VP	VP	G	VP	…	P	P	VG	MG	VG	VP	VP	VP	VP	VG	VP
C21	MG	P	G	P	P	MP	G	P	F	MP	F	…	F	VP	P	P	P	G	VG	G	G	P	F
C22	G	P	MP	MP	VG	MG	P	P	MP	P	F	…	G	G	P	P	F	MP	P	P	G	VP	F
C23	VP	G	MG	P	G	VP	VG	F	VP	VG	VP	…	VP	G	MG	G	VG	VP	F	F	VP	G	VP
C24	MP	P	VG	VP	G	MG	VG	F	F	G	F	…	G	P	VG	VP	VG	F	MG	MG	MG	G	MP
C25	G	G	VG	F	VG	G	MG	MP	F	F	G	…	G	G	VG	G	VG	F	F	G	G	P	F
C26	VP	P	MP	P	MP	MG	G	VP	VP	P	F	…	P	F	MP	MP	P	VP	P	F	VP	P	F
C27	P	VG	G	G	VP	P	VG	G	P	VG	G	…	MP	VG	VG	G	VP	MG	F	F	F	G	G
C28	MG	G	VG	G	G	G	G	F	F	G	F	…	G	G	VG	MG	VG	F	G	VG	G	F	G
C31	G	G	VG	G	F	P	VG	G	F	F	G	…	VG	G	VG	G	VG	P	G	MP	MP	G	MP
C32	MG	P	MG	MP	P	F	P	VP	G	P	P	…	G	P	F	F	F	F	MP	MP	G	P	MG
C33	F	F	G	F	F	F	F	VP	F	VP	MP	…	F	F	F	MP	G	F	MP	MP	MP	VP	MP
C34	G	G	VG	MG	G	P	VG	F	P	G	MP	…	VG	G	G	MP	VG	MP	G	VG	F	MP	G
C35	MP	G	VG	F	F	VP	G	F	VP	MP	P	…	P	G	G	VP	VP	VP	G	VG	VP	MG	VP
C36	MP	G	VG	MG	F	P	MG	P	P	P	P	…	P	G	VG	F	VG	VP	F	F	P	VP	P
C37	F	MP	F	MP	G	P	G	F	VP	F	MG	…	P	P	MG	P	VG	VP	MG	G	P	MP	MP
C41	F	F	G	P	VG	P	F	MG	P	P	F	…	P	F	F	MP	G	P	G	MG	F	MP	F
C42	VP	VG	G	F	VP	G	P	VP	F	VP	G	…	P	G	G	MP	P	MG	P	VP	G	VP	G
C43	P	VG	VG	G	P	P	VG	F	P	G	G	…	VP	G	G	G	P	P	G	VG	G	F	F
C51	VP	VG	VG	G	VP	MP	VG	F	G	G	G	…	P	VG	VG	G	P	G	F	F	F	VP	G
C52	P	G	VG	G	VP	G	G	P	G	MP	G	…	P	VG	G	G	P	G	MG	G	F	VP	G
C53	VP	G	VG	G	VP	G	G	VP	MG	MP	G	…	VP	G	G	G	P	G	MG	G	F	VP	G
C54	VP	G	G	G	F	MG	G	P	MG	G	G	…	VP	G	G	G	P	G	MG	G	F	P	G
C61	VP	G	VG	G	P	P	MG	F	P	P	MG	…	P	VG	G	G	P	MP	MG	G	P	VP	G
C62	MP	F	VG	F	F	VP	G	F	P	G	MG	…	P	VG	F	MP	MP	VP	VG	G	P	G	P
C63	VP	G	VG	G	P	MG	G	G	G	VP	G	…	P	VG	G	G	P	G	MG	G	G	P	G

Bulanık WASPAS yöntemi ile tıbbi atık bertaraf alternatiflerinin sıralanması amacıyla görüşülen 7 uzmandan elde edilen sonuçların geometrik ortalaması alınarak 9 numaralı denklem yardımıyla başlangıç karar matrisi oluşturulmuş ve 100 yatak altı hastaneler için KV1'e ait karar matrisi Tablo 31'de gösterilmiştir.

Tablo 31. 100 Yatak altı Hastaneler için KV1'e ait Bulanık WASPAS Karar Matrisinin Oluşturulması

	C1			**C2**			**…**	**C30**			**C31**		
	0,027	0,034	0,043	0,020	0,026	0,034	. . .	0,016	0,022	0,029	0,028	0,036	0,047
	C1			**C2**			**…**	**C30**			**C31**		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l m u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
A1	0,0000	0,0143	0,1286	0,0000	0,0143	0,1286	…	0,1194	0,2836	0,4925	0,0000	0,0286	0,1571
A2	0,0857	0,2143	0,4143	0,0857	0,2143	0,4143	…	0,5224	0,6716	0,7910	0,7286	0,8857	0,9714
A3	0,8429	0,9714	1,0000	0,8429	0,9714	1,0000	…	0,5821	0,7761	0,9104	0,7571	0,9286	1,0000
A4	0,0714	0,1714	0,3571	0,0714	0,1714	0,3571	…	0,1493	0,3433	0,5522	0,6143	0,8143	0,9286
A5	0,6429	0,8286	0,9286	0,6429	0,8286	0,9286	…	0,4328	0,6418	0,8209	0,0000	0,0714	0,2429
A6	0,0000	0,0000	0,1000	0,0000	0,0000	0,1000	…	0,1940	0,3134	0,4776	0,5571	0,7571	0,9000
A7	0,0000	0,0143	0,1286	0,0000	0,0143	0,1286	…	0,7015	0,8955	1,0000	0,4143	0,6143	0,8000
A8	0,0000	0,0857	0,2714	0,0000	0,0857	0,2714	…	0,5522	0,7612	0,9254	0,5857	0,7857	0,9143
A9	0,0000	0,0143	0,1286	0,0000	0,0143	0,1286	…	0,0149	0,1045	0,2836	0,5571	0,7571	0,9000
A10	0,5857	0,7143	0,8000	0,6857	0,8286	0,9000	…	0,6418	0,8358	0,9701	0,0000	0,0571	0,2143
A11	0,0000	0,0286	0,1571	0,0000	0,0286	0,1571	…	0,4030	0,5821	0,7612	0,7286	0,9143	1,0000

Başlangıç karar matrisi, 10 numaralı ve 11 numaralı denklem kullanılarak fayda kriteri ve maliyet kriterleri için normalize edilmiştir. Normalize edilen karar matrisi Tablo 32'de gösterilmiştir.

Tablo 32. 100 Yatak altı Hastaneler için KV1'e ait Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması

	C1			**C2**			**…**	**C30**			**C31**		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l m u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
A1	0,000	0,143	1,286	0,000	0,143	1,286	…	1,143	2,714	4,714	0,000	0,286	1,571
A2	0,857	2,143	4,143	0,857	2,143	4,143	…	5,000	6,429	7,571	7,286	8,857	9,714
A3	8,429	9,714	10,000	8,429	9,714	10,000	…	5,571	7,429	8,714	7,571	9,286	10,000
A4	0,714	1,714	3,571	0,714	1,714	3,571	…	1,429	3,286	5,286	6,143	8,143	9,286
A5	6,429	8,286	9,286	6,429	8,286	9,286	…	4,143	6,143	7,857	0,000	0,714	2,429
A6	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	…	1,857	3,000	4,571	5,571	7,571	9,000
A7	0,000	0,143	1,286	0,000	0,143	1,286	…	6,714	8,571	9,571	4,143	6,143	8,000
A8	0,000	0,857	2,714	0,000	0,857	2,714	…	5,286	7,286	8,857	5,857	7,857	9,143
A9	0,000	0,143	1,286	0,000	0,143	1,286	…	0,143	1,000	2,714	5,571	7,571	9,000
A10	5,857	7,143	8,000	6,857	8,286	9,000	…	6,143	8,000	9,286	0,000	0,571	2,143
A11	0,000	0,286	1,571	0,000	0,286	1,571	…	3,857	5,571	7,286	7,286	9,143	10,000

Denklem 12 kullanılarak Ağırlıklı Toplam Matris hesaplanmıştır. 100 yatak altı hastaneler için KV1'e ait Ağırlıklı Toplam Matrisi Tablo 33'te gösterilmiştir.

Tablo 33. 100 Yatak altı Hastaneler için KV1'e ait Ağırlıklı Toplam Matrisi

	C1			**C2**			**…**	**C30**			**C31**		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l m u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
A1	0,0000	0,0005	0,0055	0,0000	0,0004	0,0044	…	0,0019	0,0062	0,0145	0,0000	0,0010	0,0073
A2	0,0023	0,0072	0,0176	0,0017	0,0056	0,0142	…	0,0081	0,0147	0,0233	0,0201	0,0321	0,0452
A3	0,0224	0,0326	0,0425	0,0170	0,0256	0,0342	…	0,0090	0,0170	0,0268	0,0209	0,0336	0,0465
A4	0,0019	0,0058	0,0152	0,0014	0,0045	0,0122	…	0,0023	0,0075	0,0162	0,0169	0,0295	0,0432
A5	0,0171	0,0278	0,0395	0,0130	0,0218	0,0318	…	0,0067	0,0140	0,0242	0,0000	0,0026	0,0113
A6	0,0000	0,0000	0,0043	0,0000	0,0000	0,0034	…	0,0030	0,0069	0,0141	0,0153	0,0274	0,0419
A7	0,0000	0,0005	0,0055	0,0000	0,0004	0,0044	…	0,0109	0,0196	0,0294	0,0114	0,0223	0,0372
A8	0,0000	0,0029	0,0115	0,0000	0,0023	0,0093	…	0,0086	0,0167	0,0272	0,0161	0,0285	0,0425
A9	0,0000	0,0005	0,0055	0,0000	0,0004	0,0044	…	0,0002	0,0023	0,0083	0,0153	0,0274	0,0419
A10	0,0156	0,0240	0,0340	0,0138	0,0218	0,0308	…	0,0100	0,0183	0,0285	0,0000	0,0021	0,0100
A11	0,0000	0,0010	0,0067	0,0000	0,0008	0,0054	…	0,0063	0,0127	0,0224	0,0201	0,0331	0,0465

Denklem 13 kullanılarak Ağırlıklı Çarpım Matrisi hesaplanmıştır. 100 yatak altı hastaneler için KV1'e ait Ağırlıklı Çarpım Matrisi, Tablo 34'te gösterilmiştir.

Tablo 34. 100 Yatak altı Hastaneler için KV1'e ait Ağırlıklı Çarpım Matrisi

	C1			**C2**			**…**	**C30**			**C31**		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l m u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
A1	0,0000	0,8670	0,9469	0,0000	0,8942	0,9595	…	0,9394	0,9728	0,9891	0,0000	0,8791	0,9503
A2	0,9008	0,9496	0,9768	0,9194	0,9602	0,9824	…	0,9811	0,9913	0,9964	0,9854	0,9956	0,9992
A3	0,9928	0,9990	1,0000	0,9942	0,9992	1,0000	…	0,9842	0,9945	0,9985	0,9871	0,9973	1,0000
A4	0,8939	0,9425	0,9730	0,9137	0,9546	0,9794	…	0,9456	0,9769	0,9908	0,9776	0,9926	0,9980
A5	0,9814	0,9937	0,9980	0,9850	0,9951	0,9985	…	0,9757	0,9903	0,9969	0,0000	0,9088	0,9618
A6	0,0000	0,0000	0,9406	0,0000	0,0000	0,9546	…	0,9529	0,9749	0,9886	0,9732	0,9900	0,9971
A7	0,0000	0,8670	0,9469	0,0000	0,8942	0,9595	…	0,9896	0,9976	1,0000	0,9598	0,9825	0,9939
A8	0,0000	0,9208	0,9659	0,0000	0,9374	0,9740	…	0,9827	0,9940	0,9988	0,9754	0,9913	0,9975
A9	0,0000	0,8670	0,9469	0,0000	0,8942	0,9595	…	0,8836	0,9518	0,9806	0,9732	0,9900	0,9971
A10	0,9775	0,9888	0,9941	0,9872	0,9951	0,9979	…	0,9870	0,9961	0,9995	0,0000	0,9015	0,9585
A11	0,0000	0,8874	0,9520	0,0000	0,9106	0,9633	…	0,9736	0,9882	0,9958	0,9854	0,9968	1,0000

Her alternatif için K_i ve λ değeri 16 ve 17 numaralı denklemler ile hesaplanmıştır. Bu hesaplamaya göre alternatifler K_i değerine göre sıralanmış olup; en yüksek K_i değerine sahip alternatif seçilmiştir. 100 yatak üzeri hastaneler için bulanık WASPAS değerlendirme puanları ve sıralamaya Tablo 35'te yer verilmiştir.

Tablo 35. 100 Yatak altı Hastaneler için Bulanık WASPAS Değerlendirme Puanları ve Sıralaması

	Toplam Puan (Q_i)	***Çarpımsal Puan (P_i)***	***Bileşik Puan (K_i)***	**Sıralama**
A1	0,353	0,143	0,218	**11**
A2	0,688	0,437	0,527	**2**
A3	0,830	0,749	0,778	**1**

A4	0,598	0,457	0,507	**3**
A5	0,512	0,286	0,367	**4**
A6	0,465	0,184	0,285	**10**
A7	0,562	0,218	0,341	**6**
A8	0,522	0,211	0,322	**8**
A9	0,466	0,185	0,286	**9**
A10	0,450	0,270	0,335	**7**
A11	0,586	0,226	0,355	**5**

100 yatak altı hastaneler için bulanık WASPAS yöntemine göre tıbbi atık bertaraf alternatiflerinin sıralaması; A3>A2>A4>A5>A11>A7>A10>A8>A9>A6>A1 şeklindedir. Bu hesaplamaya göre 100 yatak altı hastaneler için tercih edilmesi gereken alternatif mikrodalga (A3) iken en az puana sahip alternatif yakma (A1) olarak ortaya çıkmıştır.

5.3. Bulanık CoCoSo Yöntemi ile Alternatiflerin Sıralaması

Sürdürülebilir atık bertaraf yöntemlerinin belirlenmesi amacıyla 35 uzman içerisinde 100 yatak üzeri ve 100 yatak altı hastanelerde karar verici konumundaki 7 ila 15 yıl arasında iş tecrübesine sahip 7 tıbbi atık uzmanından elde edilen veriler değerlendirilmiştir.

5.3.1. 100 Yatak üzeri Hastaneler için Kriterlerin Sıralanması

Karar vericilerin değerlendirmesi neticesinde bütünleşik değeri ifade eden karar matrisi 18 numaralı denklem ile oluşturulmuş ve bu değerlere Tablo 36'da yer verilmiştir.

Tablo 36. 100 Yatak üzeri Hastaneler için KV1'e ait Bulanık CoCoSo Karar Matrisinin Oluşturulması

	C1			C2			…	C30			C31		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l m u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
A1	0,000	0,043	0,186	0,000	0,043	0,186	…	0,543	0,714	0,857	0,157	0,257	0,400
A2	0,614	0,814	0,957	0,643	0,843	0,971	…	0,514	0,657	0,757	0,157	0,257	0,400
A3	0,000	0,086	0,271	0,000	0,086	0,271	…	0,429	0,614	0,757	0,786	0,900	0,929
A4	0,429	0,614	0,757	0,429	0,614	0,757	…	0,671	0,857	0,971	0,871	0,986	1,000
A5	0,014	0,129	0,329	0,014	0,114	0,300	…	0,257	0,414	0,600	0,000	0,071	0,243
A6	0,000	0,043	0,186	0,000	0,029	0,157	…	0,371	0,471	0,571	0,657	0,800	0,886
A7	0,900	1,000	1,000	0,900	1,000	1,000	…	0,314	0,471	0,657	0,071	0,157	0,329
A8	0,643	0,829	0,957	0,729	0,886	0,971	…	0,814	0,957	1,000	0,871	0,986	1,000
A9	0,000	0,071	0,243	0,000	0,029	0,157	…	0,343	0,471	0,600	0,571	0,757	0,886
A10	0,729	0,914	1,000	0,729	0,914	1,000	…	0,314	0,471	0,657	0,000	0,014	0,129
A11	0,000	0,057	0,214	0,000	0,071	0,243	…	0,671	0,829	0,943	0,814	0,957	1,000

Fayda kriterleri için normalizasyon işlemi 19 numaralı denklem ile yapılırken maliyet kriterleri için normalizasyon işlemi 20 numaralı denklem ile hesaplanmaktadır. 100 yatak üzeri hastaneler için KV1'e ait normalize karar matrisi Tablo 37'de gösterilmiştir.

Tablo 37. 100 Yatak üzeri Hastaneler için KV1'e ait Bulanık CoCoSo Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması

	C1			C2			…	C30			C31		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l m u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
A1	0,000	0,043	0,186	0,000	0,043	0,186	…	0,385	0,615	0,808	0,157	0,257	0,400
A2	0,614	0,814	0,957	0,6 43	0,843	0,971	…	0,346	0,538	0,673	0,157	0,257	0,400
A3	0,000	0,086	0,271	0,000	0,086	0,271	…	0,231	0,481	0,673	0,786	0,900	0,929
A4	0,429	0,614	0,757	0,429	0,614	0,757	…	0,558	0,808	0,962	0,871	0,986	1,000
A5	0,014	0,129	0,329	0,014	0,114	0,300	…	0,000	0,212	0,462	0,000	0,071	0,243
A6	0,000	0,043	0,186	0,000	0,029	0,157	…	0,154	0,288	0,423	0,657	0,800	0,886
A7	0,900	1,000	1,000	0,900	1,000	1,000	…	0,077	0,288	0,538	0,071	0,157	0,329
A8	0,643	0,829	0,957	0,729	0,886	0,971	…	0,750	0,942	1,000	0,871	0,986	1,000
A9	0,000	0,071	0,243	0,000	0,029	0,157	…	0,115	0,288	0,462	0,571	0,757	0,886
A10	0,729	0,914	1,000	0,729	0,914	1,000	…	0,077	0,288	0,538	0,000	0,014	0,129
A11	0,000	0,057	0,214	0,000	0,071	0,243	…	0,558	0,769	0,923	0,814	0,957	1,000

Her bir alternatif için ağırlıklı normalize edilmiş bulanık değerlerin toplamını temsil eden S_i değeri, denklem 21 kullanılarak hesaplanmaktadır. Karşılaştırılabilirlik dizilerinin kuvvet ağırlıklarını temsil eden P_i değeri için ise denklem 22 kullanılmıştır. Elde edilen değerlere Tablo 38'de yer verilmiştir.

Tablo 38. 100 Yatak üzeri Hastaneler için Bulanık CoCoSo Yöntemine ait S_i ve P_i değerleri

	S_i			P_i		
	l	***m***	***u***	***l***	***m***	***u***
A1	0,243	0,427	0,710	24,496	29,777	30,415
A2	0,404	0,682	1,029	29,783	30,505	30,804
A3	0,359	0,62	0,959	26,069	30,322	30,725
A4	0,531	0,827	1,155	30,405	30,781	30,92
A5	0,122	0,271	0,557	19,547	29,311	30,229
A6	0,388	0,622	0,915	25,031	30,125	30,622
A7	0,253	0,447	0,742	20,942	29,686	30,429
A8	0,420	0,689	1,010	27,223	30,396	30,752
A9	0,318	0,537	0,835	22,893	29,953	30,546
A10	0,229	0,424	0,717	18,937	29,613	30,398
A11	0,361	0,622	0,964	26,924	30,327	30,730

100 yatak üzeri hastanelerde üç bulanık değerlendirme puanını hesaplamak için denklem 23, 24 ve 25 kullanılmıştır. Her bir alternatif için 3 bulanık değerlendirme puanı ($\tilde{f}_{ia}, \tilde{f}_{ib}, \tilde{f}_{ic}$) elde edilmiştir. Bu değerlendirme puanları Tablo 39'da gösterilmiştir.

Tablo 39. 100 Yatak üzeri Hastaneler için CoCoSo Bulanık Değerlendirme Puanları ve Sıralama

	F_{ia}			F_{ib}			F_{ic}		
A1	0,071	0,090	0,113	3,285	5,073	7,434	0,771	0,942	0,970
A2	0,087	0,093	0,115	4,892	7,207	10,071	0,941	0,972	0,992
A3	0,076	0,092	0,115	4,324	6,692	9,489	0,824	0,965	0,988
A4	0,089	0,094	0,116	5,959	8,414	11,110	0,964	0,985	1,000
A5	0,057	0,088	0,112	2,032	3,775	6,166	0,613	0,922	0,960
A6	0,073	0,091	0,114	4,508	6,692	9,126	0,793	0,959	0,983
A7	0,061	0,089	0,113	3,184	5,237	7,692	0,661	0,939	0,972
A8	0,080	0,092	0,115	4,884	7,255	9,912	0,862	0,969	0,990
A9	0,067	0,090	0,114	3,814	5,991	8,465	0,724	0,951	0,978
A10	0,055	0,089	0,113	2,883	5,044	7,488	0,598	0,936	0,970
A11	0,079	0,092	0,115	4,388	6,709	9,531	0,851	0,965	0,988

Bulanık değerlendirme puanları denklem 26 kullanılarak net değerlendirme puanına dönüştürülmüştür. Net değerlendirme puanları ve sıralama Tablo 40'ta gösterilmektedir.

Tablo 40. 100 Yatak üzeri Hastaneler için CoCoSo Net Değerlendirme Puanları ve Sıralama

	F_{ia}	F_{ib}	F_{ic}	**Sıralama**
A1	0,091	5,264	0,894	**9**
A2	0,098	7,390	0,969	**2**
A3	0,094	6,835	0,925	**5**

A4	0,100	8,494	0,983	**1**
A5	0,085	3,991	0,832	**11**
A6	0,093	6,775	0,911	**6**
A7	0,088	5,371	0,857	**8**
A8	0,096	7,351	0,940	**3**
A9	0,090	6,090	0,884	**7**
A10	0,086	5,138	0,835	**10**
A11	0,095	6,876	0,935	**4**

100 yatak üzeri hastaneler için Bulanık CoCoSo yöntemine göre tıbbi atık bertaraf alternatiflerinin sıralaması; A4>A2>A8>A11>A3>A6>A9>A7>A1>A10>A5 şeklindedir. Bu hesaplamaya göre 100 yatak üzeri hastanelerde en önemli alternatif hidroklav (A4) iken en az önemli alternatif kimyasal dezenfeksiyon (A5) olarak belirlenmiştir.

5.3.2. 100 Yatak altı Hastaneler için Kriterlerin Sıralanması

Karar vericilerin değerlendirmesi neticesinde oluşan ve bütünleşik değerini ifade eden karar matrisi 18 numaralı denklem ile oluşturulmuş ve bu değerlere Tablo 41'de yer verilmiştir.

Tablo 41. 100 Yatak altı Hastaneler için KV1'e ait Bulanık CoCoSo Karar Matrisinin Oluşturulması

	C1			**C2**			**…**			**C30**			**C31**		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
A1	0,000	0,014	0,129	0,000	0,014	0,129		…		0,114	0,271	0,471	0,000	0,029	0,157
A2	0,086	0,214	0,414	0,086	0,214	0,414		…		0,500	0,643	0,757	0,729	0,886	0,971
A3	0,843	0,971	1,000	0,843	0,971	1,000		…		0,557	0,743	0,871	0,757	0,929	1,000
A4	0,071	0,171	0,357	0,071	0,171	0,357		…		0,143	0,329	0,529	0,614	0,814	0,929
A5	0,643	0,829	0,929	0,643	0,829	0,929		…		0,414	0,614	0,786	0,000	0,071	0,243
A6	0,000	0,000	0,100	0,000	0,000	0,100		…		0,186	0,300	0,457	0,557	0,757	0,900
A7	0,000	0,014	0,129	0,000	0,014	0,129		…		0,671	0,857	0,957	0,414	0,614	0,800
A8	0,000	0,086	0,271	0,000	0,086	0,271		…		0,529	0,729	0,886	0,586	0,786	0,914
A9	0,000	0,014	0,129	0,000	0,014	0,129		…		0,014	0,100	0,271	0,557	0,757	0,900
A10	0,586	0,714	0,800	0,686	0,829	0,900		…		0,614	0,800	0,929	0,000	0,057	0,214
A11	0,000	0,029	0,157	0,000	0,029	0,157		…		0,386	0,557	0,729	0,729	0,914	1,000

Fayda kriterleri için normalize işlemi 19 numaralı denklem ile yapılırken; maliyet kriterleri için normalize işlemi 20 numaralı denklem ile hesaplanmaktadır. 100 yatak altı hastaneler için normalize edilmiş karar matrisi Tablo 42'de gösterilmiştir.

Tablo 42. 100 Yatak altı Hastaneler için KV1'e ait Bulanık CoCoSo Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması

	C1			C2			…	C30			C31		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l m u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
A1	0,000	0,014	0,129	0,000	0,014	0,129	…	0,106	0,273	0,485	0,000	0,029	0,157
A2	0,086	0,214	0,414	0,086	0,214	0,414	…	0,515	0,667	0,788	0,729	0,886	0,971
A3	0,843	0,971	1,000	0,843	0,971	1,000	…	0,576	0,773	0,909	0,757	0,929	1,000
A4	0,071	0,171	0,357	0,071	0,171	0,357	…	0,136	0,333	0,545	0,614	0,814	0,929
A5	0,643	0,829	0,929	0,643	0,829	0,929	…	0,424	0,636	0,818	0,000	0,071	0,243
A6	0,000	0,000	0,100	0,000	0,000	0,100	…	0,182	0,303	0,470	0,557	0,757	0,900
A7	0,000	0,014	0,129	0,000	0,014	0,129	…	0,697	0,894	1,000	0,414	0,614	0,800
A8	0,000	0,086	0,271	0,000	0,086	0,271	…	0,545	0,758	0,924	0,586	0,786	0,914
A9	0,000	0,014	0,129	0,000	0,014	0,129	…	0,000	0,091	0,273	0,557	0,757	0,900
A10	0,586	0,714	0,800	0,686	0,829	0,900	…	0,636	0,833	0,970	0,000	0,057	0,214
A11	0,000	0,029	0,157	0,000	0,029	0,157	…	0,394	0,576	0,758	0,729	0,914	1,000

Her bir alternatif için ağırlıklı normalize edilmiş bulanık değerlerin toplamını temsil eden S_i değeri denklem 21 kullanılarak hesaplanmaktadır. Karşılaştırılabilirlik dizilerinin kuvvet ağırlıklarını temsil eden P_i değeri için denklem 22 kullanılmış ve elde edilen verilere Tablo 43'te yer verilmiştir.

Tablo 43. 100 Yatak altı Hastaneler için Bulanık CoCoSo Yöntemine ait S_i ve P_i değerleri

	S_i			P_i		
	l	***m***	***u***	***l***	***m***	***u***
A1	0,151	0,302	0,582	19,604	28,243	30,172
A2	0,405	0,659	0,974	27,894	30,376	30,734
A3	0,508	0,815	1,158	30,358	30,766	30,922
A4	0,294	0,535	0,868	27,415	30,157	30,644
A5	0,266	0,474	0,777	25,644	29,803	30,454
A6	0,217	0,416	0,722	19,900	25,063	30,403
A7	0,295	0,525	0,847	24,829	29,070	30,579
A8	0,272	0,494	0,813	23,772	28,158	30,562
A9	0,217	0,416	0,723	17,952	28,611	30,413
A10	0,212	0,399	0,695	19,768	29,642	30,403
A11	0,303	0,544	0,872	22,932	29,091	30,603

100 yatak altı hastanelerde 3 bulanık değerlendirme puanını hesaplamak için denklem 23, 24, 25 kullanılmıştır. Her bir alternatif için 3 bulanık değerlendirme puanı $(\tilde{f}_{ia}, \tilde{f}_{ib}, \tilde{f}_{ic})$ elde edilmiştir. Bu değerlendirme puanları Tablo 44'te gösterilmiştir.

Tablo 44. 100 Yatak altı Hastaneler için CoCoSo Bulanık Değerlendirme Puanları ve Sıralama

	F_{ia}			F_{ib}			F_{ic}		
A1	0,057	0,088	0,117	2,092	3,574	5,535	0,616	0,890	0,959
A2	0,082	0,096	0,120	4,234	6,053	8,155	0,882	0,967	0,988
A3	0,089	0,097	0,122	5,051	7,104	9,387	0,962	0,984	1,000
A4	0,080	0,095	0,120	3,473	5,221	7,453	0,864	0,957	0,982
A5	0,075	0,093	0,119	3,192	4,799	6,835	0,808	0,944	0,974
A6	0,058	0,079	0,118	2,544	4,149	6,471	0,627	0,794	0,970
A7	0,073	0,091	0,119	3,334	5,094	7,311	0,783	0,923	0,980
A8	0,070	0,088	0,119	3,127	4,837	7,080	0,750	0,893	0,978
A9	0,053	0,089	0,118	2,437	4,345	6,481	0,566	0,905	0,971
A10	0,058	0,093	0,118	2,502	4,294	6,293	0,623	0,936	0,969
A11	0,067	0,091	0,120	3,283	5,218	7,474	0,724	0,924	0,981

Bulanık değerlendirme puanları denklem 26 kullanılarak net değerlendirme puanına dönüştürülmüştür. Net değerlendirme puanları ve sıralama Tablo 45'te yer almaktadır.

Tablo 45. 100 Yatak altı Hastaneler için CoCoSo Net Değerlendirme Puanları ve Sıralama

	F_{ia}	F_{ib}	F_{ic}	**Sıralama**
A1	0,087	3,734	0,821	**11**
A2	0,099	6,147	0,946	**2**
A3	0,103	7,181	0,982	**1**
A4	0,098	5,382	0,934	**3**
A5	0,096	4,942	0,908	**6**
A6	0,085	4,388	0,797	**10**
A7	0,094	5,246	0,895	**5**
A8	0,092	5,015	0,874	**7**
A9	0,087	4,421	0,814	**9**
A10	0,090	4,363	0,843	**8**
A11	0,093	5,325	0,876	**4**

100 yatak altı hastaneler için Bulanık CoCoSo yöntemine göre tıbbi atık bertaraf alternatiflerinin sıralaması; A3>A2>A4>A11>A7>A5>A8>A10>A9>A6>A1 şeklindedir. Bu hesaplamaya göre 100 yatak altı hastanelerde en önemli alternatif mikrodalga (A3) iken en az önemli alternatif yakma (A1) olarak sıralanmıştır.

5.4. Sonuçların COPELAND Yöntemi ile Birleştirilmesi

Çalışmada, kriter ağırlıklandırılmasında IMF-SWARA, kriterlerin sıralamasında ise bulanık WASPAS ve bulanık CoCoSo yöntemi kullanılmış; elde edilen sonuçlar COPELAND yöntemi ile bütünleştirilmiştir. Bu bölümde bertaraf alternatiflerinin 100

yatak üzeri hastaneler ve 100 yatak altı hastaneler için COPELAND yöntemi ile sıralamasına yer verilmiştir.

5.4.1. 100 Yatak üzeri Hastaneler için Alternatiflerin Sıralanması

100 yatak üzeri hastaneler için bulanık WASPAS yöntemi ile elde edilen sıralama şekline uygun olarak Tablo 46'daki matris oluşturulmuştur.

Tablo 46. 100 Yatak üzeri Hastanelerde Bulanık WASPAS Yöntemi için İkili Karşılaştırma Matrisi

WASPAS	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
A1	-	A2	A3	A4	A1	A1	A1	A8	A1	A1	A11
A2	A2	-	A2	A4	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2
A3	A3	A2	-	A4	A3	A3	A3	A8	A3	A3	A11
A4	A4	A4	A4	-	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4
A5	A1	A2	A3	A4	-	A6	A7	A8	A9	A10	A11
A6	A1	A2	A3	A4	A6	-	A6	A8	A6	A6	A11
A7	A1	A2	A3	A4	A7	A6	-	A8	A9	A7	A11
A8	A8	A2	A8	A4	A8	A8	A8	-	A8	A8	A8
A9	A1	A2	A3	A4	A9	A6	A9	A8	-	A9	A11
A10	A1	A2	A3	A4	A10	A6	A7	A8	A9	-	A11
A11	A11	A2	A11	A4	A11	A11	A11	A8	A11	A11	-

100 yatak üzeri hastaneler için bulanık CoCoSo yöntemi ile elde edilen sıralama şekline uygun olarak Tablo 47'deki matris oluşturulmuştur.

Tablo 47. 100 Yatak üzeri Hastanelerde Bulanık CoCoSo Yöntemi için İkili Karşılaştırma Matrisi

CoCoSo	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
A1	-	A2	A3	A4	A1	A6	A7	A8	A9	A1	A11
A2	A3	-	A2	A4	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2
A3	A3	A2	-	A4	A3	A3	A3	A8	A3	A3	A11
A4	A4	A4	4A	-	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4
A5	A1	A2	A3	A4	-	A6	A7	A8	A9	A10	A11
A6	A6	A2	A3	A4	A6	-	A6	A8	A6	A6	A11
A7	A7	A2	A3	A4	A7	A6	-	A8	A9	A7	A11
A8	A8	A2	A8	A4	A8	A8	A8	-	A8	A8	A8
A9	A9	A2	A3	A4	A9	A6	A9	A8	-	A9	A11
A10	A1	A2	A3	A4	A10	A6	A7	A8	A9	-	A11
A11	A11	A2	A11	A4	A11	A11	A11	A8	A11	A11	-

Birinci adımda her atık bertaraf alternatifinin diğer alternatiflerle yöntem bazında karşılaştırılmasına yer verilmiştir. Bertaraf alternatifleri, 27 numaralı denklem

kullanılarak ele alınmıştır. 28 numaralı denklem kullanılarak ikili karşılaştırmalar sonucu oylar sayılmıştır. Bu hesaplamaya göre bir alternatifin diğer alternatife göre kaç oy almış olduğu belirlenmiştir. Üçüncü adımda 29 numaralı denklemden yararlanılarak her bir bankanın $Gi\ (i,j)$ değeri hesaplanmıştır. 30 numaralı denklemden faydalanılarak altrnatiflerin galibiyet ve yenilgi puan toplamları belirlenmiştir. Elde edilen edilen COPELAND skoruna Tablo 48'de yer verilmiştir.

Tablo 48. 100 Yatak üzeri Hastaneler için COPELAND Skoru

Alternatif	WASPAS Skoru	CoCoSo Skoru	Ortalama COPELAND Skoru
A4	10	10	**10**
A2	8	8	**8**
A8	6	6	**6**
A11	4	4	**4**
A3	2	2	**2**
A1	0	-6	**-3**
A6	-2	0	**-1**
A9	-4	-2	**-3**
A7	-6	-4	**-5**
A10	-8	-8	**-8**
A5	-10	-10	**-10**

A4>A2>A8>A11>A3>A6>A1=A9>A7>A10>A5

Yapılan hesaplamalar sonucunda, 100 yatak üzeri hastaneler için elde edilen COPELAND skoruna göre en çok tercih edilen ilk beş alternatif olan A4, A2, A8, A11 ve A3 ile en az tercih edilen son iki alternatif olan A10 ve A5'e ait sıralama değişmemiştir. Ancak A6, A1, A9 ve A7 alternatiflerinin sıralaması değişerek A1 ve A9 alternatifi aynı sıralamaya sahip olmuştur. COPELAND yöntemi ile yapılan bütünleştirme işlemi sonucunda, 100 yatak üstü hastaneler için en uygun bertaraf teknolojisi hidroklav olarak ortaya çıkmıştır.

5.4.2. 100 Yatak altı Hastaneler için Alternatiflerin Sıralanması

100 yatak altı hastaneler için bulanık WASPAS yöntemi ile elde edilen sıralama şekline uygun olarak Tablo 49'daki matris oluşturulmuştur.

Tablo 49. 100 Yatak altı Hastanelerde Bulanık WASPAS Yöntemi için İkili Karşılaştırma Matrisi

WASPAS	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
A1	-	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
A2	A2	-	A3	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2
A3	A3	A3	-	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3

A4	A4	A2	A3	-	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4
A5	A5	A2	A3	A4	-	A5	A5	A5	A5	A5	A5
A6	A6	A2	A3	A4	A5	-	A7	A8	A9	A10	A11
A7	A7	A2	A3	A4	A5	A7	-	A7	A7	A7	A11
A8	A8	A2	A3	A4	A5	A8	A7	-	A8	A10	A11
A9	A9	A2	A3	A4	A5	A9	A7	A8	-	A10	A11
A10	A10	A2	A3	A4	A5	A10	A7	A10	A10	-	A11
A11	A11	A2	A3	A4	A5	A11	A11	A11	A11	A11	-

100 yatak altı hastaneler için bulanık CoCoSo yöntemi ile elde edilen sıralama şekline uygun olarak Tablo 50'deki matris oluşturulmuştur.

Tablo 50. 100 Yatak altı Hastanelerde Bulanık CoCoSo Yöntemi için İkili Karşılaştırma Matrisi

CoCoSo	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
A1	-	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
A2	A2	-	A3	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2
A3	A3	A3	-	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3
A4	A4	A2	A3	-	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4
A5	A5	A2	A3	A4	-	A5	A7	A5	A5	A5	A11
A6	A6	A2	A3	A4	A5	-	A7	A8	A9	A10	A11
A7	A7	A2	A3	A4	A7	A7	-	A7	A7	A7	A11
A8	A8	A2	A3	A4	A5	A8	A7	-	A8	A8	A11
A9	A9	A2	A3	A4	A5	A9	A7	A8	-	A10	A11
A10	A10	A2	A3	A4	A5	A10	A7	A8	A10	-	A11
A11	A11	A2	A3	A4	A11	A11	A11	A11	A11	A11	-

27, 28, 29 ve 30 numaralı denklemler kullanılarak ele alınan alternatiflere ait galibiyet ve yenilgi puanları toplanmıştır. 100 yatak altı hastaneler için elde edilen edilen COPELAND skoruna Tablo 51'de yer verilmiştir.

Tablo 51. 100 Yatak altı Hastaneler için COPELAND Skoru

Alternatif	**WASPAS Skoru**	**CoCoSo Skoru**	**Ortalama Copeland Skoru**
A3	10	10	**10**
A2	8	8	**8**
A4	6	6	**6**
A11	2	4	**3**
A5	4	0	**2**
A7	0	2	**1**
A10	-2	-4	**-3**
A8	-4	-2	**-3**
A9	-6	-6	**-6**
A6	-8	-8	**-8**
A1	-10	-10	**-10**

A3>A2>A4>A11>A5>A7>A10=A8>A9>A6>A1

Yapılan hesaplamalar sonucunda 100 yatak altı hastaneler için elde edilen COPELAND skoruna göre en çok tercih edilen ilk 3 alternatif olan A3, A2 ve A4 alternatifine ait sıralama ve en az tercih edilen son 2 alternatif olan A9, A6 ve A1 alternatifinin sıralaması değişmemiştir. Ancak A5, A11, A7, A10 ve A8 alternatiflerinin sıralaması değişerek A8 ve A10 alternatifi sıralamada eşit puan almıştır. COPELAND ile yapılan bütünleştirme işlemi neticesinde, 100 yatak altı hastaneler için en uygun bertaraf teknolojisi mikrodalga olarak ortaya çıkmıştır.

SONUÇ

Sağlık hizmetlerinin uzun vadede etkin olması ve hizmetlere erişimin gelecek nesillere aktarılabilmesi için sürdürülebilir sağlık yapılarının oluşturulması gerekmektedir. Tez çalışmamızda, sürdürülebilirlik kapsamında en uygun atık bertaraf teknolojilerinin seçilmesi amaçlanmıştır. Sürdürülebilirlik kriterlerine yönelik gerçekleştirilen literatür taraması neticesinde; kavramın ekonomik, sosyal, çevresel, teknik, ergonomik, yönetişim, finansal, kültürel, küreselleşme, inovasyon/teknolojik ve sosyal/ekolojik boyutlar gibi çok yönlü çerçevelerde ele alındığı görülmüştür. Ancak literatürdeki çalışmaların büyük ölçüde ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik kapsamında yoğunlaşması nedeniyle, bu çalışma doğrultusudaki değerlendirmeler 3 temel boyut çerçevesinde gerçekleştirilmiştir.

5.1. Sürdürülebilir Tıbbi Atık Bertarafı ile ilgili Kriterlerin Değerlendirilmesi

Etkin atık yönetim sistemleri; kentsel sürdürülebilirlik, kaynak geri kazanımı, çevre kirliliğinin azaltılması için önem teşkil etmektedir. Sürdürülebilir atık yönetim sistemleri, atık geri kazanım oranının iyileştirilmesine ve depolama sahalarına olan bağımlılığın azaltılmasına büyük ölçüde katkıda bulunmaktadır. Atık yönetiminin sürdürülebilirlik ile ilişkisi; çevresel, ekonomik ve sosyal açıdan önemli sonuçları olan, çok yönlü araştırma alanı haline gelmiştir. Güncel akademik çalışmalar, entegre atık yönetim sistemlerinin çevresel etkileri azaltarak iklim değişikliği ile mücadelede kritik rol oynadığını ve kaynak verimliliğini artırdığını ortaya koymaktadır.

Tıbbi atık bertaraf teknolojilerinin seçimi ile ilgili yapılan tez çalışmasında, İstanbul ilinde faaliyet gösteren 100 yatak üzeri ve 100 yatak altı hastanelerden elde edilen verilere ait kriterlerin ağırlıklandırılması IMF-SWARA yöntemi ile yapılmıştır. Kriter sıralaması bulanık WASPAS ve bulanık CoCoSo yöntemi ile hesaplanmış, elde edilen sonuçlar COPEAND yöntemi ile bütünleştirilmiştir. Çalışmanın bu bölümü, IMF-SWARA yöntemi değerlendirilen 6 ana kriter ve 31 alt kriterin önem dereceleri ile ilgili kriter ağırlıklarının, 100 yatak üzeri hastaneler ve 100 yatak altı hastaneler için ele alınarak; en uygun bertaraf teknolojilerinin seçiminde bulanık WASPAS ve bulanık CoCoSo ile elde edilen sonuçların her iki hastane grubu için karşılaştırılması ve ileride yapılacak olan akademik çalışmalar ile ilgili değerlendirmeleri kapsamaktadır.

5.1.1 Kriterlerin 100 Yatak üzeri Hastaneler için Değerlendirilmesi

100 yatak üzeri 19 hastane için uzman görüşleri kapsamında elde edilen verilerin analizi sonucunda, en önemli ana kriter, 0,271 ağırlık katsayısı ile çevresel (C2) kriter olarak tespit edilmiş olup; önem sırasına göre ana kriterler sırasıyla 0,182 ile emisyon (C5), 0,167 ile ergonomi (C4), 0,151 ile teknik (C3), 0,148 ile ekonomik (C1) ve 0,087 ile sosyal kriter (C6) şeklindedir. Chang vd. (2024) sürdürülebilirliği ve küresel çevre standartlarına uyumu sağlamak amacıyla atık yönetimi konusundaki yatırımların, tez çalışmamız ile benzer şekilde öncelikle çevresel düzeyde yapılması gerektiğini belirtmişlerdir. Bertaraf kriterlerinin önemine ilişkin olarak Büyüközkan ve Göçer (2017) ile Rafiee vd. (2016) tarafından yapılan araştırmalarda, en önemli ana kriter çevresel kriter olarak değerlendirilmiştir.

100 yatak üzeri hastanelerde sosyal kriterler (C6), 0,087 ağırlık katsayısı ile kriter ağırlığı en az olan kriter olarak ön plana çıkmaktadır. Sosyal kriterlerin ölçümünün zor olması, karar vericilerin öznel değerlendirmelerinin varlığı ve kültürel değişkenlikler nedeni ile en az önemli kriter ağırlığına sahip olduğu düşünülmektedir.

100 yatak üzeri hastaneler için alt kriterlerin önem derecelerine bakıldığında; ekonomi (C1) ana kriterinin en önemli alt kriterinin 0,230 kriter ağırlığı ile sermaye maliyeti (C11) olduğu, en az önemli alt kriterinin ise 0,113 kriter ağırlığı ile alan gereksinimi (C15) olduğu tespit edilmiştir. Oyewale vd. (2024) tarafından yapılan araştırmada, sermaye maliyeti kriterinin çalışmamızla benzer şekilde en yüksek alt kriter ağırlığına sahip olduğu görülmüştür.

Çevresel (C2) ana kriterinin en önemli alt kriteri; 0,135 ile enerji tüketimi (C23) iken, en az önemli alt kriterinin ise 0,116 ağırlık puanı ile mikrobiyal inaktivasyon miktarı (C25) olduğu değerlendirilmiştir. Nižetić'vd. (2019) sürdürülebilir kaynak kullanımı ile ilgili yaptığı bir çalışmada, atık yönetiminde en önemli sorunun enerji tüketimi ve çevresel etki olduğunu, verimli bir atık yönetim sistemi stratejisi yürütmek üzere atıkların değerli kaynak olarak değerlendirilerek enerji verimliliğinin sağlanabileceğini belirtmişlerdir.

Sonuçlar, 100 yatak üzeri hastanelerde sürdürülebilir atık bertaraf teknolojilerinin seçiminde maliyet etkinliği ve altyapı yatırımlarının karar vericiler açısından öncelikli

olduğunu göstermektedir. Sermaye maliyetinin en yüksek öneme sahip alt kriter olarak değerlendirilmesi ile yüksek yatırım maliyetlerinin karar süreçlerinde belirleyici rol oynadığını gösterebilmektedir. Benzer şekilde, alan gereksiniminin görece düşük önem düzeyine sahip olmasının, büyük hastanelerin fiziksel kapasite açısından daha esnek yapılara sahip olmasından kaynaklandığı değerlendirilmektedir.

Çevresel kriterler açısından enerji tüketiminin en yüksek öneme sahip olması, hem maliyet kontrolü hem de çevre üzerindeki baskının azaltılması amacıyla enerji verimliliğine verilen stratejik önemi yansıtabilmktedir. Bu bulgu, Nižetić vd. (2019) tarafından belirtilen, atıkların sürdürülebilir kaynak olarak değerlendirilmesinin ve enerji verimliliği odaklı sistemlerin önemine değinen literatürle de benzerlik göstermektedir.

Teknik ana kriteri (C3) kapsamında en yüksek kriter ağırlığına sahip alt kriter 0,196 değeri ile bertaraf sistem kapasitesi (C34) olarak en az önemli kriter ise 0,102 değeri ile kalifiye insan kaynağı gereksinimi (C35) olarak ön plana çıkmaktadır. Van ve Nham (2024) tarafından yapılan araştırmada, atık bertaraf sistem kapasitesinin en önemli teknik kriter olduğunu ve bertaraf sistem kapasitesi ile ilgili yetersizliğin atık yönetimine olan olumsuz etkilerinden bahsetmişlerdir.

Ergonomi ana kriteri (C4) içinde en yüksek kriter ağırlığı 0,406 ile çalışan riskleri (C43) ve 0,292 ile (C41) gürültü kriteri olmuştur. Khatr vd. tarafından 2025 yılında yapılan çalışmada, katı atık yönetiminde çalışan personellerin önemli fiziksel stres, bel, sırt, kas-iskelet sistemi problemleri ve eğitim eksikliği gibi hususların çalışanların sağlık risklerini arttırdığı belirtilmiştir.

Emisyon ana kriteri (C5) kapsamında en önemli alt kriter 0,287 ile insan toksisitesi (C51) iken en az önemli alt kriter 0,191 ile hava toksisitesi (C54) olarak ön plana çıkmıştır. Xu vd. (2025) etkin şekilde yönetilemeyen atık bertaraf uygulamalarının özellikle gelişmekte olan ülkelerde insanlar sağlığını doğrudan tehdit ettiğini, tehlikeli atıkların insan sağlığı ve ekosistemler için önemli riskler oluşturduğunu ve doğru şekilde yürütülen atık bertaraf yönetimi uygulamaları ile maruziyetin azaltılarak halk sağlığının iyileştirebileceği hususunu belirtmişlerdir. Sosyal ana kriterinin (C6) incelenmesi neticesinde, 0,421 ile en önemli alt kriter çevre politikasına uyum (C63) olduğu en az önemli alt kriterin ise 0,253 kriter ağırlığı ile istihdam yaratma (C62) olduğu görülmüştür.

Elde edilen sonuçlar, karar verici konumundaki uzmanların atık bertaraf teknolojilerinin değerlendirilmesinde insan sağlığına doğrudan etkisi bulunan kriterlere daha fazla önem verdiğini göstermektedir. Emisyon kriterleri kapsamında insan toksisitesinin en yüksek ağırlığa sahip alt kriter olarak öne çıkması, özellikle gelişmekte olan ülkelerde atık yönetiminin insan sağlığı üzerindeki doğrudan etkilerinin farkındalığının arttığını düşündürmektedir. Xu vd. (2025) tarafından da belirtildiği üzere, tehlikeli atıklar, insan sağlığı ve çevresel güvenlik açısından ciddi riskler oluşturabildiğinden; karar vericilerin toksisiteye dayalı etkileri daha önemli kriter olarak değerlendirdiği öngörülmektedir.

Sürdürülebilir atık yönetimi hedeflerine ulaşmada; yasal çerçevelere uyum zorunluluğu, sürdürülebilirlik uygulamaların etkili bir şekilde uygulanmasını gerektirmektedir. Çevre politikalarına uyum, yalnızca yasal zorunluluk değil aynı zamanda sürdürülebilirliğin uygulanabilirliği, atıkların doğru bertarafı, kimyasal risklerin yönetimi ve halk sağlığının korunması açısından da stratejik bir öncelik haline gelmektedir.

100 yatak üzeri hastanelere ait global ağırlıklarına bakıldığında; en önemli beş kriter; çalışan riskleri (C43), insan toksisitesi (C51), koku (C42), karasal ekotoksisite (C53) ve gürültü (C41) olarak sıralanmıştır. En az önemli kriter ise 0,0158 ile kalifiye insan kaynağı gereksinimi (C35) olarak tespit edilmiştir. Tez çalışmamızda ergonomi ana kriteri kapsamında altında incelenen çalışan riskleri kriterinin (C43) 100 yatak üzeri hastanelerde günlük atık üretiminin yüksek olmasından dolayı atık çeşitliliğinin ve çalışanların atıkla temas riskinin yüksek olması ile etkisinin olduğu değerlendirilmektedir.

Global ağırlık hesaplamalarında ergonomi ve emisyon kriterlerinin ön planda olduğu görülmüştür. Bu durumun, 100 yatak üzeri hastanelerde bertaraf sisteminin karmaşıklığından dolayı kimyasal buhar kaçakları, basınçlı ekipman arızaları veya tıbbi kesici-delici yaralanmalara daha fazla rastlanmasının neden olabileceği değerlendirilmiştir. 100 yatak üzeri hastanelerin, sürdürülebilirlik kapsamında uluslararası anlaşma ve yasal mevzuatlara daha sık tabi olması nedeniyle de yeşil hastane uygulamaları kapsamında emisyon kriteri önem teşkil etmektedir.

Her iki hastane grubunda da sosyal ana kriterinde en önemli alt kriter çevre politikasına uyum iken en az önemli kriter istihdam yaratma olarak tespit edilmiştir. Emisyon ana kriterinin en önemli alt kriteri 100 yatak üzeri hastanelerde olduğu gibi insan toksisitesi olarak tespit edilmiştir.

5.1.2. Kriterlerin 100 Yatak altı Hastaneler için Değerlendirilmesi

100 yatak altı 16 hastane için uzman görüşleri kapsamında elde edilen verilerin analizi sonucunda en önemli ana kriter, 0.246 ağırlık katsayısı ile ekonomik (C1) kriter olarak tespit edilmiş olup; ekonomik kriterini 0,224 ile teknik (C3), 0,221 ile çevresel (C2), 0,119 ile emisyon (C5), 0,107 ile ergonomi (C4) ve 0,089 ile sosyal kriter (C6) takip etmiştir. Ramya vd. (2024) tarafından sürdürülebilir bir geleceği teşvik etmek amacıyla yapılan bir çalışmada, ekonomik kriterini en önemli ana kriter olarak tespit etmişlerdir. Bucataru vd. (2021) tarafından bertaraf teknolojilerinin belirlenmesinde en önemli kriterlerin çevresel ve ekonomik kriter olduğu vurgulanmıştır.

Ana kriterler ile ilgili sonuçlar, 100 yatak altı hastanelerde ekonomik sürdürülebilirliğin, atık bertaraf teknolojisi seçiminde öncelikli belirleyici faktör olduğunu ortaya koymaktadır. Ekonomik kriterin en yüksek ağırlıkla değerlendirilmesi; sınırlı bütçe, ve maliyet baskısı gibi faktörler ile ilişkili olabilmektedir. Bu durum, Ramya vd. (2024) ve Bucataru vd. (2021) tarafından yapılan çalışmalarla da benzerlik göstermektedir. Ekonomik kriterlerden sonra en önemli ana kriterlerin teknik ve çevresel kriterler olarak ele alınması ise 100 yatak altı hastanelerin maliyet etkinliği yanında operasyonel güvenilirlik ve çevreye duyarlılığı da önem verdiğini göstermektedir. Her iki hastane grubunda da sosyal kriterlerin en düşük önem ağırlığına sahip olması; atık yönetimi ile ilgili kararlarda mevcut uygulamaların kurumsal verimlilik çerçevesinde ele aldığını göstermektedir.

100 yatak altı hastaneler için alt kriterlerin önem derecelerine bakıldığında; ekonomi (C1) ana kriterinin en önemli alt kriterinin 100 yatak üzeri hastanelerde olduğu gibi 0,228 kriter ağırlığı ile sermaye maliyeti (C11) olduğu, en az önemli alt kriterinin ise 0,113 kriter ağırlığı ile altyapı gereksinimi (C16) olduğu görülmüştür.

Çevresel (C2) ana kriterinin en önemli alt kriterinin 0,191 ile mikrobiyal inaktivasyon miktarı (C25) olduğu, en az önemli alt kriterinin ise 0,073 ağırlık puanı ile enerji geri kazanımı (C21) olduğu değerlendirilmiştir. Liu vd. (2021) atık bertaraf alternatiflerinin değerlendirilmesinde en önemli kriterlerin enerji tüketimi ve mikrobiyal inaktivasyon miktarı olduğunu; diğer önemli kriterlerin ise sırasıyla çevresel üretim, sosyal kabul, teknik/operasyonel maliyetler, gürültü ve sağlık riskleri olduğunu vurgulamışlardır. Mikrobiyal inaktivasyon miktarı, atıklarda bulunan patojenlerin etkisiz hale getirilerek enfeksiyon riskinin ortadan kaldırılması süreci olarak tanımlandığından; buhar

sterilizasyonu, kimyasal dezenfeksiyon ve mikrodalga gibi bertaraf teknolojileri aracılığıyla yüksek düzeyde etkinlik sağlamaktadır. Bu bertaraf yöntemlerinin, 100 yatak altı kapasiteye sahip hastanelerde yaygın biçimde kullanılmasının söz konusu hastanelerde mikrobiyal inaktivasyon miktarı ile ilgili kriterin öncelikli olarak değerlendirilmesine neden olabileceği düşünülmektedir.

Teknik ana kriterler (C3) içinde en yüksek kriter ağırlığına sahip alt kriter 0,223 değeri ile hacim azaltma (C32) olarak en az önemli kriter ise 0,078 değeri ile bertaraf süresi (C36) olarak ön plana çıkmaktadır. Rafiee vd. (2016) atık bertarafında en önemli alt kriterin; mikrobiyal inaktivasyonun etkinliği, hacim/kütle azaltımı ve emisyonlar olarak değerlendirilmişlerdir. 100 yatak altındaki hastaneler, kısıtlı fiziksel alana ve teknik altyapıya sahip olmaları nedeni ile büyük hacimli tıbbi atıkları depolamakta zorluk çekmektedir. Bu nedenle küçük ölçekli hastanelerde tıbbi atık hacminin azaltılması hususunun daha önemli hale gelebileceği değerlendirilmektedir.

Ergonomi ana kriter (C4) içinde en yüksek kriter ağırlığı 0,438 ile çalışan riskleri (C43) ve 0,241 ile (C42) koku kriteri olmuştur. En önemli alt kriter 100 yatak üzeri hastanelerde de çalışan riskleri şeklinde ön plana çıkmıştır. Emisyon ana kriteri (C5) kapsamında en önemli alt kriter 100 yatak üzeri hastaneler ile benzer şekilde 0,334 ile insan toksisitesi (C51) iken en az önemli alt kriter 0,199 ile su toksisitesi (C52) olarak değerlendirilmiştir. Sosyal ana kriterinin (C6) incelenmesi neticesinde, hesaplamaların 100 yatak üzeri hastanelerle tamamen benzer şekilde 0,432 ile en önemli alt kriter çevre politikasına uyum (C63) olduğu en az önemli alt kriterin ise 0,281 kriter ağırlığı ile istihdam yaratma (C62) olduğu görülmüştür.

100 yatak altı hastaneler için global ağırlık hesaplamalarına bakıldığında, en önemli ilk 5 kriter sırasıyla; sermaye maliyeti (C11), işletme maliyeti (C12), hacim azaltma (C32), çalışan riskleri (C43), ton başına maliyet (C13) olarak sıralanmıştır. En az önemli kriter ise 0,016 ile enerji geri kazanımı (C21) olmuştur. Global ağırlık hesaplamalarına göre, ağırlıklı olarak ekonomi (C1) ergonomi (C4) kriterleri kapsamındaki alt kriterlerin ön planda olduğu görülmektedir. 100 yatak üzeri hastanelerin kısıtlı bütçe ve fiziksel imkana sahip olması, yasal zorunlulukların daha fazla 100 yatak üzeri hastanelerde yoğunlaşması nedeniyle ekonomi kriterlerin ön plana çıktığı öngörülmektedir.

100 yatak üzeri hastanelerin daha gelişmiş finansal kaynaklara ve altyapı olanaklarına sahip olması nedeniyle, bertaraf sistemlerine yatırım yapma olanağı bulunmaktadır.

Sürecin karmaşıklığı göz önünde bulundurulduğunda, çevresel (C2) ve emisyon (C5) ana kriterleri en önemli kriteler olarak belirlenmiştir. 100 yatak altı hastanelerin ise daha kısıtlı bütçeye sahip olması ve modern ekipman kullanımının az olması nedeniyle ekonomik kriterlerin (C1) önem arz ettiği kanaatine varılmaktadır.

5.2. Sürdürülebilir Tıbbi Atık Bertarafı ile ilgili Teknolojilerin Değerlendirilmesi

Sürdürülebilir atık yönetimi ve atık bertaraf teknolojileri ile ilgili olarak 100 yatak üzeri ve 100 yatak altı hastaneler arasında uygulamaya yönelik önemli farklar bulunmaktadır. Hastane büyüklüğü; teknolojik yatırım kapasitesi, atık üretim miktarı, kaynak tahsisi, çevre duyarlılığı, alan gereksinimi, taşıma ve bütçe ve personelin eğitim düzeyi ile ilişkili olup; atık yönetim sistem operasyonlarının yürütülmesine etki etmektedir. Bu bölümde, tez çalışmasında elde edilen bilgiler neticesinde, her iki hastane grubu için bertaraf teknolojilerine ait değerlendirmeler yer almaktadır.

5.2.1. 100 Yatak üzeri Hastaneler için Bertaraf Teknolojilerinin Değerlendirilmesi

Sürdürülebilir atık bertaraf teknoloji seçimi ile ilgili olarak 100 yatak üzeri hastanelerde COPELAND yöntemi ile yapılan sıralama neticesinde; en çok tercih edilen teknolojiler önem sırasına göre hidroklav (A4), buhar sterilizasyonu (A2), kompostlama (A8), geri dönüşüm (A11), mikrodalga (A3), plazma piroliz (A6), yakma (A1), gazlaştırma (A9), düzenli depolama (A7), derin gömme (A10), kimyasal dezenfeksiyon (A5) olarak belirlenmiştir. Gazlaştırma (A9) ve yakma (A1) teknolojisinin eşit önem derecesine sahip olduğu görülmüştür.

Farshad vd. (2014) bertaraf teknolojileri ile ilgili emisyon miktarı karşılaştırmasını içeren bir çalışmada, hidroklav sisteminde bulunan parçalama aparatının, atık hacmini ve sterilizasyon süresini azalttığı ayrıca mikroorganizmaların inaktive edilmesinde etkili bir işlem olduğu belirtmişlerdir. Özellikle büyük sağlık kuruluşlarında sürdürülebilir atık bertarafı için verimli alternatifler olarak otoklav ve hidroklav gibi yakma dışı yöntemlerin önemi vurgulanmıştır (Windfeld ve Brooks, 2015). Maamari vd.'nin (2016) yaptığı bir araştırmada, buhar sterilizasyonunun işlem maliyetinin hidroklavın işlem maliyetinden %59,15 daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Aynı çalışmada, nakliye ve bakım maliyeti açısından ise buhar sterilizasyon işleminin hidroklav teknolojisinden %147,09 daha maliyetli olduğu belirtilmiştir.

Gupta (2017) tarafından yapılan bir araştırmada, hidroklavın tıbbi atık bertaraf teknolojileri içinde çevre dostu, mikrobiyal inaktivasyon yönünden etkili ve ekonomik bir teknoloji olduğu belirtilmiştir. Rahmani vd. (2020) atık bertaraf teknolojisinin seçimi ile ilgili yaptıkları bir çalışmada; parçalayıcı, kimyasal arıtma, hidroklav, mikrodalga, kimyasal dezenfeksiyon ve yakma teknolojilerini karşılaştırmışlardır. Yapılan değerlendirme neticesinde, hidroklavın atık bertarafında en etkili teknoloji olduğu değerlendirilmiştir Ostadi vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada, çalışmaya katılan uzmanların %56'sı tarafından en çok tercih edilen ve çevre sağlığı açısından en az zararlı bertaraf teknolojisinin hidroklav sistemleri olduğu belirtilmiştir. Hidroklavın; buhar sterilizasyonu, merkezi yakma ve kimyasal dezenfeksiyon teknolojileri ile ilgili yapılan araştırmaya göre bulaşıcı hastalıkların bertarafında en sürdürülebilir teknoloji olduğu değerlendirilmiştir (Galvão vd., 2023, s. 6).

Ji vd. (2024) hidroklav teknolojisinin; kimyasal dezenfeksiyon, yakma, buhar sterilizasyonu gibi bertaraf teknolojileri arasında en düşük emisyon seviyesine sahip aynı zamanda en ekonomik teknoloji olduğunu belirtmişlerdir. Hidroklavın daha çevreci ve ekonomik olması; yüksek kapasitede atık miktarını kolayca bertaraf etme özelliği, enerjiyi verimli kullanması gibi nedenlerle özellikle büyük ölçekli hastaneler tarafından tercih edildiği düşünülmektedir. Bu yöntem, yakma teknolojilerine kıyasla daha düşük karbon salınımına neden olmaktadır.

Nabavi-Pelesaraei vd. (2022) tıbbi atıkların yaklaşık %80-85'inin doğada biyolojik olarak parçalanabilir nitelikte olduğunu, bu nedenle kompostlama teknolojisinin sürdürülebilir bir atık bertaraf teknolojisi olarak ele alınması gerektiğini değerlendirmişlerdir. Kompostlama teknolojisi, sera emisyonlarını azaltması açısından temel bir strateji olarak öne çıkabilmektedir. Bu teknoloji ile karbondioksit, metan, azot oksit ve amonyak emisyonlarında sırasıyla %64, %70, %55 ve %11 oranında azalma olabileceği ve bu oranların küresel ısınma potansiyelinde %54,2'ye varan azalmaya tekabül edebileceği belirtilmiştir (Policastro ve Cesaro, 2022, s. 9).

100 yatak üzeri hastanelerin daha yüksek atık üretme kapasitesine nedeniyle bu hastaneler için entegre atık yönetim sistemleri, otomatik ayrıştırma teknolojileri, sterilizasyon üniteleri ve ileri düzey teknolojilerin uygulanması hususu operasyonel olarak daha sürdürülebilir olabilmektedir. Sepetis vd., (2022) yatak sayısı arttıkça tehlikeli atık

miktarı ve bertaraf maliyetinin arttığını, bu nedenle daha yüksek kapasiteli bertaraf sistemlerinin gerekli olduğunu belirtmişlerdir.

100 yatak üzeri hastanelerin; ISO, Yeşil Hastane vb. uymak zorunda oldukları yasal düzenleme prosedürleri yönünden daha çevreci bertaraf teknolojilerini seçtiği görülmüştür. Bu özellikler; ileri teknolojiye dayalı olan, merkezi ve otomasyon seviyesi yüksek atık bertaraf sistemlerinin uygulanabilirliğini artırmaktadır. Örneğin plazma piroliz, hidroklav ve gazlaştırma gibi teknolojiler yüksek maliyetli olmasına rağmen büyük ölçekli hastanelerde ekonomik açıdan sürdürülebilir çözümler sunabilmektedir. Ayrıca büyük ölçekli hastaneler; çevresel sürdürülebilirlik çerçevesinde çevresel etki değerlendirmesi, yaşam döngüsü analizi ve karbon ayak izi hesaplamaları gibi yöntemleri atık yönetim programlarına sistematik şekilde entegre edebilmektedir (Zikhathile vd., 2022).

5.2.2. 100 Yatak altı Hastaneler için Bertaraf Teknolojilerinin Değerlendirilmesi

Sürdürülebilir atık bertaraf teknolojisi seçimi ile ilgili olarak 100 yatak altı hastanelerde COPELAND yöntemi ile yapılan hesaplamaya göre en çok tercih edilen atık bertaraf teknolojileri; mikrodalga (A3), buhar sterilizasyonu (A2), hidroklav (A4), geri dönüşüm (A11), kimyasal dezenfeksiyon (A5), düzenli depolama (A7), derin gömme (A10), kompostlama (A8), gazlaştırma (A9), plazma piroliz (A6), yakma (A1) olarak sıralanmıştır. Derin gömme ve kompostlama teknolojilerinin eşit puan aldıkları görülmüşür.

Azizkhani vd. (2021) atık hacmini azaltan ve tıbbi atıkların güvenli bir şekilde bertaraf edilmesi için sıklıkla kullanılan yöntemlerden birinin mikrodalga teknolojisi olduğu belirtmişlerdir. Manupati vd. (2021) tıbbi atık bertarafında yaygın olarak kullanılan teknolojilerin sırasıyla buhar sterilizasyonu ve mikrodalga olduğunu belirtmişlerdir. Buhar sterilizasyonu, mikrodalga ve kimyasal dezenfeksiyon teknolojilerinin bertaraf verimliliğini ölçmek amacıyla yapılan bir araştırmada; buhar sterilizasyonu ve mikrodalga teknolojisinin, mikroorganizmaları inaktive etme oranının %99,9999 olduğu tespit edilmiştir (Park vd., 2024, s. 1). Ji vd. (2024) buhar sterilizasyonu ve mikrodalga teknolojilerini; ekonomik, erişilebilir ve çevre dostu teknolojiler olarak değerlendirmişlerdir. Ali vd. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, atık bertarafında en etkili teknolojilerin kompostlama ve düzenli depolama olarak ele almışlardır.

Sürdürülebilir atık yönetimi çerçevesinde her iki hastane grubunda yer alan uzmanların, çalışma prensibi buharla sterilizasyon olan bertaraf teknolojilerini tercih ettiği görülmekte ancak atık kapasitesi fazla olan hastanelerin bertaraf sistem kapasitesi yüksekliği yönünden hidroklav teknolojisini seçtiği düşünülmektedir. Ayrıca yakma teknolojilerinin yüksek maliyeti nedeni ile küçük hastaneler tarafından tercih edilmediği, bu teknolojiler yerine daha az maliyetli ve düşük otomasyona sahip teknolojilerin tercih edildiği görülmektedir.

Tez çalışmamızda 100 yatak altı hastanelerin düşük-orta atık kapasitesine sahip olması ve bu hastanelerde düşük enerji-su tüketimine ihtiyaç duyulması nedeniyle, mikrodalga teknolojisinin ön planda olduğu değerlendirilmiştir. 100 yatak altı hastanelerin, 100 yatak üzeri hastanelere kıyasla daha sınırlı kaynaklara sahip olması ve düşük atık hacminin bulunması gibi nedenlerle düşük maliyetli ve daha az enerji tüketen buhar sterilizasyonu, kimyasal dezenfeksiyon gibi atık bertaraf teknolojilerini tercih ettikleri düşünülmektedir.

Hastanelerin ölçeği, sürdürülebilir atık bertaraf yönetimi uygulamalarını doğrudan şekillendirirken; ulusal ve Uluslararası mevzuatlara uyum, yeşil hastane girişimleri ile geri dönüşüm odaklı stratejiler gibi sürdürülebilirlik temelli uygulamaların niteliği ve kapsamı üzerinde de belirleyici bir etkiye sahiptir. Bu nedenle sürdürülebilir atık yönetiminin başarılı olabilmesi; her iki hastane grubunun kendi kapasitesi ile orantılı strateji ve yönetim sistemini benimsemeleri ile mümkün olabilmektedir.

İstanbul'da tıbbi atıkların bertarafında en yaygın olarak kullanılan teknoloji, yakma ve düzenli depolama teknolojileridir. İSTAÇ bünyesinde faaliyet gösteren Tıbbi Atık Yakma Tesisi, bu yöntemin uygulanmasında önemli bir rol üstlenmektedir. Bunun yanında, 2023–2027 dönemini kapsayan İstanbul Tıbbi Atık Yönetim Planı'nda, İstanbul'da tıbbi atıkların bertarafında en sık kullanılan ikinci teknolojinin düzenli depolama olduğu belirtilmiştir. İSTAÇ tarafından hazırlanan Tıbbi Atık Yönetim Planı'na göre, tıbbi atıklar; Kemerburgaz ve Odayeri gibi lisanslı düzenli depolama sahalarında, çevreye ve insan sağlığına zarar vermeyecek şekilde bertaraf edilmektedir.

İstanbul'da mevcut bertaraf yöntemlerinin yanı sıra, çevresel sürdürülebilirliği önceleyen alternatif teknolojilerin de uygulanması önem arz etmektedir. Özellikle hidroklav, buhar sterilizasyonu, mikrodalga ve kompostlama gibi teknolojiler; mikrobiyal inaktivasyon düzeyini artırmaları nedeniyle yalnızca patojenlerin etkisizleştirilmesinde değil, aynı zamanda bazı atıkların geri kazanılabilir hale getirilmesinde de önemli bir potansiyel

sunmaktadır. Bu nedenle İstanbul'da geliştirilecek atık yönetimi stratejilerinde, çevre dostu teknolojilere yer verilmesi, hem çevre sağlığının korunması hem de kaynakların daha etkin kullanımı açısından stratejik önem taşımaktadır.

Yakma teknolojileri, atık hacminin azaltılmasında teknik açıdan belirli avantajlar sunmakta ancak çevresel sürdürülebilirlik kriterleri göz önüne alındığında diğer teknolojilerin gerisinde kalmaktadır. İSTAÇ verilerine göre, İstanbul'da her gün 9 bini aşkın sağlık kuruluşundan ortalama 90 ton tıbbi atığın toplandığı dikkate alındığında, bu atıkların bertarafında düşük emisyon üreten, çevresel etkileri en aza indiren ve uzun vadede maliyet etkinliği sağlayan teknolojilere yönelmenin önemi açıkça ortaya çıkmaktadır.

Bu tez çalışması, sürdürülebilir atık bertaraf teknolojilerinin seçimi ile ilgili bir model sunmayı amaçlamaktadır. Çalışmanın sürdürülebilir tıbbi atık bertaraf teknolojilerinin seçimine giden süreçte, kriterlerin öneminin belirlenmesi ve sürdürülebilir atık bertaraf teknolojilerinin belirlenmesi açısından literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. İlerleyen zamanlarda yapılacak çalışmalarda, sürdürülebilir atık yönetimi kapsamındaki daha farklı göstergeler kriter olarak kullanılabilir. Uzman görüşleri alınmasındaki zorluklarla aşılabilirse Delphi vb. yöntemler de kullanılarak birkaç aşamadan oluşan bir değerlendirme çerçevesi kurgulanabilir. Ayrıca farklı bulanık ÇKKV yöntemleri kullanılarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılabilir.

Ülkelerin ekonomik kalkınma düzeyi, mevzuat yapısı, kültürel ve politik koşulları gibi etmenler atık bertaraf kriterlerinin ve bertaraf teknolojilerinin farklılaşmasına neden olabilmektedir. Gelişmiş ülkelerde enerji geri kazanımı ve sera gazı emisyonu gibi çevresel faktörler ön plana çıkarken; gelişmekte olan ülkelerde sermaye/yatırım maliyeti, bertaraf sistem kapasitesi, bertaraf etkinliği gibi ekonomik ve teknik kriterler ön plana çıkabilmektedir. Bu nedenle ilerleyen zamanlarda yapılacak olan çalışmalarda, ülke/bölge bazında kriter ağırlıklandırmalarının yapılarak yerel koşullara özgü karar destek sistemlerinin geliştirilebileceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Adar, T., & Delice, E. K. (2019). New integrated approaches based on MC-HFLTS for healthcare waste treatment technology selection. *Journal of Enterprise Information Management, 32*(4), 688-711.

Acar, F. N., & Suscan, E. (2023). Düzenli depolama sahalarında sızıntı suyu yönetimi: Bir kentsel katı atık düzenli depolama sahasında inceleme. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi, 6*(2), 61-73.

Ahmad, F., Ahmad, S., & Zaindin, M. (2021). Sustainable production and waste management policies for COVID-19 medical equipment under uncertainty: A case study analysis. *Computers & Industrial Engineering, 159*, 107471

Akçakanat, Ö., Eren, H., Aksoy, E., & Ömürbek, V. (2017). Bankacılık sektöründe ENTROPI ve WASPAS yöntemleri ile performans değerlendirmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *22*(2), 285-300.

Akdemir, P. (2021). COVID-19 Pandemi sürecinde turizm işletmelerinde atık yönetimi: Bir çözüm önerisi olarak döngüsel ekonomi. *İşletme Akademisi Dergisi, 2*(4), 366-380.

Akkajit, P., Romin, H., & Assawadithalerd, M. (2020). Assessment of knowledge, attitude, and practice in respect of medical waste management among healthcare workers in clinics. *Journal of Environmental and Public Health, 2020*, 8745472

Akpınar, M. E. (2022). Machine Selection application in a hard chrome plating industry using fuzzy SWARA and fuzzy ARAS methods. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, *29*(1), 107-119.

Alam, O., & Mosharraf, A. (2020). A preliminary life cycle assessment on healthcare waste management in Chittagong City, Bangladesh. *International Journal of Environmental Science and Technology, 17*(3), 1753-1764.

Alamu, S. O., Wemida, A., Tsegaye, T., & Oguntimein, G. (2021). Sustainability assessment of municipal solid waste in Baltimore USA. *Sustainability*, *13*(4), 1915.

Alharbi, N. S., Alhaji, J. H., & Qattan, M. Y. (2021). Toward Sustainable Environmental Management of Healthcare Waste: A Holistic Perspective. *Sustainability, 13*(9), 5280.

Ali, M., Wang, W., & Chaudhry, N. (2016). Application of life cycle assessment for hospital solid waste management: A case study. *Journal of the Air & Waste Management Association, 66*(10), 1012-1018.

Ali, M., Wang, W., & Chaudhry, N. (2017). Hospital waste management in developing countries: A mini review. *Waste Management & Research, 35*(6), 581–592.

Al-Khatib, I. A., Al-Qaroot, Y. S., & Ali-Shtayeh, M. S. (2009). Management of healthcare waste in circumstances of limited resources: A case study in the hospitals of Nablus city, Palestine. *Waste Management & Research, 27*(4), 305-312.

Amos, O. O., Abiodun, O. A., Olalekan, O. E., Opeodu, O. T., & Ademola, A. (2024). Evaluating urban service delivery in Lagos State Nigeria: A bid to enhance sustainable waste management. *Discovery, 60,* e7d1405.

Anatolia, L., & Wirawan, A. (2022). Strategies for developing medical waste management interventions in various countries: Systematic review. In *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management* (p. 3962). İstanbul, Turkey: IEOM Society International.

Ansari, Z. N., Kant, R. & Shankar, R. (2020). Evaluation and ranking of solutions to mitigate sustainable remanufacturing supply chain risks: A hybrid fuzzy SWARA-fuzzy COPRAS framework approach. *International Journal of Sustainable Engineering, 13*(6), 473-494.

Arıkan, E., Şimşit-Kalender, Z. T., & Vayvay, Ö. (2017). Solid waste disposal methodology selection using multi-criteria decision making methods and an application in Turkey. *Journal of Cleaner Production, 142*, 403-412.

Askarian, M., Heidarpoor, P., & Assadian, O. (2010). A total quality management approach to healthcare waste management in Namazi Hospital, Iran. *Waste Management, 30*(11), 2321- 326.

Astrup, T. F., Tonini, D., Turconi, R., & Boldrin, A. (2015). Life cycle assessment of thermal Waste-to-Energy technologies: Review and recommendations. *Waste Managemen*t, *37*, 104-115.

Aung, T. S., Luan, S., & Xu, Q. (2019). Application of multi-criteria-decision approach for theanalysis of medical waste management systems in Myanmar. *Journal of Cleaner Production*, *222*, 733-745.

Ayas, Ö. (2022). Bilişim çağında kadına yönelik şiddete bütüncül bir bakış. *Kriminoloji ve Toplum Bilimleri, 5*, 1–16.

Aydemir-Karadag, A. (2019). Katı atık depolama tesisi yer seçimi için birleştirilmiş hedef programlama ve AHP yaklaşımı. *International Journal of Engineering Research and Development, 11*(1), 211-225.

Azizkhani, N. A., Gholami, S., Yusif, S., Moosavi, S., Miri, S. F., & Kalhor, R. (2021). Comparison of health-care waste management in urban and rural areas in Iran: Application of multi-criteria decision making method. *Health Scope, 10*(2), 1-7.

Baaki, T. K., Baharum, M. R., Ali, A. S., & Jafa'ar, M. H. (2020). Exploring sustainable healthcare waste management implementation in teaching hospitals in Malaysia. *Journal of Building Performance, 11*(1), 54-67.

Badi, I., & Kridish, M. (2020). Landfill site selection using a novel FUCOM-CODAS model: A case study in Libya. *Scientific African, 9*, e00537.

Bahadır, E. (2017). Bulanık Mantık Yaklaşımının Eğitim Çalışmalarında Kullanılmasının Alan Yazın Işığında Değerlendirilmesi. *Uluslararası Sosyal ve Eğitim Bilimleri Dergisi, 4*(7), 28-42.

Baid, H., & Sundberg, F. (2025). Environmentally sustainable critical care: Special issue introduction. *Nursing in Critical Care, 30*(1), 3–5.

Barbero, S., & Pallaro, A. (2017). Systemic design for sustainable healthcare. *The Design Journal, 20*(sup1), S2475–S2486

Battini, D., Botti, L., Mora, C., & Sgarbossa, F. (2018). Ergonomics and human factors in waste collection: Analysis and suggestions for the door-to-door method. *IFAC-Papers on Line, 51*(11), 1397-1402.

Bekmezci, H. D., & AYAŞ, Z. Ş. (2023). Küresel COVID-19 salgın döneminde kentsel katı atık yönetiminde karşılaşılan güçlükler ve öneriler. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *12*(1), 72-81.

Belhadi, A., Kamble, S. S., Khan, S. A. R., Touriki, F. E., & Kumar, D. (2020). Infectious waste management strategy during COVID-19 pandemic in Africa: An integrated decision-making framework for selecting sustainable technologies. *Environmental Management*, 66(6), 1085-1104.

Bendjoudi, Z., Taleb, F., Abdelmalek, F., & Addou, A. (2009). Healthcare waste management in Algeria and Mostaganem department. *Waste Management, 29*(4), 1383-1387.

Birleşmiş Milletler. (1972). *Report of the United Nations Conference on the Human Environment*. Stockholm: Birleşmiş Milletler. Erişim tarihi: 10 Ekim 2023, https://digitallibrary.un.org/record/523249

Birleşmiş Milletler. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development*. New York: Birleşmiş Milletler. Erişim tarihi: 10 Ekim 2023, https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf

Birpınar, M. E., Bilgili, M. S., & Erdoğan, T. (2009). Medical waste management in Turkey: Acase study of Istanbul. *Waste Management, 29*(1), 445-448.

Blair, M. J., Gagnon, B., Klain, A., & Kulišić, B. (2021). Contribution of biomass supply chainsfor bioenergy to sustainable development goals. *Land, 10*(2), 181.

Boyer, R. H., Peterson, N. D., Arora, P., & Caldwell, K. (2016). Five approaches to social sustainability and an integrated way forward. *Sustainability, 8*(9), 878.

Bucataru, C., Săvescu, D., Repanovici, A., Blaga, L., Coman, E., & Cocuz, M. E. (2021). The implications and effects of medical waste on development of sustainable society-A brief review of the literature. *Sustainability, 13*(6), 3300.

Büyüközkan, G., & Gocer, F. (2017). An intuitionistic fuzzy MCDM approach for effective hazardous waste management. In C. Kahraman & S. Cebi (Eds.), *Intelligence systems in environmental management: Theory and applications* (pp. 21–40). Springer.

Caous, E. L., & Huarng, F. (2020). Economic complexity and the mediating effects of income inequality: Reaching sustainable development in developing countries. *Sustainability, 12*(5), 1-26.

Capoor, M. R., & Bhowmik, K. T. (2017). Current perspectives on biomedical waste management: Rules, conventions and treatment technologies. *Indian Journal of Medical Microbiology, 35*(2), 157-164.

Cesaro, A., & Belgiorno, V. (2017). Sustainability of medical waste management in different sized health care facilities. *Waste and Biomass Valorization, 8*, 1385–1394

Castaldi, M. J. (2014). Perspectives on sustainable waste management. *Annual Review of Chemical and Biomolecular Engineering, 5*, 547-562.

Chang, C., & Utama, D. N. (2020). Advanced fuzzy eco-DSM for medical waste treatment. *ICIC Express Letters, 14*, 1139–1146.

Chang, H. W., Lin, Y. L., & Wey, W. M. (2024). Advancing sustainability: Development of an ESG evaluation framework for Taiwan's science parks. *Challenges in Sustainability, 12*(4), 255–272.

Chauhan, A., Jakhar, S. K., & Chauhan, C. (2021). The interplay of circular economy with industry 4.0 enabled smart city drivers of healthcare waste disposal. *Journal of Cleaner Production, 279*, 123854.

Chen, C. T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy Sets and Systems, 114*(1), 1–9

Chen, X., Lin, J., Li, X., & Ma, Z. (2021). A novel framework for selecting sustainable healthcare waste treatment technologies under Z-number environment. *Journal of the Operational Research Society, 72*(9), 2032-2045.

Chisholm, J. M., Zamani, R., Negm, A. M., Said, N., Abdel daiem, M. M., Dibaj, M., & Akrami, M. (2021). Sustainable waste management of medical waste in African developing countries: A narrative review. *Waste Management & Research, 39*(9), 1149-1163.

Chioatto, E., & Sospiro, P. (2023). Transition from waste management to circular economy: theEuropean Union roadmap. *Environment, Development and Sustainability, 25*(1), 249-276.

Chiozzi, V., Agriopoulou, S., & Varzakas, T. (2022). Advances, applications, and comparison of thermal (pasteurization, sterilization, and aseptic packaging) against non-thermal (ultrasounds, UV radiation, ozonation, high hydrostatic pressure) technologies in food processing. *Applied Sciences, 12*(4), 2202.

Chisholm, J. M., Zamani, R., Negm, A. M., Said, N., Abdel Daiem, M. M., Dibaj, M., & Akrami, M. (2021). Global medical waste management: A review of current guidelines and practices. *Waste Management & Research, 39*(12), 1228–1252.

Cingöz, A., & Tinni, S. (2020). Katı atık yönetimi ve sorunları: Tıbbi atıklar üzerine hastanelerde yapılan bir uygulama. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *13*(2), 1–16.

Demir, A. T., & Moslem, S. (2024). Evaluating the effect of the COVID-19 pandemic on medical waste disposal using preference selection index with CRADIS in a fuzzy environment. *Heliyon*, *10*(5), e26997.

Corsten, M., Worrell, E., Rouw, M., & Van Duin, A. (2013). The potential contribution of sustainable waste management to energy use and greenhouse gas emission reduction in the Netherlands. *Resources, Conservation and Recycling, 77*, 13-21.

Çavmak Ş., Çavmak, D., Özeltürkay, E. Y. (2024). Sağlık hizmetlerinde sürdürülebilirlik düzeyini belirleyen faktörlerin önceliklendirilmesi. *Verimlilik Dergisi*, 58.2: 263-282.

Çilek, A. (2023). Piyasa Yapıcı Bankaların Performanslarının Sıralanması: CILOS, MARCOS ve COPELAND çok kıstaslı karar verme analizi. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (*54*), 1-24.

D'Alessandro, S., Cieplinski, A., Distefano, T., & Dittmer, K. (2020). Feasible alternatives to green growth. *Nature Sustainability*, 3(4), 329-335.

Daldır, İ., & Tosun, Ö. (2018). Bulanik WASPAS ile yeşil tedarikçi seçimi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 23*(4), 193-208.

Das, A. K., Islam, M. N., Billah, M. M., & Sarker, A. (2021). COVID-19 pandemic and healthcare solid waste management strategy–A mini-review. *Science of the Total Environment, 778*, 146220.

Davidson, M. (2010). Social sustainability and the city. *Geography Compass, 4*(7), 872-880.

De Medeiros, J. F., Ribeiro, J. L. D., & Cortimiglia, M. N. (2014). Success factors for environmentally sustainable product innovation: a systematic literature review. *Journal of Cleaner Production, 65*, 76-86.

Delice, E. K., & Can, G. F. (2020). A new approach for ergonomic risk assessment integrating KEMIRA, best–worst and MCDM methods. *Soft Computing, 24*, 15093-15110.

Demir, G., Damjanović, M., Matović, B., & Vujadinović, R. (2022). Toward sustainable urban mobility by using fuzzy-FUCOM and fuzzy-CoCoSo methods: the case of the SUMP podgorica. *Sustainability, 14*(9), 4972.

Dempsey, N., Bramley, G., Power, S., & Brown, C. (2011). The social dimension of sustainabledevelopment: Defining urban social sustainability. *Sustainable Development, 19*(5), 289-300.

Dernbach, J. C. (2003). Achieving sustainable development: The centrality and multiple facetsof integrated decisionmaking. *Global Legal Studies, 10*(1), 247-284.

Dharmaraj, S., Ashokkumar, V., Pandiyan, R., Munawaroh, H. S. H., Chew, K. W., Chen, W. H., & Ngamcharussrivichai, C. (2021). Pyrolysis: An effective technique for degradation of COVID-19 medical wastes. *Chemosphere, 275*, 130092.

Diaz, L. F., Savage, G. M., & Eggerth, L. L. (2005). Alternatives for the treatment and disposal of healthcare wastes in developing countries. *Waste Management, 25*(6), 626-637

Ding, Y., Zhao, J., Liu, J. W., Zhou, J., Cheng, L., Zhao, J., ... & Hu, Z. T. (2021). A review of China's municipal solid waste (MSW) and comparison with international regions: Management and technologies in treatment and resource utilization. *Journal of Cleaner Production, 293*, 126144.

Dixon, J. A., & Fallon, L. A. (1989). The concept of sustainability: origins, extensions, and usefulness for policy. *Society & Natural Resources, 2*(1), 73-84.

Donar, G. B., & Yeşilaydın, G. T. (2015, May 28–30). Sağlık kurumlarında sürdürülebilir atık yönetimi. *In Proceedings of the 2nd International Sustainable Buildings Symposium* (pp. 720–725). Ankara, Turkey.

Dursun, M., Karsak, E. E., & Karadayi, M. A. (2011). Assessment of health-care waste treatment alternatives using fuzzy multi-criteria decision making approaches. *Resources, Conservation and Recycling*, *57*, 98-107.

Ekmekçioğlu, M., Kaya, T., & Kahraman, C. (2010). Fuzzy multicriteria disposal method and site selection for municipal solid waste. *Waste Management, 30*(8-9), 1729- 1736.

Ekinci Özyardımcı, E., & Bilgin, H. (2023). Katı Atık Yönetimi: Balıkesir Büyükşehir Belediyesi Örneği. *Akademik Hassasiyetler, 10*(23), 28-51.

ElSafty, A. (2025). The Concept of Green Hospıtals and Sustaınable Practıces. *Egyptian Journal of Occupational Medicine, 49*(1), 117-123.

Ertaş, H., & Güden, M. A. (2019). Hastanelerde Tibbi Atik Yönetimi. *Sosyal Araştırmalar ve Yönetim Dergisi*, *(1)*, 53-67.

Etim, M. A., Academe, S., Emenike, P., & Omole, D. (2021). Application of multi-criteria decision approach in the assessment of medical waste management systems in Nigeria. *Sustainability, 13*(19), 10914.

European Commission. (2020). *A new circular economy action plan: For a cleaner and more competitive Europe*. European Commission. Erişim tarihi: 10 Nisan 2025, https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF

European Parliament, & Council of the European Union. (2023). Directive 2008/98/EC on waste and repealing certain directives (consolidated version). EUR-Lex. Erişim tarihi: 10 Haziran 2025, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098

Ezeudu, O. B., Ezeudu, T. S., Ugochukwu, U. C., Tenebe, I. T., Ajogu, A. P., Nwadi, U. V., & Ajaero, C. C. (2022). Healthcare waste management in Nigeria: A Review. *Recycling*, *7*(6), 1-16.

Fatima, N., Li, Y., Ahmad, M., Jabeen, G., & Li, X. (2021). Factors influencing renewable energy generation development: a way to environmental sustainability. *Environmental Scienceand Pollution Research*, *28*(37), 51714-51732.

Farshad, A., Gholami, H., Farzadkia, M., Mirkazemi, R., & Kermani, M. (2014). The safety of non-incineration waste disposal devices in four hospitals of Tehran. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, *20*(3), 258-263.

Fatimah, Y. A., Govindan, K., Murniningsih, R., & Setiawan, A. (2020). Industry 4.0 based sustainable circular economy approach for smart waste management system to achieve sustainable development goals: A case study of Indonesia. *Journal of Cleaner Production*, *269*, 122263.

Fei, W., Opoku, A., Agyekum, K., Oppon, J. A., Ahmed, V., Chen, C., & Lok, K. L. (2021). The critical role of the construction industry in achieving the sustainable development goals (SDGs): Delivering projects for the common good. *Sustainability*, *13*(16), 9112.

Fernández-Portillo, L. A., Yazdani, M., Estepa-Mohedano, L., & Sisto, R. (2023). Prioritisation of strategies for the adoption of organic agriculture using BWM and fuzzy CoCoSo. *Soft Computing*, 1-32.

Ferreira, J. A., Bila, D. M., Ritter, E., & Braga, A. C. (2012). Chemical healthcare waste management in small Brazilian municipalities. *Waste Management & Research*, *30*(12), 1306-1311.

Ferronato, N., Ragazzi, M., Torrez Elias, M. S., Gorritty Portillo, M. A., Guisbert Lizarazu, E. G., & Torretta, V. (2020). Application of healthcare waste indicators for assessing infectious waste management in Bolivia. *Waste Management & Research, 38*(1), 4-18.

Fletcher, C. A., Clair, R. S., & Sharmina, M. (2021). A framework for assessing the circularity and technological maturity of plastic waste management strategies in hospitals. *Journal of Cleaner Production*, 127169.

Fonseca, L. M., Domingues, J. P., & Dima, A. M. (2020). Mapping the sustainable developmentgoals relationships. *Sustainability*, *12*(8), 3359.

Fritz, M., & Koch, M. (2014). Potentials for prosperity without growth: Ecological sustainability, social inclusion and the quality of life in 38 countries. *Ecological Economics*, *108*, 191-199.

Galvão, D. M., Cezar-Vaz, M. R., Xavier, D. M., Penha, J. G. M., & Lourenção, L. G. (2023). Hospital sustainability indicators and reduction of socio-environmental impacts: A scoping review. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, *57*, e20220364

Gedik, Y. (2020). Sosyal, Ekonomik Ve Çevresel Boyutlarla Sürdürülebilirlik Ve Sürdürülebilir Kalkinma. *Uluslararası Ekonomi Siyaset İnsan ve Toplum Bilimleri Dergisi*, *3*(3), 196-215.

Ghasemi, P., Mehdiabadi, A., Spulbar, C., & Birau, R. (2021). Ranking of sustainable medical tourism destinations in Iran: an integrated approach using fuzzy SWARA-PROMETHEE. *Sustainability*, *13*(2), 683.

Ghoushchi, S. J., Bonab, S. R., Ghiaci, A. M., Haseli, G., Tomaskova, H., & Hajiaghaei-Keshteli, M. (2021). Landfill site selection for medical waste using an integrated SWARA-WASPAS framework based on spherical fuzzy set. *Sustainability*, *13*(24), 13950.

Giovannoni, E., & Fabietti, G. (2013). What is sustainability? A review of the concept and its applications. In R. G. Eccles, B. Cheng, & D. Saltzman (Eds.), *Integrated reporting: Concepts and cases that redefine corporate accountability* (pp. 21–40). Springer.

Golovko, L., Ladychenko, V., & Yara, O. (2024). Implementation of the Basel Convention in Ukraine: Economic and international legal aspects. *Baltic Journal of Economic Studies, 10*(4), 153–158.

Gray, R. (2010). Is accounting for sustainability actually accounting for sustainability… and how would we know? An exploration of narratives of organisations and the planet. *Accounting, Organizations and Society, 35*(1), 47-62.

Grinberga-Zalite, G., & Zvirbule, A. (2022). Analysis of waste minimization challenges to European food production enterprises. *Emerging Science Journal, 6*(3), 530-543.

Gupta, B. (2017). A study on waste treating technologies used for disinfecting the bio-medical waste in greater Mumbai. *International Journal of Research and Review, 4*(8), 43-49.

Gutierrez-Lopez, J., McGarvey, R. G., Costello, C., & Hall, D. M. (2023). Decision support frameworks in solid waste management: A systematic review of multi-criteria decision-making with sustainability and social indicators. *Sustainability*, *15*(18), 13316.

Hajer, M., Nilsson, M., Raworth, K., Bakker, P., Berkhout, F., De Boer, Y., ... & Kok, M. (2015). Beyond cockpit-ism: Four insights to enhance the transformative potential of the sustainable development goals. *Sustainability*, *7*(2), 1651-1660.

Haksevenler, B. H. G. (2023). Türkiye'de Tehlikeli Atık Yönetiminin Mevcut Durumun Değerlendirilmesi *Akademi Sosyal Bilimler Dergisi, 10*(28), 52-70.

Hantoko, D., Li, X., Pariatamby, A., Yoshikawa, K., Horttanainen, M., & Yan, M. (2021). Challenges and practices on waste management and disposal during COVID-19 pandemic. *Journal of Environmental Management, 286*, 112140.

Harangozó, G., & Zilahy, G. (2015). Cooperation between business and non-governmental organizations to promote sustainable development. *Journal of Cleaner Production, 89*, 18-31.

Hasan, M. M., & Rahman, M. H. (2018). Assessment of healthcare waste management paradigms and its suitable treatment alternative: a case study. *Journal of Environmental and Public Health*, 2018, 1–14.

Hashemkhani Zolfani, S., & Bahrami, M. (2014). Investment prioritizing in high tech industries based on SWARA-COPRAS approach. *Technological and Economic Development of Economy, 20*(3), 534-553.

Hashemkhani Zolfani, S. H., Görçün, Ö. F., & Küçükönder, H. (2021). Evaluating logistics villages in Turkey using hybrid improved fuzzy SWARA (IMF SWARA) and fuzzy MABAC techniques. *Technological and Economic Development of Economy, 27*(6), 1582-1612.

Hens, L., & Nath, B. (2003). The johannesburg conference. *Environment, Development and Sustainability, 5*, 7-39.

Hinduja, A., & Pandey, M. (2018). Assessment of healthcare waste treatment alternatives using an integrated decision support framework. *International Journal of Computational Intelligence Systems, 12*(1), 318-333.

Hossain, M. S., Balakrishnan, V., Rahman, N. N. N. A., Sarker, M. Z. I., & Kadir, M. O. A. (2012). Treatment of clinical solid waste using a steam autoclave as a possible alternative technology to incineration. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 9*(3), 855-867.

Insa, E., Zamorano, M., & López, R. (2010). Critical review of medical waste legislation in Spain. *Resources, Conservation and Recycling, 54*(12), 1048-1059.

İstanbul Çevre Koruma ve Atık Maddeleri Değerlendirme Sanayi ve Ticaret A.Ş. (İSTAÇ). (2022). *Tıbbi atık yönetim planı (2023–2027).* Erişim adresi: https://www.istac.istanbul.

Jang, Y. C., Lee, C., Yoon, O. S., & Kim, H. (2006). Medical waste management in Korea. *Journal of Environmental Management*, *80*(2), 107-115.

Jiang, C., Ren, Z., Tian, Y., & Wang, K. (2012). Application of best available technologies on medical wastes disposal/treatment in China (with case study). *Procedia Environmental Sciences, 16*, 257-265.

Joseph, G. (2012). Ambiguous but tethered: An accounting basis for sustainability reporting. *Critical perspectives on Accounting*, *23*(2), 93-106.

Ju, Y., Liang, Y., Luis, M., Gonzalez, E. D. S., Giannakis, M., Dong, P., & Wang, A. (2020). A new framework for health-care waste disposal alternative selection under multi-granular linguistic distribution assessment environment. *Computers & Industrial Engineering*, *145*, 106489.

Karabasevic, D., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Stanujkic, D. (2016). The framework for the selection of personnel based on the SWARA and ARAS methods under uncertainties. *Informatica, 27*(1), 49-65.

Karagiannidis, A., Papageorgiou, A., Perkoulidis, G., Sanida, G., & Samaras, P. (2010). A multi-criteria assessment of scenarios on thermal processing of infectious hospital wastes: A case study for Central Macedonia. *Waste Management, 30*(2), 251-262

Karasan, A., & Bolturk, E. (2019). Solid waste disposal site selection by using neutrosophic combined compromise solution method. *Neutrosophic Sets and Systems,* 27, 419–429.

Kargar, S., Paydar, M. M., & Safaei, A. S. (2020). A reverse supply chain for medical waste: A case study in Babol healthcare sector. *Waste Management, 113,* 197-209.

Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050.* World Bank. Erişim tarihi: 11 Kasım 2024, https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317.

Keleş Tayşir, N., Ülgen, B., İyigün, N. Ö., & Görener, A. (2024). A framework to overcome barriers to social entrepreneurship using a combined fuzzy MCDM approach. *Soft Computing, 28*(3), 2325-2351.

Kenny, C., & Priyadarshini, A. (2021). Review of current healthcare waste management methods and their effect on global health. *Healthcare*, *9*(3), 284.

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.

Khan, B. A., Cheng, L., Khan, A. A., & Ahmed, H. (2019). Healthcare waste management in Asian developing countries: A mini review. *Waste Management & Research*, *37*(9), 863-875.

Khatri, S., Shah, G. K., Bhandari, P., Koirala, S., Neupane, K., Bhattarai, N., ... & Neupane, D. (2025). Musculoskeletal disorders and other occupational health outcomes among sanitation workers in Nepal: A community-based cross-sectional survey exploring the risk factors, knowledge, and practices. *BMC Public Health*, *25*(1), 1273.

Kizielewicz, B., & Bączkiewicz, A. (2021). Comparison of Fuzzy TOPSIS, Fuzzy VIKOR, Fuzzy WASPAS and Fuzzy MMOORA methods in the housing selection problem. *Procedia Computer Science*, *192*, 4578-4591.

Klemes, J. J., Van Fan, Y., Tan, R. R., & Jiang, P. (2020). Minimising the present and future plastic waste, energy and environmental footprints related to COVID-19. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *127*, 109883.

Kollu, V. K. R., Kumar, P., & Gautam, K. (2022). Comparison of microwave and autoclave treatment for biomedical waste disinfection. *Systems Microbiology and Biomanufacturing*, *2*(4), 732-742.

Le, H. T., Quoc, K. L., Nguyen, T. A., Dang, K. T., Vo, H. K., Luong, H. H., ... & Duong-Trung, N. (2022). Medical-waste chain: A medical waste collection, classification and treatment management by blockchain technology. *Computers*, *11*(7), 113.

Lee, S., Vaccari, M., & Tudor, T. L. (2016). Considerations for choosing appropriate healthcare waste management treatment technologies: A case study from an East Midlands NHS Trust, in England. *Journal of Cleaner Production, 135*(1), 139–147.

Li, H., Li, J., Zhang, Z., Cao, X., Zhu, J., & Chen, W. (2020). Establishing an interval-valued fuzzy decision-making method for sustainable selection of healthcare waste treatment technologies in the emerging economies. *Journal of Material Cycles and Waste Management, 22,* 501-514.

Lin, L. H., & Lin, Y. T. (2003). Multicriteria optimization for infectious medical waste collection system planning. *Practice Periodical of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste Management, 7*(2), 78–85.

Liu, M., & Zhang, D. (2016). A dynamic logistics model for medical resources allocation in an epidemic control with demand forecast updating. *Journal of the Operational Research Society*, *67*(6), 841-852.

Liu, M., Cao, J., Liang, J., & Chen, M. (2020). Basic concept of epidemic-logistics. *In Epidemic-logistics modeling: A new perspective on operations research* (pp. 1–12). Singapore: Springer.

Liu, P., Rani, P., & Mishra, A. R. (2021). A novel Pythagorean fuzzy combined compromise solution framework for the assessment of medical waste treatment technology. *Journal of Cleaner Production*, *292*, 126047.

Loibl, W., Stollnberger, R., & Österreicher, D. (2017). Residential heat supply by waste-heat re-use: sources, supply potential and demand coverage—a case study. *Sustainability*, *9*(2), 250.

Lomazzi, M., Borisch, B., & Laaser, U. (2014). The Millennium Development Goals: experiences, achievements and what's next. *Global Health Action, 7*(1), 23695.

Ma, S., Zhou, C., Pan, J., Yang, G., Sun, C., Liu, Y., ... & Zhao, Z. (2022). Leachate from municipal solid waste landfills in a global perspective: Characteristics, influential factors and environmental risks. *Journal of Cleaner Production, 333*, 130234.

Maamari, O., Mouaffak, L., Kamel, R., Brandam, C., Lteif, R., & Salameh, D. (2016). Comparison of steam sterilization conditions efficiency in the treatment of infectious health care waste. *Waste Management, 49*, 462-468.

Makan, A., & Fadili, A. (2020). Sustainability assessment of large-scale composting technologies using PROMETHEE method. *Journal of Cleaner Production, 261,* 121244.

Manupati, V. K., Ramkumar, M., Baba, V., & Agarwal, A. (2021). Selection of the best healthcare waste disposal techniques during and post COVID-19 pandemic era. *Journal of Cleaner Production, 281,* 125175.

Mardani, A., Nilashi, M., Zakuan, N., Loganathan, N., Soheilirad, S., Saman, M. Z. M., & Ibrahim, O. (2017). A systematic review and meta-Analysis of SWARA and WASPAS methods: Theory and applications with recent fuzzy developments. *Applied Soft Computing, 57,* 265-292.

Matić, B., Marinković, M., Jovanović, S., Sremac, S., & Stević, Ž. (2022). Intelligent novel IMF D-SWARA—rough MARCOS algorithm for selection construction machinery for sustainable construction of road infrastructure. *Buildings*, *12*(7), 1059.

Mazzei, H. G., & Specchia, S. (2023). Latest insights on technologies for the treatment of solidmedical waste: A review. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, *11*(2), 109309.

Mensah, J. (2019). Sustainable development: Meaning, history, principles, pillars, and implications for human action: Literature review. *Cogent Social Sciences*, *5*(1), 1653531.

Mi, X., Tian, Y., & Kang, B. (2021). A hybrid multi-criteria decision making approach for assessing health-care waste management technologies based on soft likelihood function and D-numbers. *Applied Intelligence*, 1-20.

Mihai, F. C. (2020). Assessment of COVID-19 waste flows during the emergency state in Romania and related public health and environmental concerns. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 17*(15), 5439.

Mir, I. S., Cheema, P. P. S., & Singh, S. P. (2021). Implementation analysis of solid waste management in Ludhiana city of Punjab. *Environmental Challenges, 2,* 100023.

Mishra, A. R., & Rani, P. (2021). Multi-criteria healthcare waste disposal location selection based on Fermatean fuzzy WASPAS method. *Complex & Intelligent Systems, 7*(5), 2469-2484.

Mishra, A. R., Mardani, A., Rani, P., & Zavadskas, E. K. (2020). A novel EDAS approach on intuitionistic fuzzy set for assessment of health-care waste disposal technology using new parametric divergence measures. *Journal of Cleaner Production*, *272*, 122807.

Mohamed, L. F., Ebrahim, S. A., & Al-Thukair, A. A. (2009). Hazardous healthcare waste management in the Kingdom of Bahrain. *Waste Management*, *29*(8), 2404-2409.

Mousavi, Z., Saeedi, R., Saadani, M., Majlesi, M., Tehrani, T. T., & Abtahi, M. (2025). Microbial inactivation and emission of volatile organic compounds in low-heat thermal treatment of infectious healthcare waste. *Heliyon*, *11*, e26243.

Mpabanga, D., & Sesa, L. (2020). Imperatives: The Five P's: People, Planet, Prosperity, Peace and Partnerships and Sustainable Development Goals-The Need to Transform Public Administration and Management. *African Journal of Public Administration and Management*, *17*(2), 44-58.

Nabavi-Pelesaraei, A., Mohammadkashi, N., Naderloo, L., Abbasi, M., & Chau, K. W. (2022). Principal of environmental life cycle assessment for medical waste during COVID-19 outbreak to support sustainable development goals. *Science of the Total Environment*, *827*, 154416.

Nagai, K. (2024). Possible benefits for environmental sustainability of combined therapy with hemodialysis and peritoneal dialysis in Japan. *Frontiers in Nephrology*, *4*, 1394200.

Nanda, V. P. (2015). The journey from the millennium development goals to the sustainable development goals. *Denver Journal of International Law & Policy*, *44*(3), 389–412.

Narayanamoorthy, S., Annapoorani, V., Kang, D., Baleanu, D., Jeon, J., Kureethara, J. V., & Ramya, L. (2020). A novel assessment of bio-medical waste disposal methods using integrating weighting approach and hesitant fuzzy MOOSRA. *Journal of Cleaner Production*, *275*, 122587.

Nižetić, S., Djilali, N., Papadopoulos, A., & Rodrigues, J. J. (2019). Smart technologies for promotion of energy efficiency, utilization of sustainable resources and waste management. *Journal of Cleaner Production*, *231*, 565-591.

OECD. (2009). *Guidance Manual for the Control of Transboundary Movements of RecoverableWastes.* Ekim 1, 2023 tarihinde https://www.oecd.org: https://www.oecd.org/env/waste/guidance-manual-control-transboundary-movements-recoverable-wastes.pdf

Olaifa, A., Govender, R. D., & Ross, A. J. (2018). Knowledge, attitudes and practices of healthcare workers about healthcare waste management at a district hospital in KwaZulu-Natal. *South African Family Practice*, *60*(5), 137-145.

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2022). Managing hospital waste for a low-carbon future. OECD. https://www.oecd.org/environment/waste/Managing-Hospital-Waste.pdf

Ortíz-Barrios, M., Jaramillo-Rueda, N., Gul, M., Yucesan, M., Jiménez-Delgado, G., & Alfaro-Saíz, J. J. (2023). A fuzzy hybrid MCDM approach for assessing the emergency department performance during the COVID-19 outbreak. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *20*(5), 4591.

Ostadi, F., Mortezazadeh, F., & Gholami-Borujeni, F. (2021). Comparing and prioritizing different methods of collection and decontamination of waste in decentralized healthcare centers. *Journal of Advances in Environmental Health Research*, *9*(4), 277-284.

Oyewale, J. A., Tartibu, L. K., & Okokpujie, I. P. (2024). Decision Analysis Approaches on the Collection Methods of Polyethylene Terephthalate Waste. *Recycling*, *9*(6), 124.

Öden, M. K. (2021). Biyomedikal ve tıbbi atıkların yönetimine dair mevzuatın uygulanmasının araştırılması. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, *11*(1), 86-103.

Ökten, H. E., Çorum, A., & Demir, H. H. (2015). A comparative economic analysis for medical waste treatment options. *Environment Protection Engineering, 41*(3), 137–145.

Ömürbek, V., Erk, Ç., & Herek, S. (2019). Üniversitelerde Atik Yönetimi Uygulamaları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (35),* 124-161.

Özbek, H. E., & Oğuz, S. (2024). Yeniden Kullanılabilir Maskeler için Çevre Dostu Tedarikçi Seçimi: Entropi Tabanlı TOPSIS Yöntemi ile Bir Uygulama. *Alanya Akademik Bakış, 8*(2), 563-575.

Özkan, A. (2013). Evaluation of healthcare waste treatment/disposal alternatives by using multi-criteria decision-making techniques. *Waste Management & Research, 31*(2), 141-149.

Özkan, O., Bayın, G., & Yeşilaydın, G. (2015, May 28–30). Sağlık kurumlarında sürdürülebilir atık yönetimi. *Proceedings of the 2nd International Sustainable Buildings Symposium (ISBS 2015)* (pp. 720–725). Ankara, Türkiye.

Özmehmet, E. (2008). Dünyada ve Türkiye'de Sürdürülebilir Kalkınma Yaklaşımları. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi, 3*(12), 1853–1876.

Park, Y. S., Kim, M. J., Yoon, Y. S., Jeon, T. W., & Choi, H. H. (2024). A study of the effect of testing for diversification of healthcare waste sterilization and crushing facilities. *Heliyon, 10*(11), e17993.

Pascoe, M. J., Robertson, A., Crayford, A., Durand, E., Steer, J., Castelli, A., ... & Maillard, J. Y. (2020). Dry heat and microwave-generated steam protocols for the rapid decontamination of respiratory personal protective equipment in response to COVID-19-related shortages. *Journal of Hospital Infection*, *106*(1), 10-19.

Peker, B. N., & Görener, A. (2023). Geliştirilmiş bulanık SWARA ve bulanık CODAS yöntemleriyle tesis yeri seçimi: İmalat sektöründe bir uygulama. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 38*(3), 1493–1512.

Peng, W., Chen, C., Li, X., Huang, X., & Tang, J. (2024). An extended approach to multi-attribute decision making: Q-Rofss information measures-based Aczel-Alsina WASPAS method. *SSRN Electronic Journal*, (pp. 1–34).

Pépin, J., Abou Chakra, C. N., Pépin, E., Nault, V., & Valiquette, L. (2014). Evolution of the global burden of viral infections from unsafe medical injections, 2000–2010. *PLOS ONE, 9*(6), e99677.

Perçin, S. (2019). An integrated fuzzy SWARA and fuzzy AD approach for outsourcing provider selection. *Journal of Manufacturing Technology Management, 30*(2), 531-552.

Petrović, G., Mihajlović, J., Ćojbašić, Ž., Madić, M., & Marinković, D. (2019). Comparison of three fuzzy MCDM methods for solving the supplier selection problem. *Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering, 17*(3), 455–469.

Phonphoton, N., & Pharino, C. (2019). Multi-criteria decision analysis to mitigate the impact of municipal solid waste management services during floods. *Resources, Conservation and Recycling*, *146*, 106-113.

Pires, A., Martinho, G., & Chang, N. B. (2011). Solid waste management in European countries: A review of systems analysis techniques. *Journal of Environmental Management*, *92*(4), 1033-1050.

Policastro, G., & Cesaro, A. (2022). Composting of organic solid waste of municipal origin: the role of research in enhancing its sustainability. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *20*(1), 312.

Pongrácz, E., & Pohjola, V. J. (2004). Re-defining waste, the concept of ownership and the roleof waste management. *Resources, Conservation and Recycling*, *40*(2), 141-153.

Rafiee, A., Yaghmaeian, K., Hoseini, M., Parmy, S., Mahvi, A., Yunesian, M., … & Nabizadeh, R. (2016). Assessment and selection of the best treatment alternative for infectious waste by modified Sustainability Assessment of Technologies methodology. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, *14*(1), 1–11.

Rahmani, K., Alighadri, M., & Rafiee, Z. (2020). Assessment and selection of the best treatment alternative for infectious waste by Sustainability Assessment of Technologies (SAT) methodology. *Journal of the Air & Waste Management Association*, *70*(3), 333-340.

Ramya, L., Sumathi Thilagasree, C., Jayakumar, T., Peter, A. K., Akhir, E. A. P., Ferrara, M., & Ahmadian, A. (2024). An appropriate artificial intelligence technique for plastic materials recycling using bipolar dual hesitant fuzzy set. *Scientific Reports*, *14*(1), 24817.

Ranjbari, M., Esfandabadi, Z. S., Shevchenko, T., Chassagnon-Haned, N., Peng, W., Tabatabaei, M., & Aghbashlo, M. (2022). Mapping healthcare waste management

research: Past evolution, current challenges, and future perspectives towards a circular economy transition. *Journal of Hazardous Materials, 422*, 126724.

Resmi Gazete. (2017, Ocak 25). *Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği*. Erişim tarihi: 1 Eylül 2023, https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=23273&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5

Rodríguez-Jiménez, L., Romero-Martín, M., Spruell, T., Steley, Z., & Gómez-Salgado, J. (2023). The carbon footprint of healthcare settings: a systematic review. *Journal of Advanced Nursing*, *79*(8), 2830-2844.

Rogers, S. H., Gardner, K. H., & Carlson, C. H. (2013). Social capital and walkability as socialaspects of sustainability. *Sustainability*, *5*(8), 3473-3483.

Salman, B., Yontuç, Y., & Sivri, N. (2024). Tek sağlık kapsamında COVID-19 pandemisi plastik kirliliğine nasıl kaynak oluşturdu? Güncel araştırmalar ve bilgi boşluklarının belirlenmesi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences, 9*(1), 32–49.

Sancho, M., Arnal, J. M., & García-Fayos, B. (2013). Treatment of hospital radioactive liquid wastes from RIA (radioimmunoassay) by membrane technology. *Desalination*, *321*, 110-118.

Sangkham, S. (2020). Face mask and medical waste disposal during the novel COVID-19 pandemic in Asia. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering, 2*, 100052.

Sanito, R. C., Mujiyanti, D. R., You, S. J., & Wang, Y. F. (2024). A review on medical waste treatment in COVID-19 pandemics: technologies, managements and future strategies. *Journal of the Air & Waste Management Association*, *74*(2), 72-99.

Santos, S. M., Assis, A. C., Gomes, L., Nobre, C., & Brito, P. (2022). Waste gasification technologies: A brief overview. *Waste*, *1*(1), 140–165.

Saraji, M. K., Mardani, A., Köppen, M., Mishra, A. R., & Rani, P. (2022). An extended hesitant fuzzy set using SWARA-MULTIMOORA approach to adapt online education for the control of the pandemic spread of COVID-19 in higher education institutions. *Artificial Intelligence Review*, *55*(1), 181-206.

Sari, G. L., Hilmi, I. L., Nurdiana, A., Azizah, A. N., & Kasasiah, A. (2021). Infectious waste management as the effects of COVID-19 pandemic in Indonesia. *Asian Journal of Social Science and Management Technology*, *3*(2), 62-75.

Saunders, F., Gilek, M., Ikauniece, A., Tafon, R. V., Gee, K., & Zaucha, J. (2020). Theorizing social sustainability and justice in marine spatial planning: Democracy, diversity and equity. *Sustainability*, *12*(6), 2560.

Sebastian, R. M., & Louis, J. (2021). Understanding waste management at airports: A study on current practices and challenges based on literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *147*, 111229.

Selvakumar, P., Muralidharan, V., Satheesh Kumar, G., Satheesh Kumar, D., Anand, T., & Manjunath, T. C. (2025). Reducing the carbon footprint in healthcare. *Journal of Environmental Nanotechnology*,*14*(1), 453–463

Sepetis, A., Zaza, P. N., Rizos, F., & Bagos, P. G. (2022). Identifying and predicting healthcare waste management costs for an optimal sustainable management system: Evidence from the Greek public sector. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(16), 9821.

Shareefdeen, Z. M. (2012). Medical waste management and control. *Journal of Environmental Protection*, *3*(12), 1625–1628.

Shi, H., Liu, H. C., Li, P., & Xu, X. G. (2017). An integrated decision making approach for assessing healthcare waste treatment technologies from a multiple stakeholder. *Waste Management*, *59*, 508-517.

Singh, N., Ogunseitan, O. A., & Tang, Y. (2022). Medical waste: Current challenges and future opportunities for sustainable management. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, *52*(11), 2000-2022.

Spangenberg, J. H., Omann, I., & Hinterberger, F. (2002). Sustainable growth criteria: Minimum benchmarks and scenarios for employment and the environment. *Ecological Economics*, *42*(3), 429-443.

Stanujkic, D. (2015). Extension of the ARAS method for decision-making problems with interval-valued triangular fuzzy numbers. *Informatica, 26*(2), 335-355.

Starčević, V., Petrović, V., Mirović, I., Tanasić, L. Ž., Stević, Ž., & Đurović Todorović, J. (2022). A novel integrated PCA-DEA-IMF SWARA-CRADIS model for evaluating the impact of FDI on the sustainability of the economic system. *Sustainability, 14*(20), 13587.

Štreimikienė, D., Bathaei, A., & Streimikis, J. (2025). Enhancing Sustainable Global Supply Chain Performance: A Multi-Criteria Decision-Making-Based Approach to Industry 4.0 and AI Integration. *Sustainability, 17*(10), 4453.

Sürme, Y., Maraş, G., & Aydın Akbuğa, G. (2025). Environmental sustainability, medical waste management, energy and medicine consumption of the surgical intensive care nurses: A qualitative study. *Nursing in Critical Care, 30*(1), 27–36

T.C. Ticaret Bakanlığı. (2021). Mutabakat yeşil. T.C. Ticaret Bakanlığı. Erişim tarihi: 10 Mart 2025, https://ticaret.gov.tr/data/60f1200013b876eb28421b23/MUTABAKAT%20YE%C5%9E%C4%B0L.pdf

Tamkoç, H., Savaş, İ., Savaş, V., & Tamkoç, O. (2024). Sıfır Atık Projesi ile öğrencilerde oluşan atık yönetimi ve geri dönüşüm farkındalığının değerlendirilmesi. *International Journal of Social Sciences, 8*(33), 497–510.

Tara, K., Singh, S., & Kumar, R. (2015). Green banking for environmental management: A paradigm shift. *Current World Environment, 10*(3), 1029-1038.

Taslimi, M., Batta, R., & Kwon, C. (2020). Medical waste collection considering transportationand storage risk. *Computers & Operations Research, 120,* 104966.

Terzi, Ö., & Yüce, M. (2017). Bir hastanedeki stajyer öğrencilerin tıbbi atık yönetimi konusundaki bilgi düzeylerinin değerlendirilmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 6(*1), 58–64.

Thomas, A. (2006). Design, poverty, and sustainable development. *Design Issues, 22*(4), 54- 65.

Tian, H., Wang, X., & Tong, Y. W. (2020). Sustainability assessment: Focusing on different technologies recovering energy from waste. In Z. Wang, Z. Zhang, & W. Li (Eds.), *Waste-to-Energy* (pp. 235–264). Elsevier.

Topal, A. (2021). Çok kriterli karar verme analizi ile elektrik üretim şirketlerinin finansal performans analizi: Entropi tabanlı CoCoSo yöntemi. *Business & Management Studies: An International Journal*, *9*(2), 532-546.

Torkashvand, J., Pasalari, H., Jonidi-Jafari, A., Kermani, M., Nasri, O., & Farzadkia, M. (2022).Medical waste management in Iran and comparison with neighbouring countries. *Internationa lJournal of Environmental Analytical Chemistry*, *102*(12), 2805-2818.

Torkayesh, A. E., Malmir, B., & Asadabadi, M. R. (2021). Sustainable waste disposal technology selection: The stratified best-worst multi-criteria decision-making method. *Waste Management*, 122, 100-112.

Tudor, T. L. (2007). Towards the development of a standardised measurement unit for healthcare waste generation. *Resources, Conservation and Recycling*, *50*(3), 319-333.

Tudor, T. L., Barr, S. W., & Gilg, A. W. (2007). Linking intended behaviour and actions: A case study of healthcare waste management in the Cornwall NHS. *Resources, Conservation and Recycling*, *51*(1), 1-23.

Turskis, Z., Zavadskas, E. K., Antuchevičienė, J., & Kosareva, N. (2015). A hybrid model based on fuzzy AHP and fuzzy WASPAS for construction site selection. *International Journal of Computers, Communications & Control*, *10*(6), 873–888.

Onyango, C., Nyairo, W., Kwach, B., Shikuku, V., Sylvain, T., Tamaguelon, H. D., & Rüscher, C. (2024). Synthesis of pumice and medical waste incinerator fly ash based phosphate geopolymers for methylene blue dye adsorption: co-valorization, parameters and mechanism. *Materials Advances*, *5*(21), 8546-8563.

Ulutaş, A., Karakuş, C. B., & Topal, A. (2020). Location selection for logistics center with fuzzy SWARA and CoCoSo methods. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, *38*(4), 4693-4709.

Ulutaş, A., Popovic, G., Radanov, P., Stanujkic, D., & Karabasevic, D. (2021). A new hybrid fuzzy PSI-PIPRECIA-CoCoSo MCDM based approach to solving the transportation company selection problem. *Technological and Economic Development of Economy, 27*(5), 1227-1249.

United Nations Environment Programme. (2020). *Waste management during the COVID-19 pandemic: From response to recovery.* Nairobi, Kenya: United Nations Environment Programme. Erişim tarihi: 24 Kasım 2024, https://www.unep.org/resources/report/waste-management-during-covid-19-pandemic-response-recovery

URL-1: İstanbul Büyükşehir Belediyesi, https://cevre.ibb.istanbul/atik-yonetimi-mudurlugu-sube-mudurlugu/avrupanin-en-buyuk-atik-yakma-ve-enerji-uretim-tesisi-hizmete-girdi/, 2025, 01.05.2025

URL-2: https://www.tanksan.com.tr/otoklav-imalati/, 2025, 01.05.2025

URL-3:http://www.mrtmikrodalga.com/sayfa.asp?mdl=sayfalar&id=5,2025, 09.06.2025

URL-4: https://healthmanagement.org/site/p/hydroclave-systems, 2025, 09.06.2025

URL-5:https://www.jungheinrich-profishop.co.uk/en/profi-guide/chemical-waste-disposal/, 2025, 12.06.2025

URL-6: https://kleanindustries.com/projects/tire-pyrolysis/malaysia-tyre-project-failure-analysis/, 2025, 13.06.2025

URL-7: İstanbul Büyükşehir Belediyesi, https://cevre.ibb.istanbul/mudurluklerimiz/, 2025, 13.06.2025

URL-8:https://banyuwangi.viva.co.id/gaya-hidup/38001-kenali-jenis-jenis-kompos-cara-seru-daur-ulang-sampah-dapur-jadi-emas-untuk-tanah?page=1, 2025, 13.6.2025

URL-9:https://www.regis.or.at/projekte/leader-2007-2013/energie/regionales-energiekonzept/, 2025, 13.06.2025

URL-10: https://tr.wikipedia.org/wiki/Radyoaktif_at%C4%B1k, 2025, 13.06.2025

URL-11:
https://www.washingtonpost.com/news/local/wp/2015/06/21/dcrecyclingside0622/, 2025, 13.06.2025

Ustalı, N. K., & Tosun, N. (2019). Bulanık AHP ve Bulanık WASPAS yöntemleri ile yeni ürün seçimi. *Pazarlama İçgörüsü üzerine Çalışmalar*, *3*(2), 25-34.

Van, G. N., & Nham, T. N. T. (2024). Proposing solutions to improve the effectiveness of domestic solid waste management in Ba Be district, Bac Kan province, Vietnam. *International Journal of Management and Organizational Research*, *13*(1), 44–49.

Vlachokostas, C., Michailidou, A. V., & Achillas, C. (2020). Multi-Criteria Decision Analysis towards promoting Waste-to-Energy Management Strategies: A critical review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 110563.

Vojinović, N., & Stević, Ž. (2022). Pestel analysis of the healthcare system with reference to the right to health during a pandemic. *Teme*, *46*(4), 437–455

Voudrias, E. A. (2016). Technology selection for infectious medical waste treatment using the analytic hierarchy process. *Journal of The Air & Waste Management Association*, *66*(7), 663-672.

Vrtagić, S., Softić, E., Subotić, M., Stević, Ž., Dordevic, M., & Ponjavic, M. (2021). Ranking road sections based on MCDM model: New ımproved Fuzzy SWARA (IMF SWARA). *Axioms*, *10*(2), 92.

Windfeld, E. S., & Brooks, M. S.-L. (2015). Medical waste management – A review. *Journal of Environmental Management, 163*, 98–108.

World Health Organization. (2005). *Management of solid health-care waste at primary health-care centres: A decision-making guide (WHO/PAE/ESP/05.06)*. World Health Organization. Erişim tarihi: 7 Eylül 2024, https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43123/9241592745.pdf

World Health Organization. (2014). *Safe management of wastes from health-care activities (*2nd ed., Y. Chartier, J. Emmanuel, U. Pieper, A. Prüss, P. Rushbrook, R. Stringer, et al., Eds.). Geneva, Switzerland: World Health Organization. Erişim tarihi: 7

Kasım2024,https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/85349/9789241548564_eng.pdf

World Health Organization. (2017). *Report on health-care waste management status in countries of the South-East Asia Region.* New Delhi, India: World Health Organization. Erişim tarihi: 7 Temmuz 2024, https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/258761/sea-eh-593.pdf

World Health Organization. (2022). Safe management of wastes from health-care activities (2nd ed.). Geneva, Switzerland: World Health Organization. Erişim tarihi: 11 Temmuz 2024, https://www.who.int/publications/i/item/9789240039612

Wu, Z., Xu, J., Jiang, X., & Zhong, L. (2019). Two MAGDM models based on hesitant fuzzy linguistic term sets with possibility distributions: VIKOR and TOPSIS. *Information Sciences, 473*, 101-120.

Xiao, F. (2018). A novel multi-criteria decision making method for assessing health-care waste treatment technologies based on D numbers. *Engineering Applications of Artificial Intelligence, 71*, 216-225.

Xu, L., Dong, K., Zhang, Y., & Li, H. (2020, December). Comparison and analysis of several medical waste treatment technologies. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 615, No. 1, p. 012031). IOP Publishing.

Xu, H., Rangra, N., & Woo, C. D. (2025). The role of international policies in regulating and managing waste trade for sustainability. *Journal of International Crisis and Risk Communication Research*, *8*(1), 13-30

Yang, C., Peijun, L., Lupi, C., Yangzhao, S., Diandou, X., Qian, F., & Shasha, F. (2009). Sustainable management measures for healthcare waste in China. *Waste Management, 29*(6), 1996-2004.

Yazdani, M., Tavana, M., Pamučar, D., & Chatterjee, P. (2020). A rough based multi-criteria evaluation method for healthcare waste disposal location decisions. *Computers & Industrial Engineering, 143*, 106394, 1-25.

Yazdani, M., Zarate, P., Kazimieras Zavadskas, E., & Turskis, Z. (2019). A combined compromise solution (CoCoSo) method for multi-criteria decision-making problems. *Management Decision*, *57*(9), 2501-2519.

Yılmaz, Ö., & Yakut, E. (2022). Bulanık Shannon Entropi Ağırlıklı Bulanik Topsis ve Bulanik Vikor Yöntemleri İle Finansal Performans Değerlendirmesi. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *20*(4), 307-330.

Yildiz, A., Ayyildiz, E., Taskin Gumus, A., & Ozkan, C. (2021). A framework to prioritize the public expectations from water treatment plants based on trapezoidal type-2 Fuzzy AHP method. *Environmental Management*, *67*(3), 439-448.

Yu, H., Sun, X., Solvang, W. D., & Zhao, X. (2020). Reverse logistics network design for effective management of medical waste in epidemic outbreaks: Insights from the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in Wuhan (China). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(5), 1770.

Zar, H. J., Dawa, J., Fischer, G. B., & Castro-Rodriguez, J. A. (2020). Challenges of COVID-19 in children in low-and middle-income countries. *Paediatric Respiratory Reviews*, *35*, 70-74.

Zarbakhshnia, N., Soleimani, H., & Ghaderi, H. (2018). Sustainable third-party reverse logistics provider evaluation and selection using fuzzy SWARA and developed fuzzy COPRAS in the presence of risk criteria. *Applied Soft Computing*, *65*, 307-319.

Zhao, H., Liu, H., Wei, G., Wang, H., Zhu, Y., Zhang, R., & Yang, Y. (2021). Comparative life cycle assessment of emergency disposal scenarios for medical waste during the COVID-19 pandemic in China. *Waste Management*, 126, 388-399.

Zikhathile, T., Atagana, H., Bwapwa, J., & Sawtell, D. (2022). A review of the impact that healthcare risk waste treatment technologies have on the environment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(19), 11967.

Zimmermann, K. (2018). Microwave technologies: An emerging tool for inactivation of biohazardous material in developing countries. *Recycling*, 3(3), 1–10.

Zito, A. R. (2013). European agencies as agents of governance and EU learning. *In Learning and Governance in the EU Policy Making Process* (pp. 122-141). Routledge.

Zolfani, S. H., Gorener, A., & Toker, K. (2023). A hybrid fuzzy MCDM approach for prioritizing the solutions of resource recovery business model adoption to overcome its barriers in emerging economies. *Journal of Cleaner Production, 413*, 137362

Zurbrügg, C., Caniato, M., & Vaccari, M. (2014). How assessment methods can support solidwaste management in developing countries—A critical review. *Sustainability, 6*(2), 545-570.

EK-1: TIBBİ ATIK BERTARAFI İLE İLGİLİ YAPILAN LİTERATÜR TARAMASI

Sıra	Yazar	Yıl	Ülke	Araştırma Amacı ve Kapsamı	Araştırma Yöntemi	Karşılaştırılan Yöntem
1	Diaz vd.	2005	A.B.D	Gelişmekte olan ülkelerde tıbbi atık bertaraf yöntemlerinin belirlenmesi	Literatür Taraması	Yok
2	Tudor vd.	2006	İngiltere	Birleşik Krallık'taki atıkların yönetimi	Anket	Yok
3	Ojha vd.	2007	Hindistan	45 depolama sahası için uygun yer seçiminin planlanması.	MATLAB-Bulanık LOGİC TOOLBOX	Yok
4	Alam vd.	2008	Bangladeş	Bangladeş'in en büyük 2 hastanesinde tıbbi atık miktarının tahmin edilmesi.	Anket-Derinlemesine Görüşme	Yok
5	Chaerul vd.	2008	Japonya	Okayama Saiseikai Hastanesi'nde atık akışının birden çok amaç için optimize edildiği bir planlama modelinin sunulması.	LINGO	Yok
6	Yang vd.	2009	Çin	Çin'deki sağlık hizmeti atıklarının sürdürülebilir yönetimine yönelik eylemlerin araştırılması.	Literatür Taraması	Yok
7	Al-Khatib vd.	2009	Filistin	Tıbbi atık yönetiminin değerlendirilmesi ve Hepatit B prevalansının tahmin edilmesi.	Anket-Derinlemesine Görüşme	Yok
8	Bendjoudi vd.	2009	Cezayir	Sağlık kurumlarında bertaraf yöntemlerinin seçimi.	Veri Analizi	Yok
9	Mohamed vd.	2009	Bahreyn	Tehlikeli atık yönetimi uygulamalarının belirlenmesi.	Anket Görüşme SPSS 15 Yazılımı	Yok
10	Townend ve Cheeseman	2009	İngiltere	Birleşik Krallık'ta tıbbi atıklar ile ilgili mevzuat ve tıbbi atık uygulamalarının incelenmesi.	Literatür Taraması	Yok
11	Ananth vd.	2010	Tayland	12 Asya ülkesindeki bertaraf teknolojilerinin incelenmesi.	Başa Baş Analizi	Yok
12	Askarian vd.	2010	İran	İran'ın Şiraz kentindeki 600 yatak kapasiteli en büyük hastanesinde bulaşıcı atıkları azaltma çalışmaları.	TKY Balık Kılçığı Diyagramı	Yok
13	Ekmekçioğlu vd.	2010	Türkiye	Kentsel katı atıklarda uygun bertaraf yöntemlerinin değerlendirilmesi ve yer seçimi için bulanık bir model önerilmesi.	Bulanık AHP-Bulanık TOPSIS	Yok
14	Insa vd.	2010	İspanya	İspanya'da tıbbi atık mevzuatı ile ilgili uygulamaların incelenmesi.	Literatür Taraması	Yok

15	Karagiannidis vd.	2010	Yunanistan	Orta Makedonya Bölgesi'nde üretilen bulaşıcı atıklar için ortak bir bertaraf seçeneğinin belirlenmesi.	AHP	Yok
16	Abah ve Ohimain	2011	Nijerya	Üçüncü basamak bir sağlık kuruluşunda tıbbi atık miktarının tahmin edilmesi.	Literatür Taraması	Yok
17	Dursun vd.	2011	Türkiye	İstanbul'da tıbbi atık bertaraf alternatiflerini değerlendirmek için karar verme çerçevesi sunulması.	OWA	Yok
18	Abor	2012	Gana	Gana'da yer alan 4 hastanenin tıbbi atık yönetimi açısından karşılaştırılması	Literatür Taraması	Yok
19	Ciplak ve Barton	2012	Türkiye	Sağlık tesislerinde etkin atık yönetimi uygulamaları ile atık miktarlarının azaltılmasının amaçlanmsı.	VENSİM PLE PLUS Gözlem – Görüşme	Yok
20	De Titto vd.	2012	Arjantin	Uluslararası Katı Atık Derneği (ISWA) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nin tıbbi atıklarla ilgili önerilerine yer verilmiştir.	Literatür Taraması	Yok
21	Ferreira vd.	2012	Brezilya	Farmasötik olarak belirlenen 500 ürünün aktif bileşenlerinin belirlenerek en uygun bertaraf yöntemlerinin karşılaştırılması.	Literatür Taraması	Yok
22	Jiang vd.	2012	Çin	Yakma tesislerinin teknik güçlendirme uygulamasının analiz edilmesi	Literatür Taraması	Yok
23	Shareefdeen	2012	A.B.D.	Atık bertaraf teknolojilerinin çevresel etkilerini incelemek amacıyla bertaraf yöntemlerinin karşılaştırılması.	SAT Metodoloji - PROMETHEE	Yok
24	Menikpura vd.	2012	Sri Lanka	Katı atık bertarafının, yaşam döngüsü yaklaşımına dayalı olarak değerlendirilmesi.	Yaşam Döngüsü Analizi	Yok
25	Hames	2013	Avustralya	Avustralya Melbourne'da tıbbi atık bertaraf yönetiminin iyileştirilmesi ile ilgili çalışmalar.	Anket	Yok
26	Küçük	2013	Türkiye	Bertaraf teknolojileri ve yöntemlerinin karşılaştırılarak tıbbi atık yönetiminin finansal boyutlarının incelenmesi.	Literatür Taraması	Yok
27	Liu vd.	2013	Çin	Bertaraf yöntemlerini değerlendirmek için bulanık VIKOR yöntemine dayalı yeni karar verme yönteminin uygulanması.	OWA VIKOR	Yok
28	Özkan	2013	Türkiye	Türkiye'de tıbbi atık yönetiminin mevcut durumunu analiz etmek amacıyla uygun bertaraf yönteminin araştırılması.	ANP ELECTRE III	Yok
29	Soares vd.	2013	Brezilya	Tıbbi atık bertarafı hakkındaki düzenleyici kurumların geliştirilmesi ile ilgili çalışmalar.	Yaşam Döngüsü Analizi	Yok
30	Tobin vd.	2013	Nijerya	Tıbbi atık yönetimi uygulamaları.	SPSS-15 Yüzyüze Görüşmeler	Yok
31	Adhikari ve Supakankunit	2014	Nepal	Nepal'in 1889'da kurulan 460 yatak kapasiteli en büyük hastanesinde maliyet-fayda analizi.	Başabaş Analizi Fayda- Maliyet Oranı	Yok

32	Azmal vd.	2014	İran	Tıbbi atık yönetimi uygulamaları, bertaraf yöntemleri ve yeşil hastane yaklaşımına geçişin gerekliliğinin tartışılması.	Liteatür Taraması	Yok
33	Castaldi	2014	A.B.D	Belediye katı atık akışlarından değer elde etmek amacıyla atık yönetimine genel bir bakış sunulması.	Literatür Taraması	Yok
34	Sapkota vd.	2014	Nepal	Katmandu, Minbhawan'da bulunan 132 yataklı üçüncü basamak bir hastanede tıbbi atık uygulamalarının değerlendirilmesi.	Anket	yok
35	Özkan vd	2015	Türkiye	Sürdürülebilir atık yönetimi hakkındaki çalışmaların incelenmesi.	2nd International Sustainable Buildings Symposium Bildirisi	Yok
36	Arıkan vd.	2015	Türkiye	Katı atık bertarafı ile ilgili 10 alternatifin değerlendirilmesi.	fuzzy TOPSIS -PROMETHEE	Yok
37	Campion vd.	2015	A.B.D	Sağlık hizmetlerinde tek kullanımlık malzemelerin yaşam döngüsü çevresel etkilerinin analiz edilmesi.	Yaşam Döngüsü Analizi	Yok
38	Dhakal vd.	2015	Nepal	Katmandu'da tıbbi atık yönetimine ilişkin uygulamalar.	Gözlem	Yok
39	Koo ve Ik Jeong	2015	Kore	Arıtma, taşıma ve bertaraftan kaynaklanan kirletici emisyonların değerlendirilmesi.	DELPHI	Yok
40	Mmereki vd.	2015	Botswana	Tıbbi atık yönetiminin tasarlanması ve planlanması.	Gri Literatür Araştırması	Yok
41	Ökten vd.	2015	Türkiye	Tıbbi atık bertarafında uygun tekniğin belirlenmesi.	Fizibilite Analizi	Yok
42	Oli vd.	2015	Nijerya	Nijerya'da seçilen bir hastanede sağlık çalışanlarının tıbbi atık yönetimine katılımlarının değerlendirilmesi.	Anket	Yok
43	Thakur ve Ramesh	2015	Hindistan	Tıbbi atık yönetimi hakkında 176 makalenin analiz edilmesi.	Literatür Taraması	Yok
44	Thakur ve Ramesh	2015	Hindistan	Optimal atık bertaraf firmasını seçmek için gri teoriye dayalı bir model önerilmesi.	Gri İlişkisel Analiz Yöntemi	Yok
45	Windfeld ve Brooks	2015	Kanada	Tıbbi atık yönetimi ve bertaraf yöntemlerinin incelenmesi.	Literatür Taraması	Yok
46	Chauhan ve Singh	2016	Hindistan	Sürdürülebilir tıbbi atık bertaraf sahasının seçimi.	Bulanık AHP-Bulanık TOPSIS	Yok
47	Ghasemi ve Yusuff	2016	Malezya	Tıbbi atıklar ile ilgili bir literatür incelemesi.	Literatür Taraması	Yok
48	Gul vd.	2016	Türkiye	VIKOR uygulamalarına ilişkin mevcut araştırmaları kategorize etmek ve yorumlamak amacıyla 343 makalenin incelenmesi.	Literatür Taraması	Yok

49	Lee vd.	2016	İngiltere	Optimum tıbbi atık bertaraf teknolojisinin değerlendirilmesi.	AHP	Yok
50	Munda	2016	İspanya	ÇKKV yöntemi ile sürdürülebilir atık yönetiminin ele alınması.	Literatür Taraması	Yok
51	Qian vd.	2016	Çin	Tıbbi atık bertaraf yöntemi seçimini ele almak amacıyla ÇKKV modeli önerilmesi.	ICRWG Tabanlı Model	Yok
52	Rafiee vd.	2016	İran	Teknoloji Sürdürülebilirlik Değerlendirmesi (SAT) metodolojisi ile en etkin atık bertaraf alternatifinin seçilmesi.	SAT Metodoloji	Yok
53	Shi vd.	2016	Çin	Etkin atık bertaraf teknolojisinin seçimi.	MULTIMOORA	VIKOR
54	Thakur ve Anbanandam	2016	Hindistan	Hindistan'dki atık yönetim sistemi uygulamalarında karşılaşılan güçlükler.	Bulanık MABAC	Yok
55	Voudrias	2016	Yunanistan	Bulaşıcı tıbbi atık bertarafı için kullanılan 5 farklı teknolojinin değerlendirilmesi.	AHP	Yok
56	Barbero ve Pallaro	2017	İtalya	Sürdürülebilir tıbbi atık hizmetleri ile ilgili bir metodoloji önerilmesi.	Bulanık TOPSIS	Yok
57	Büyüközkan ve Gocer	2017	Türkiye	Sezgisel bulanık bir ortamda, farklı uzmanların görüşü ile atık taşıma firmalarının seçimi.	Bulanık TOPSIS	Yok
58	Capoor ve Bhowmik	2017	Hindistan	Tıbbi atık yönetimi ile ilgili dünyadaki standart, norm ve güncel uygulamaların ele alınması.	Literatür Taraması	Yok
59	Hariz vd.	2017	Kenya	Yakma fırını inşa etmek için uygun alanın belirlenmesi.	AHP - VIKOR - PROMETHEE	Yok
60	Oraegbune ve Waziri	2017	Nijerya	Sağlık çalışanlarının tıbbi atık yönetimine yönelik bilgi düzeyi, tutum ve rollerinin incelenmesi.	Anket	Yok
61	Oyekale ve Olayemi Oyekale	2017	Nijerya	Tıbbi atık bertaraf yöntemleri ile ilgili kriterlerin belirlemesi.	PCAOLS Regresyonu	Yok
62	Pantzartzis vd.	2017	İtalya	Sürdürülebilir sağlık hizmeti sunabilmesi amacıyla 52 sürdürülebilirlik kriterinin değerlendirilmesi.	Literatür Taraması	Yok
63	Thakur ve Ramesh	2017	Hindistan	ÇKKV yöntemi ile tıbbi atık bertarafı ile ilgili firma seçimi.	Gri İlişkisel Analiz Yöntemi	Yok
64	Wang vd.	2017	Çin	Aralık değerli bulanık küme teorisine dayalı bertaraf alternatiflerinin önceliklendirilmesi.	Bulanık DEMATEL	Yok
65	Wichapa ve Khokhajaikiat	2017	Tayland	Bulanık analitik hiyerarşi süreçleri ile bertaraf tesislerinin yer seçimlerinin belirlenmesi.	Bulanık AHP	Yok

66	Chang vd.	2018	Tayvan	Sürdürülebilir sağlık hizmetlerine yönelik iyileştirmelerin değerlendirilmesinde kullanılan göstergelerin belirlenmesi.	DEMATEL	Yok
67	Delmonico vd	2018	Brezilya	Brezilya'daki iki hastanenin atık yönetimi uygulamalarının analiz edilmesi.	AHP	Yok
68	Gunawardana	2018	Sri Lanka	Atık bertaraf teknolojisini belirlemek amacıyla 156 sağlık hizmet sunucusundan elde edilen bilgilerin ele alınması.	Anket	Yok
69	Hasan ve Rahman	2018	Bangladeş	Tıbbi atık bertaraf yöntemlerinin kapsamlı analizi.	SAT Metodoloji	Yok
70	Olaifa vd.	2018	Güney Afrika Cumhuryeti	Bir bölge hastanesinde çalışan personelin sağlık hizmeti yönetimi konusundaki bilgi ve tutumlarının değerlendirilmesi.	Gözlem	Yok
71	Rodrıgues, vd.	2018	Brezilya	Küçük şehirlerdeki katı atık yönetimi sorununun ele alınması	Derinlemesine Vaka	Yok
72	Utama vd.	2018	Endonezya	Jakarta'daki A sınıfı bir devlet hastanesinden tıbbi atıkların ampirik verilerine dayalı simülasyon sonuçlarının gösterilmesi.	Bulanık ECO-DSM	Yok
73	Xiao	2018	Çin	Bertaraf teknolojisi seçim problemi için yeni bir ÇKKV yöntemi önerilmesi.	D-sayıları	Yok
74	Alam ve Mosharraf	2019	Bangladeş	Bangladeş'te mevcut bertaraf sistemi ve beklentileri ile ilgili karşılaştırma yapılması.	Gabi Yazılımı	Yok
75	Adar ve Delice	2019	Türkiye	Tereddürlü bulanık dilsel bir terim seti kullanarak en iyi atık bertaraf yönteminin seçilmesi.	MABAC	VIKOR TOPSIS
76	Li vd.	2019	Çin	Gelişmekte olan ekonomilerde tıbbi atıklar ile ilgili bir çalışma	Delphi	Yok
77	Aung vd.	2019	Myanmar	Myanmar'da seçilmiş sekiz özel ve kamu hastanesinin tıbbi atık yönetimi uygulamalarının değerlendirilmesi.	AHP – ANP	Yok
78	Badi vd.	2019	Libya	Libya'daki atık bertaraf alternatiflerinin değerlendirilmesi.	Gri İlişkisel Analiz Yöntemi	Yok
79	Delice vd.	2019	Türkiye	Yeraltı çöp konteynerlerinin alternatif lokasyonlarının değerlendirilmesi.	MAIRCA – MABAC	HESİTANT Bulanık Linguistic Term Set
80	Ferronato ve Ragazzi	2019	Bolivya	La Paz'da atık yönetim sistemi ile ilgili mevcut sorunları belirlemek amacıyla entegre bir yönetim aracı önerilmesi.	AHP – ANP	Yok
81	Geetha vd.	2019	Hindistan	Tıbbi atık bertaraf yöntemlerinin değerlendirilmesi.	HF - MULTIMOORA	Yok
82	Hinduja ve Pandey	2019	Hindistan	Hindistan için optimum atık bertaraf teknolojisinin seçimi.	Bulanık AHP-Bulanık ANP DEMATEL	Yok

83	Khan vd.	2019	Çin	Asya'nın gelişmekte olan ülkelerinde tıbbi atık yönetimi alanında yaşanan temel sorunlarının özetlenmesi.	Literatür Taraması	Yok
84	Leksono vd.	2019	Endonezya	Sağlık alanında sürdürülebilir tedarik zinciri performans ölçüm modeli geliştirilmesi.	DEMATEL-AHP	Yok
85	Mardani vd.	2019	A.B.D	Bulanık ÇKKV yöntemleri ile 85 yüksek atıflı dergiden seçilen 202 çalışmanın değerlendirilmesi	Literatür Taraması	Yok
86	Phonphoton ve Pharino	2019	Bangkok	Belediyenin katı atıkların uygulamaları ile ilgili bir çalışma.	AHP	Yok
87	Sarkkinen vd.	2019	Finlandiya	Sürdürülebilir katı atık yönetimi uygulamaları.	AHP	Yok
88	Zamparas vd.	2019	Yunanistan	Patras Üniversite Hastanesi'nde bulaşıcı atıklar ile ilgili mevcut prosedür, teknik ve yöntemlerinin incelenmesi.	AHP	Yok
89	Ju vd.	2020	Çin	Uygun bertaraf yönteminin seçilmesi.	EDAS Dice – Zar Katsayısı	TOPSIS
90	Makan ve Fadili	2020	Fas	Sağlık hizmetleri atık bertaraf sistemlerinin sürdürülebilirliği.	PROMETHEE I-II	Yok
91	Mishra vd.	2020	Hindistan	Hindistan'daki 6 hastanede atık bertaraf alternatifinin değerlendirilmesi.	EDAS	Bulanık TOPSIS, OWA, Bulanık VIKOR
92	Narayanamoorthy vd.	2020	Çin	Tereddütlü bulanık ÇKKV yöntemleri ile yeni bir metodoloji önerilmesi.	Bulanık CRITIC	Hesitant Bulanık SET
93	Baaki vd.	2020	Malezya	İki üniversite hastanesinde sürdürülebilir tıbbi atık yönetimi uygulamaları	SPSS	Yok
94	Badi ve Kridish	2020	Libya	Misurata şehrinde belediye katı atık sahaları için uygun yer seçimi.	FUCOM	CODAS
95	Belhadi vd.	2020	Fas	Afrika ülkelerinde COVID-19 salgını sırasında en iyi atık yönetim stratejisi seçimi.	Yaşam Döngüsü Analizi- AHP-VIKOR	Yok
96	Carnero	2020	İspanya	İspanya'daki bir hastanede üretilen atık miktarını azaltmak için sınıflandırma yapılması ile ilgii bir çalışma.	PAPRIKA	Bulanık FMEA
97	Chang vd.	2020	Endonezya	Jakarta'daki bir hastanede 5 atık türü ve 6 tıbbi atık bertaraf yöntemi ile bir model oluşturulması.	ECO – DSM	Yok
98	Di Maria vd.	2020	İtalya	İtalya ve İsrail'de uygulanan atık su düzenleyici sistemlerin karşılaştırılması amacıyla üçlü entegre model önerilmesi.	Kiviat Diagramı	Yok
99	Ilyas vd.	2020	Kore	COVID atıklarının uygun şekilde bertaraf edilmesi amacıyla bertaraf teknolojilerin gözden geçirilmesi.	Literatür Taraması	Yok

100	Kargar vd.	2020	İran	Tıbbi atık bertaraf yöntemi ile ilgili belirsizlik durumlarında doğrusal bir programlama modeli geliştirilmesi.	Optimizasyon	Yok
101	Li vd.	2020	Çin	Tıbbi atık bertaraf merkezinin seçimi.	ANP	Yok
102	Yazdani vd.	2020	İspanya	Madrid'deki özel bir hastanede atık bertaraf lokasyon planlamasının yapılması.	BWM	Yok
103	Rani vd.	2020	Hindistan	Sürdürülebilir tedarikçi seçimi üzerine bir metodoloji sunulması.	PF-SWARA, PF-ARAS, SWARA	Yok
104	Rani vd.	2020	Hindistan	Sürdürülebilir tedarikçiyi değerlendirmek ve seçmek için yeni bir çerçeve önerilmesi.	HF-SWARA-COPRAS	Yok
105	Silva vd.	2020	Brezilya	Sürdürülebilir kalkınma ile ilgili bir değerlendirme.	Literatür Taraması	Yok
106	Stevic vd.	2020	Bosna Hersek	Sağlık sektöründe sürdürülebilir tedarikçi seçimi.	MARCOS	ARAS-WASPAS-EDAS
107	Tezel ve Yıldız	2020	Türkiye	Sürdürülebilir atık yönetimi bağlamında, Edirne Katı Atık Birliği tesisinin dünya ve Türkiye'den örneklerle karşılaştırılması.	Literatür Taraması	Yok
108	Thakur	2020	Hindistan	Çok kriterli bir yaklaşım kullanarak sürdürülebilir tıbbi atık bertaraf boyutlarının analiz edilmesi.	Bulanık MABAC	Yok
109	Tian vd.	2020	Singapur	Atık bertaraf teknolojilerinin, sürdürülebilirlik değerlendirme metodolojisi ile değerlendirilmesi.	Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi	Yok
110	Torkashvand vd.	2020	İran	İran'da tıbbi atık yönetiminin komşu ülkelerle karşılaştırması amacıyla 57 makalenin incelenmesi.	Literatür Taraması	Yok
111	Vlachokostas vd.	2020	Yunanistan	Atık bertarafı hakkında yayınlanan 153 makalenin eleştirel olarak incelemesi.	Literatür Taraması	Yok
112	Yazdani vd.	2020	İspanya	Madrid'deki bir özel hastanede atık bertaraf merkezi kurmak için yer seçimin tespiti.	BWM	Yok
113	Yıldız vd.	2020	Türkiye	Tip-2 Bulanık Analitik Hiyerarşi yöntemine dayalı su arıtma tesislerinin önceliklendirilmesi.	Bulanık AHP	Yok
114	Ahmad vd.	2021	Hindistan	Sürdürülebilir atık yönetim modeli kurma amacıyla bir modelleme ve optimizasyon çerçevesi geliştirme	Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi	MSMFA - HTMFA ETMPA
115	Alamu vd.	2021	A.B.D.	A.B.D.'nin Baltimore kentindeki belediye katı atık yakma tesisinin sürdürülebilirlik analizi ve yaşam döngüsü analizi.	Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi	Yok

116	Alharbi vd.	2021	Suudi Arabistan	Suudi Arabistan atık yönetim sisteminin analiz edilmesi.	Odak Grup Görüşmeleri	Yok
117	Liu vd.	2021	Hindistan	Hindistan'da atık bertaraf yönteminin seçimi.	Aralık Değerli Bulanık TOPSIS	PF-TOPSIS-AHP-PF-WASPAS
118	Manupati vd.	2021	Hindistan	Hindistan'da en etkili bertaraf tekniklerinin değerlendirilmesi.	Bulanık VIKOR	Bulanık TOPSİS
119	Mi vd.	2021	Çin	Şanghay'da atık bertaraf teknolojilerinin seçilmesi.	D-Number	OWA – POWA
120	Torkayesh vd.	2021	İran	Sağlık hizmetleri atık bertaraf alternatifinin değerlendirilmesi.	BWM	COSOSO, EDAS, COPRAS, MABAC, TOPSIS, VIKOR
121	Edas ve Merdivenci	2021	Türkiye	Lojistik performans endeksi sıralamasında önde gelen ilk 5 ülkenin sürdürülebilir kalkınma kriterlerine göre sıralanması	EDAS	Yok
122	Ateş ve Usman	2021	Türkiye	Gelişmekte olan 25 ülkenin sürdürülebilir kalkınma performansının incelenmesi.	Gri İlişkisel Analiz Yöntemi	Yok
123	Bucataru vd.	2021	Romanya	Tehlikeli tıbbi atıklarla ilgili 2020'de yayınlanan 1192 makalenin incelenmesi.	Yaşam Döngüsü Analizi	Yok
124	Chauhan vd.	2021	Hindistan	Akıllı tıbbi atık bertaraf sistemi ile ilgili tek kullanımlık ürünlerden değer elde etmek için kriterlerin analiz edilmesi.	DEMATEL	Yok
125	Chauhan ve Singh	2021	Hindistan	Tehlikeli tıbbi atıkların bertaraf edilmesi amacıyla doğrusal programlama (LP) modelli bir karar verme modeli önerilmesi	DEMATEL ANP	LİNGO 18.0. Doğrusal Programlama Modeli
126	Chen vd.	2021	Çin	Optimal bir atık bertaraf teknolojisinin seçilmesi.	Z Sayıları TODİM	Yok
127	Das vd.	2021	İsveç	Farklı ülkelerde uygulanan tıbbi katı atık yönetimi stratejilerini incelenerek karşılaşılan zorluklara ilişkin çözüm önerileri.	Literatür Taraması	Yok
128	Ding vd.	2021	Çin	Çin, Berlin, Tokyo ve Singapur gibi gelişmiş bölgeler arasındaki bertaraf teknolojilerinin karşılaştırılması.	Optimizasyon	Yok
129	Kenny ve Priyadarshini	2021	İrlanda	Tıbbi atık bertaraf yöntemlerinin incelenmesi.	Literatür Taraması	Yok
130	Kılıc ve Kuzu	2021	Türkiye	Tıbbi atık bertaraf teknolojilerinin yaşam döngüsü perspektifi açısından karşılaştırılması.	Yaşam Döngüsü Analizi	Yok
131	Li vd.	2021	Çin	Sürdürülebilir atık yönetimini etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve aralık değerli bulanık yöntemle analiz edilmesi.	DEMATEL	Yok
132	Pamucar vd.	2021	Bosna Hersek	Bulanık dilsel bilgiyi işlemek için D sayılarına dayalı yeni bir orijinal entegre ÇKKV modeli oluşturulması.	D Sayıları MABAC-BWM	Yok

133	Ranjbari vd.	2022	Çin	Döngüsel ekonomiye geçişe yönelik sağlık sektörü yönetimi üzerine kapsamlı bir araştırma çerçevesi oluşturulması.	Literatür Taraması	Yok
134	Thakur vd.	2021	Hindistan	Sürdürülebilir katı atık yönetimi uygulamaları.	Bulanık DELPHİ-AHP-DEMATEL	Yok
135	Wu vd.	2021	Çin	Petrol çamuru ile ilgili bertaraf teknolojilerinin seçilmesi.	Aralık Değerli Pisagor Bulanık Kümesi (Ivpfe)	VIKOR TOPSIS
136	Ezeudu vd.	2022	Nijerya	Nijerya'da tıbbi atık yönetimi uygulamaları.	Literatür Çalışması	Yok
137	Vojinović ve Stevic	2022	Sırbistan	Yerel sağlık sisteminin değerlendirilmesine ilişkin bir analiz.	IMF-SWARA-PESTEL	Yok
138	Gutierrez Lopez	2023	A.B.D.	Katı atık bertaraf yöntemleri ile ilgili genel bir çerçeve sunulması.	Literatürk taraması	Yok
139	Chang vd.	2024	Tayvan	Sürdürülebilir tıbbi atık yönetimi uygulamaları.	Bulanık DELPHI	Yok
140	Çavmak vd.	2024	Türkiye	Sağlık hizmetlerinde sürdürülebilirlik kriterlerinin değerlendirilmesi.	AHS-AHP	Yok
141	Demir ve Moslem	2024	Türkiye	En uygun bertaraf teknolojilerinin seçimi.	Bulanık CRAVIS	Yok
142	Khatri vd.	2025	Nepal	Nepal'deki 5 belediyede temizlik çalışanları arasında mesleki kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına ilişkin ergonomi uygulamaları	SPSS	Yok
143	Çıkmak vd.	2025	Türkiye	İlaç endüstrisinde lojistik hizmet sağlayıcılarının seçimi	Bulanık SWARA-MAIRCA	Yok
144	Xu vd.	2025	Güney Kore	Küresel atık bertarafında sürdürülebilir politikaların çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlarının analizi	Literatür taraması	Yok

EK-2/a: 100 YATAK ÜZERİ HASTANELER İÇİN KV'LERİN ANA KRİTERLERE AİT DİLSEL DEĞERLENDİRMELERİ

	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	KV6	KV7	KV8	KV9	KV10	KV11	KV12	KV13	KV14	KV15	KV16
C1	MDLS	MDLS	WLS	LS	MDLS	MDLS	MDLS	LS	EÖ	LS	LS	WLS	MDLS	WLS	MDLS	LS
C2	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	WLS	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	WLS	EÖ	WLS
C3	WLS	LS	MDLS	WLS	WLS	WLS	LS	MDLS	MDLS	LS	WLS	WLS	WLS	EÖ	LS	RLS
C4	MDLS	MDLS	WLS	MLS	DLS	LS	WLS	WLS	WLS	LS	MDLS	MDLS	LS	DLS	WLS	MDLS
C5	WLS	ES	ES	ES	WLS	MDLS	LS	WLS	WLS	MDLS	MDLS	LS	WLS	LS	ES	ES
C6	LS	MLS	DLS	ALS	ALS	ALS	ALS	MLS	MLS	DLS	RLS	LS	RLS	MDLS	MLS	WLS

EK-2/b: 100 YATAK ÜZERİ HASTANELER İÇİN KV'LERİN ALT KRİTERLERE AİT DİLSEL DEĞERLENDİRMELERİ

	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	KV6	KV7	KV8	KV9	KV10	KV11	KV12	KV13	KV14	KV15	KV16
C11	WLS	MDLS	WLS	MDLS	LS	EÖ	WLS	EÖ	EÖ	WLS	EÖ	WLS	MDLS	LS	MDLS	MDLS
C12	EÖ	WLS	MDLS	WLS	EÖ	LS	MDLS	LS	LS	EÖ	WLS	LS	WLS	WLS	LS	LS
C13	WLS	EÖ	EÖ	EÖ	WLS	MDLS	EÖ	MDLS	MDLS	LS	LS	MDLS	EÖ	WLS	EÖ	WLS
C14	MDLS	EÖ	LS	WLS	WLS	WLS	LS	WLS	WLS	WLS	WLS	LS	MDLS	EÖ	RLS	EÖ
C15	LS	LS	MLS	MDLS	MLS	RLS	MDLS	MDLS	ALS	MLS	LS	EÖ	MLS	MDLS	WLS	RLS
C16	MDLS	MDLS	WLS	MDLS	MDLS	WLS	DLS	DLS	WLS	WLS	MDLS	WLS	LS	RLS	WLS	MLS
C21	EÖ	ES	WLS	EÖ	EÖ	LS	EÖ	MDLS	MDLS	WLS	WLS	MDLS	MDLS	LS	ES	MDLS
C22	MDLS	MDLS	MDLS	WLS	LS	WLS	ES	LS	WLS	LS	LS	MLS	MDLS	EÖ	DLS	DLS
C23	EÖ	LS	ES	ES	MLS	ES	MDLS	WLS	EÖ	LS	MDLS	EÖ	WLS	WLS	MDLS	EÖ
C24	LS	WLS	LS	LS	WLS	MDLS	LS	EÖ	LS	EÖ	ES	WLS	ES	WLS	RLS	EÖ
C25	WLS	EÖ	WLS	WLS	MDLS	LS	MDLS	MDLS	WLS	MDLS	EÖ	LS	WLS	MDLS	EÖ	WLS
C26	MDLS	MLS	WLS	MDLS	ES	EÖ	ES	MDLS	WLS	ES	WLS	WLS	EÖ	LS	LS	WLS
C27	LS	ES	ES	LS	WLS	LS	WLS	WLS	WLS	EÖ	WLS	ES	LS	MDLS	ES	LS

C28	WLS	ES	EÖ	WLS	MDLS	MDLS	WLS	MLS	DLS	MLS	MDLS	LS	WLS	DLS	ES	MDLS
C31	WLS	WLS	RLS	EÖ	LS	WLS	ALS	LS	DLS	EÖ	MDLS	LS	WLS	MLS	MLS	DLS
C32	MDLS	EÖ	LS	RLS	LS	MDLS	WLS	EÖ	LS	WLS	WLS	MDLS	LS	EÖ	WLS	EÖ
C33	LS	EÖ	WLS	LS	MLS	WLS	DLS	MDLS	EÖ	EÖ	LS	DLS	DLS	MDLS	ES	ALS
C34	WLS	WLS	EÖ	WLS	EÖ	EÖ	EÖ	WLS	WLS	WLS	EÖ	WLS	EÖ	WLS	ES	WLS
C35	DLS	ALS	MDLS	ALS	RLS	MLS	LS	LS	MLS	ALS	MLS	ALS	MDLS	RLS	ES	LS
C36	MDLS	LS	ES	WLS	MDLS	ES	MDLS	MDLS	MDLS	MDLS	MDLS	RLS	WLS	WLS	DLS	MDLS
C37	EÖ	RLS	WLS	MDLS	WLS	LS	LS	WLS	MDLS	MDLS	ES	EÖ	MDLS	LS	EÖ	WLS
C41	MLS	MDLS	MDLS	LS	DLS	MLS	WLS	WLS	MLS	MLS	WLS	LS	MDLS	ALS	WLS	ALS
C42	ES	RLS	ALS	DLS	WLS	LS	DLS	DLS	LS	EÖ	ES	ES	LS	MDLS	LS	MLS
C43	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	WLS	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	LS	EÖ
C51	WLS	ES	WLS	EÖ	WLS	EÖ	WLS	WLS	EÖ	EÖ	EÖ	WLS	EÖ	MDLS	EÖ	LS
C52	EÖ	EÖ	MDLS	WLS	RLS	LS	LS	MDLS	MDLS	EÖ	WLS	EÖ	WLS	WLS	EÖ	EÖ
C53	WLS	ES	EÖ	MDLS	EÖ	RLS	EÖ	EÖ	MDLS	WLS	MDLS	MDLS	MDLS	EÖ	EÖ	EÖ
C54	EÖ	LS	WLS	LS	EÖ	LS	ALS	LS	MDLS	MDLS	MDLS	LS	LS	LS	MDLS	LS
C61	MDLS	EÖ	LS	EÖ	MLS	LS	LS	LS	MLS	MDLS	LS	LS	MDLS	MDLS	WLS	RLS
C62	ALS	MLS	ALS	ALS	ALS	DLS	ALS	DLS	WLS	MLS	ALS	MDLS	DLS	LS	EÖ	EÖ
C63	EÖ	ES	EÖ	WLS	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	MDLS

EK-3: 100 YATAK ÜZERİ HASTANELER İÇİN KRİTER AĞIRLIKLARININ IMF-SWARA YÖNTEMİ İLE TESPİTİ

	KV1			KV2			KV3			KV4			KV5		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
C1	0,085	0,104	0,125	0,099	0,116	0,135	0,143	0,159	0,175	0,202	0,224	0,250	0,213	0,232	0,256
C2	0,273	0,288	0,307	0,246	0,258	0,272	0,270	0,285	0,303	0,282	0,299	0,323	0,284	0,300	0,321
C3	0,066	0,083	0,102	0,132	0,150	0,169	0,107	0,123	0,140	0,156	0,179	0,205	0,128	0,149	0,172
C4	0,205	0,223	0,246	0,184	0,200	0,217	0,185	0,198	0,214	0,094	0,119	0,146	0,064	0,089	0,114
C5	0,113	0,134	0,156	0,184	0,200	0,217	0,157	0,177	0,198	0,094	0,119	0,146	0,165	0,186	0,210
C6	0,146	0,168	0,191	0,059	0,077	0,096	0,054	0,074	0,093	0,047	0,060	0,073	0,032	0,045	0,057
C11	0,209	0,227	0,247	0,072	0,086	0,101	0,161	0,182	0,206	0,199	0,217	0,237	0,196	0,217	0,241
C12	0,270	0,284	0,302	0,096	0,111	0,126	0,208	0,227	0,251	0,155	0,174	0,194	0,275	0,290	0,311
C13	0,087	0,106	0,126	0,231	0,239	0,249	0,277	0,293	0,314	0,266	0,280	0,296	0,152	0,174	0,197
C14	0,065	0,082	0,100	0,231	0,239	0,249	0,115	0,136	0,159	0,120	0,139	0,159	0,118	0,139	0,162
C15	0,149	0,170	0,192	0,124	0,139	0,155	0,069	0,091	0,114	0,090	0,108	0,127	0,053	0,072	0,092
C16	0,112	0,132	0,153	0,173	0,185	0,199	0,052	0,070	0,091	0,067	0,083	0,102	0,088	0,108	0,129
C21	0,159	0,174	0,192	0,051	0,068	0,086	0,088	0,102	0,116	0,240	0,256	0,278	0,047	0,064	0,084
C22	0,047	0,061	0,076	0,051	0,068	0,086	0,114	0,127	0,142	0,186	0,205	0,227	0,133	0,155	0,180
C23	0,088	0,105	0,122	0,147	0,164	0,184	0,088	0,102	0,116	0,100	0,119	0,141	0,060	0,080	0,103
C24	0,159	0,174	0,192	0,114	0,131	0,151	0,063	0,076	0,090	0,133	0,154	0,176	0,047	0,064	0,084
C25	0,213	0,225	0,241	0,206	0,219	0,238	0,049	0,061	0,074	0,077	0,095	0,115	0,035	0,050	0,067
C26	0,066	0,081	0,098	0,068	0,088	0,108	0,151	0,164	0,178	0,041	0,055	0,071	0,241	0,259	0,284
C27	0,114	0,131	0,149	0,114	0,131	0,151	0,151	0,164	0,178	0,055	0,071	0,089	0,187	0,207	0,232
C28	0,037	0,049	0,062	0,114	0,131	0,151	0,195	0,205	0,217	0,032	0,044	0,058	0,100	0,120	0,144
C31	0,043	0,064	0,088	0,170	0,182	0,195	0,070	0,089	0,111	0,271	0,290	0,317	0,053	0,072	0,093
C32	0,032	0,050	0,070	0,220	0,228	0,239	0,180	0,201	0,226	0,181	0,207	0,238	0,074	0,096	0,120
C33	0,191	0,216	0,246	0,220	0,228	0,239	0,054	0,071	0,091	0,100	0,124	0,151	0,032	0,048	0,067
C34	0,111	0,134	0,161	0,094	0,109	0,124	0,252	0,268	0,291	0,140	0,166	0,195	0,267	0,288	0,316
C35	0,056	0,080	0,107	0,031	0,039	0,046	0,135	0,156	0,181	0,029	0,039	0,049	0,178	0,205	0,237
C36	0,143	0,167	0,197	0,122	0,137	0,151	0,070	0,089	0,111	0,058	0,077	0,099	0,104	0,127	0,155
C37	0,267	0,288	0,317	0,063	0,078	0,093	0,104	0,125	0,148	0,075	0,096	0,121	0,138	0,164	0,194
C41	0,247	0,286	0,325	0,213	0,244	0,277	0,341	0,358	0,376	0,164	0,220	0,278	0,226	0,288	0,353
C42	0,247	0,286	0,325	0,284	0,315	0,346	0,170	0,179	0,188	0,229	0,293	0,359	0,175	0,231	0,289
C43	0,412	0,429	0,455	0,426	0,441	0,462	0,455	0,462	0,471	0,458	0,488	0,538	0,452	0,481	0,530
C51	0,224	0,235	0,246	0,265	0,267	0,269	0,258	0,274	0,291	0,338	0,350	0,364	0,255	0,272	0,291
C52	0,224	0,235	0,246	0,265	0,267	0,269	0,193	0,213	0,233	0,196	0,217	0,238	0,170	0,194	0,218
C53	0,224	0,235	0,246	0,265	0,267	0,269	0,332	0,343	0,356	0,253	0,271	0,291	0,328	0,340	0,356
C54	0,289	0,294	0,301	0,189	0,200	0,209	0,150	0,170	0,191	0,140	0,163	0,185	0,170	0,194	0,218
C61	0,341	0,358	0,376	0,368	0,375	0,385	0,330	0,353	0,374	0,449	0,455	0,462	0,290	0,333	0,376
C62	0,170	0,179	0,188	0,221	0,250	0,275	0,165	0,176	0,187	0,174	0,182	0,189	0,145	0,167	0,188
C63	0,455	0,462	0,471	0,368	0,375	0,385	0,462	0,471	0,483	0,348	0,364	0,378	0,483	0,500	0,526

	KV6			KV7			KV8			KV9			KV10		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
C1	0,088	0,107	0,128	0,117	0,137	0,159	0,151	0,172	0,195	0,270	0,285	0,304	0,040	0,061	0,084
C2	0,283	0,297	0,316	0,282	0,295	0,314	0,272	0,287	0,307	0,209	0,228	0,249	0,290	0,310	0,338
C3	0,117	0,138	0,160	0,084	0,103	0,123	0,113	0,133	0,156	0,157	0,177	0,199	0,207	0,233	0,262
C4	0,151	0,173	0,196	0,218	0,236	0,257	0,088	0,107	0,127	0,122	0,141	0,163	0,111	0,135	0,162
C5	0,212	0,231	0,253	0,156	0,177	0,199	0,211	0,230	0,251	0,057	0,075	0,095	0,156	0,180	0,209
C6	0,044	0,054	0,064	0,042	0,051	0,062	0,053	0,071	0,091	0,073	0,094	0,116	0,056	0,081	0,108
C11	0,274	0,289	0,309	0,217	0,238	0,263	0,275	0,291	0,311	0,292	0,305	0,321	0,217	0,238	0,266
C12	0,147	0,168	0,192	0,116	0,138	0,163	0,114	0,135	0,158	0,121	0,142	0,163	0,280	0,298	0,325
C13	0,205	0,224	0,247	0,280	0,298	0,322	0,206	0,226	0,249	0,219	0,236	0,257	0,056	0,076	0,098
C14	0,114	0,134	0,157	0,155	0,179	0,204	0,160	0,180	0,204	0,170	0,189	0,210	0,078	0,102	0,127
C15	0,059	0,077	0,096	0,044	0,064	0,087	0,086	0,105	0,126	0,061	0,071	0,081	0,130	0,159	0,190
C16	0,088	0,108	0,128	0,058	0,083	0,109	0,043	0,063	0,084	0,047	0,057	0,067	0,101	0,127	0,155
C21	0,070	0,088	0,108	0,097	0,116	0,135	0,182	0,201	0,225	0,182	0,201	0,226	0,108	0,120	0,133
C22	0,130	0,151	0,173	0,073	0,090	0,108	0,101	0,121	0,143	0,141	0,161	0,185	0,033	0,045	0,057
C23	0,070	0,088	0,108	0,073	0,090	0,108	0,141	0,161	0,184	0,242	0,260	0,283	0,077	0,090	0,103
C24	0,052	0,068	0,086	0,125	0,144	0,165	0,242	0,260	0,281	0,101	0,121	0,143	0,185	0,193	0,203
C25	0,037	0,051	0,067	0,042	0,056	0,071	0,075	0,094	0,114	0,023	0,037	0,052	0,139	0,150	0,162
C26	0,235	0,251	0,273	0,227	0,241	0,261	0,026	0,039	0,053	0,078	0,097	0,117	0,139	0,150	0,162
C27	0,168	0,188	0,212	0,176	0,193	0,213	0,059	0,075	0,093	0,060	0,077	0,096	0,185	0,193	0,203
C28	0,097	0,117	0,139	0,057	0,072	0,088	0,035	0,050	0,067	0,030	0,046	0,064	0,046	0,060	0,074
C31	0,067	0,090	0,117	0,020	0,031	0,042	0,138	0,159	0,183	0,055	0,080	0,106	0,225	0,233	0,242
C32	0,086	0,113	0,143	0,108	0,131	0,157	0,257	0,273	0,295	0,147	0,171	0,198	0,098	0,112	0,127
C33	0,052	0,072	0,096	0,041	0,061	0,084	0,193	0,212	0,236	0,266	0,285	0,312	0,225	0,233	0,242
C34	0,268	0,290	0,323	0,274	0,292	0,319	0,107	0,127	0,150	0,206	0,228	0,256	0,038	0,045	0,052
C35	0,115	0,145	0,179	0,195	0,219	0,247	0,076	0,095	0,116	0,025	0,041	0,060	0,049	0,056	0,063
C36	0,052	0,072	0,096	0,081	0,102	0,125	0,057	0,074	0,093	0,041	0,062	0,085	0,127	0,140	0,155
C37	0,192	0,218	0,250	0,140	0,164	0,191	0,044	0,059	0,076	0,110	0,133	0,159	0,169	0,181	0,193
C41	0,184	0,222	0,258	0,175	0,231	0,289	0,184	0,222	0,258	0,194	0,229	0,261	0,294	0,308	0,321
C42	0,307	0,333	0,362	0,226	0,288	0,353	0,307	0,333	0,362	0,416	0,429	0,446	0,294	0,308	0,321
C43	0,429	0,444	0,467	0,452	0,481	0,530	0,429	0,444	0,467	0,323	0,343	0,365	0,379	0,385	0,392
C51	0,359	0,377	0,403	0,280	0,296	0,314	0,196	0,217	0,238	0,339	0,352	0,366	0,288	0,292	0,298
C52	0,171	0,202	0,234	0,200	0,222	0,243	0,253	0,271	0,291	0,254	0,273	0,293	0,288	0,292	0,298
C53	0,240	0,269	0,302	0,361	0,370	0,384	0,338	0,350	0,364	0,191	0,211	0,234	0,223	0,234	0,244
C54	0,122	0,152	0,182	0,100	0,111	0,122	0,140	0,163	0,185	0,143	0,164	0,187	0,167	0,181	0,195
C61	0,312	0,341	0,374	0,330	0,353	0,374	0,312	0,341	0,374	0,202	0,242	0,283	0,316	0,338	0,364
C62	0,156	0,205	0,249	0,165	0,176	0,187	0,156	0,205	0,249	0,261	0,303	0,346	0,190	0,225	0,260
C63	0,436	0,455	0,483	0,462	0,471	0,483	0,436	0,455	0,483	0,435	0,455	0,484	0,422	0,436	0,455

	KV11			KV12			KV13			KV14			KV15		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
C1	0,147	0,169	0,193	0,157	0,177	0,198	0,114	0,135	0,158	0,063	0,091	0,123	0,142	0,163	0,186
C2	0,275	0,291	0,311	0,270	0,285	0,303	0,274	0,290	0,311	0,227	0,254	0,291	0,265	0,280	0,300
C3	0,114	0,135	0,158	0,087	0,106	0,126	0,088	0,108	0,129	0,293	0,317	0,355	0,189	0,210	0,233
C4	0,086	0,105	0,126	0,203	0,221	0,243	0,196	0,217	0,241	0,114	0,152	0,194	0,110	0,130	0,152
C5	0,206	0,225	0,248	0,062	0,079	0,098	0,152	0,174	0,197	0,081	0,114	0,150	0,110	0,130	0,152
C6	0,057	0,075	0,095	0,112	0,132	0,154	0,059	0,077	0,097	0,047	0,071	0,098	0,066	0,087	0,109
C11	0,269	0,283	0,301	0,207	0,224	0,243	0,204	0,223	0,245	0,203	0,227	0,255	0,210	0,230	0,255
C12	0,209	0,226	0,246	0,086	0,104	0,123	0,158	0,178	0,200	0,079	0,101	0,125	0,150	0,173	0,198
C13	0,112	0,132	0,153	0,120	0,139	0,159	0,272	0,288	0,306	0,061	0,081	0,102	0,280	0,297	0,319
C14	0,087	0,105	0,125	0,057	0,074	0,093	0,119	0,138	0,160	0,285	0,303	0,329	0,100	0,123	0,148
C15	0,062	0,079	0,097	0,267	0,280	0,297	0,051	0,069	0,089	0,102	0,126	0,153	0,060	0,079	0,099
C16	0,156	0,175	0,197	0,160	0,179	0,199	0,085	0,104	0,124	0,136	0,162	0,191	0,077	0,099	0,121
C21	0,058	0,072	0,088	0,088	0,103	0,121	0,055	0,071	0,088	0,174	0,196	0,221	0,188	0,199	0,214
C22	0,041	0,054	0,068	0,029	0,041	0,055	0,095	0,114	0,135	0,244	0,261	0,285	0,050	0,069	0,088
C23	0,096	0,112	0,131	0,211	0,222	0,238	0,074	0,091	0,111	0,135	0,157	0,181	0,101	0,116	0,133
C24	0,096	0,112	0,131	0,163	0,178	0,194	0,074	0,091	0,111	0,105	0,125	0,148	0,034	0,050	0,066
C25	0,220	0,234	0,251	0,117	0,133	0,151	0,043	0,057	0,072	0,042	0,057	0,073	0,188	0,199	0,214
C26	0,074	0,090	0,107	0,068	0,083	0,099	0,230	0,245	0,266	0,056	0,073	0,092	0,135	0,149	0,166
C27	0,128	0,145	0,164	0,163	0,178	0,194	0,164	0,184	0,206	0,079	0,097	0,118	0,135	0,149	0,166
C28	0,165	0,181	0,200	0,048	0,062	0,076	0,127	0,147	0,169	0,021	0,034	0,049	0,050	0,069	0,088
C31	0,170	0,185	0,203	0,112	0,133	0,157	0,031	0,048	0,066	0,167	0,203	0,245	0,050	0,073	0,100
C32	0,094	0,111	0,128	0,201	0,222	0,248	0,081	0,100	0,122	0,278	0,304	0,343	0,083	0,110	0,140
C33	0,121	0,138	0,157	0,037	0,057	0,079	0,040	0,060	0,081	0,065	0,090	0,120	0,213	0,229	0,257
C34	0,226	0,238	0,253	0,156	0,178	0,203	0,259	0,277	0,300	0,129	0,162	0,200	0,213	0,229	0,257
C35	0,042	0,057	0,073	0,019	0,029	0,039	0,194	0,215	0,240	0,086	0,116	0,150	0,083	0,110	0,140
C36	0,070	0,086	0,103	0,074	0,095	0,118	0,113	0,133	0,157	0,050	0,072	0,098	0,107	0,138	0,171
C37	0,170	0,185	0,203	0,269	0,286	0,309	0,146	0,167	0,192	0,036	0,054	0,076	0,083	0,110	0,140
C41	0,280	0,300	0,319	0,224	0,249	0,276	0,263	0,265	0,267	0,316	0,333	0,351	0,145	0,167	0,188
C42	0,280	0,300	0,319	0,298	0,322	0,345	0,197	0,205	0,213	0,408	0,417	0,429	0,290	0,333	0,376
C43	0,392	0,400	0,412	0,417	0,429	0,444	0,526	0,530	0,533	0,226	0,250	0,272	0,483	0,500	0,526
C51	0,334	0,345	0,358	0,196	0,217	0,238	0,338	0,350	0,364	0,256	0,275	0,296	0,263	0,265	0,267
C52	0,259	0,276	0,293	0,338	0,350	0,364	0,196	0,217	0,238	0,142	0,165	0,188	0,263	0,265	0,267
C53	0,194	0,214	0,234	0,253	0,271	0,291	0,253	0,271	0,291	0,342	0,354	0,370	0,197	0,205	0,213
C54	0,146	0,166	0,188	0,140	0,163	0,185	0,140	0,163	0,185	0,183	0,206	0,230	0,263	0,265	0,267
C61	0,330	0,353	0,374	0,224	0,249	0,276	0,321	0,346	0,376	0,310	0,329	0,350	0,294	0,308	0,321
C62	0,165	0,176	0,187	0,298	0,322	0,345	0,161	0,208	0,251	0,221	0,247	0,271	0,294	0,308	0,321
C63	0,462	0,471	0,483	0,417	0,429	0,444	0,429	0,446	0,471	0,413	0,424	0,438	0,379	0,385	0,392

	KV16			KV17			KV18			KV19			Aritmetik Ortalama			CV
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	
C1	0,105	0,129	0,156	0,096	0,111	0,126	0,084	0,103	0,123	0,084	0,119	0,158	0,126	0,147	0,170	0,148
C2	0,146	0,173	0,202	0,231	0,239	0,249	0,118	0,137	0,159	0,304	0,332	0,374	0,253	0,270	0,292	0,271
C3	0,189	0,216	0,246	0,124	0,139	0,155	0,065	0,082	0,101	0,042	0,066	0,095	0,129	0,150	0,173	0,151
C4	0,078	0,100	0,125	0,173	0,185	0,199	0,270	0,285	0,303	0,109	0,149	0,193	0,145	0,167	0,190	0,167
C5	0,283	0,302	0,329	0,231	0,239	0,249	0,203	0,221	0,242	0,217	0,249	0,290	0,161	0,181	0,205	0,182
C6	0,061	0,080	0,102	0,072	0,086	0,101	0,152	0,171	0,194	0,056	0,085	0,119	0,068	0,086	0,106	0,087
C11	0,151	0,175	0,201	0,238	0,247	0,260	0,263	0,280	0,305	0,144	0,160	0,178	0,211	0,228	0,250	0,230
C12	0,202	0,225	0,252	0,127	0,144	0,161	0,102	0,124	0,150	0,144	0,160	0,178	0,160	0,179	0,201	0,180
C13	0,117	0,140	0,165	0,085	0,103	0,121	0,136	0,160	0,187	0,247	0,258	0,272	0,179	0,197	0,218	0,198
C14	0,283	0,300	0,325	0,057	0,073	0,091	0,136	0,160	0,187	0,191	0,206	0,223	0,139	0,158	0,180	0,159
C15	0,047	0,067	0,088	0,170	0,185	0,202	0,051	0,075	0,100	0,103	0,120	0,138	0,093	0,112	0,133	0,113
C16	0,070	0,093	0,118	0,238	0,247	0,260	0,176	0,200	0,229	0,079	0,096	0,113	0,106	0,125	0,146	0,125
C21	0,033	0,048	0,065	0,127	0,171	0,224	0,144	0,165	0,190	0,044	0,063	0,083	0,112	0,130	0,151	0,131
C22	0,044	0,062	0,081	0,095	0,133	0,180	0,247	0,266	0,291	0,160	0,176	0,197	0,106	0,124	0,145	0,125
C23	0,210	0,223	0,239	0,074	0,106	0,147	0,103	0,124	0,148	0,124	0,141	0,161	0,116	0,134	0,155	0,135
C24	0,210	0,223	0,239	0,074	0,106	0,147	0,062	0,083	0,105	0,088	0,106	0,125	0,112	0,129	0,149	0,130
C25	0,087	0,104	0,121	0,055	0,082	0,118	0,048	0,066	0,086	0,213	0,227	0,246	0,101	0,116	0,133	0,116
C26	0,025	0,039	0,053	0,043	0,066	0,096	0,036	0,051	0,069	0,044	0,063	0,083	0,104	0,120	0,139	0,121
C27	0,113	0,129	0,148	0,032	0,051	0,077	0,026	0,038	0,053	0,032	0,048	0,065	0,113	0,129	0,148	0,130
C28	0,158	0,173	0,191	0,254	0,285	0,337	0,186	0,206	0,233	0,160	0,176	0,197	0,101	0,117	0,137	0,118
C31	0,109	0,147	0,188	0,045	0,063	0,085	0,109	0,123	0,137	0,259	0,274	0,294	0,114	0,134	0,156	0,135
C32	0,281	0,306	0,345	0,084	0,109	0,137	0,203	0,211	0,222	0,087	0,105	0,126	0,146	0,166	0,191	0,168
C33	0,023	0,034	0,048	0,060	0,081	0,106	0,145	0,158	0,172	0,044	0,063	0,084	0,112	0,130	0,151	0,131
C34	0,045	0,068	0,095	0,252	0,272	0,301	0,084	0,098	0,112	0,201	0,219	0,241	0,175	0,194	0,218	0,196
C35	0,058	0,085	0,117	0,108	0,136	0,167	0,063	0,076	0,090	0,022	0,032	0,042	0,082	0,102	0,123	0,102
C36	0,082	0,114	0,150	0,108	0,136	0,167	0,203	0,211	0,222	0,150	0,170	0,193	0,095	0,116	0,139	0,117
C37	0,218	0,245	0,282	0,180	0,204	0,234	0,109	0,123	0,137	0,117	0,136	0,158	0,138	0,159	0,183	0,160
C41	0,467	0,500	0,556	0,357	0,360	0,364	0,357	0,360	0,364	0,385	0,392	0,400	0,264	0,291	0,320	0,292
C42	0,140	0,200	0,265	0,357	0,360	0,364	0,357	0,360	0,364	0,288	0,304	0,320	0,277	0,305	0,334	0,305
C43	0,233	0,300	0,370	0,268	0,279	0,291	0,268	0,279	0,291	0,288	0,304	0,320	0,385	0,404	0,428	0,406
C51	0,227	0,245	0,264	0,301	0,308	0,318	0,213	0,222	0,230	0,288	0,292	0,298	0,275	0,287	0,301	0,287
C52	0,227	0,245	0,264	0,215	0,231	0,247	0,213	0,222	0,230	0,223	0,234	0,244	0,226	0,242	0,258	0,242
C53	0,317	0,327	0,340	0,215	0,231	0,247	0,275	0,278	0,282	0,288	0,292	0,298	0,268	0,281	0,295	0,281
C54	0,162	0,184	0,204	0,215	0,231	0,247	0,275	0,278	0,282	0,167	0,181	0,195	0,174	0,191	0,208	0,191
C61	0,208	0,238	0,267	0,375	0,385	0,400	0,235	0,256	0,278	0,226	0,250	0,272	0,304	0,326	0,350	0,327
C62	0,417	0,429	0,444	0,188	0,231	0,267	0,404	0,413	0,424	0,408	0,417	0,429	0,229	0,254	0,277	0,253
C63	0,313	0,333	0,356	0,375	0,385	0,400	0,313	0,331	0,347	0,316	0,333	0,351	0,407	0,420	0,437	0,421

EK-4/a: 100 YATAK ALTI HASTANELER İÇİN KV'LERİN ANA KRİTERLERE AİT DİLSEL DEĞERLENDİRMELERİ

	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	KV6	KV7	KV8	KV9	KV10	KV11	KV12	KV13	KV14	KV15	KV16
C1	WLS	WLS	WLS	MDLS	EÖ	WLS	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	MDLS	EÖ	EÖ	WLS	EÖ	LS
C2	LS	RLS	EÖ	EÖ	LS	EÖ	LS	MDLS	WLS	LS	WLS	WLS	WLS	EÖ	LS	EÖ
C3	EÖ	EÖ	RLS	LS	WLS	WLS	WLS	WLS	LS	MDLS	EÖ	MDLS	LS	LS	WLS	MDLS
C4	WLS	MDLS	ES	LS	RLS	MDLS	RLS	RLS	RLS	MLS	RLS	LS	DLS	MLS	RLS	WLS
C5	MDLS	MDLS	ES	DLS	MDLS	LS	MDLS	LS	DLS	WLS	LS	MLS	WLS	RLS	MDLS	DLS
C6	WLS	LS	MLS	WLS	ALS	DLS	ALS	MLS	MDLS	DLS	ALS	ALS	MDLS	LS	ALS	MDLS

EK-4/b: 100 YATAK ALTI HASTANELER İÇİN KV'LERİN ALT KRİTERLERE AİT DİLSEL DEĞERLENDİRMELERİ

	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	KV6	KV7	KV8	KV9	KV10	KV11	KV12	KV13	KV14	KV15	KV16
C11	WLS	MDLS	EÖ	MDLS	EÖ	WLS	EÖ	MDLS	EÖ	EÖ	WLS	LS	WLS	LS	EÖ	EÖ
C12	LS	WLS	WLS	WLS	WLS	MDLS	WLS	LS	WLS	WLS	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	WLS	MDLS
C13	EÖ	DLS	WLS	WLS	MDLS	EÖ	MDLS	EÖ	RLS	LS	LS	MDLS	WLS	WLS	MDLS	WLS
C14	LS	RLS	ES	EÖ	WLS	WLS	WLS	DLS	ES	MDLS	MDLS	WLS	ES	WLS	WLS	WLS
C15	WLS	EÖ	ES	MLS	WLS	MDLS	WLS	WLS	MLS	ALS	DLS	MLS	LS	MDLS	WLS	MLS
C16	DLS	WLS	LS	LS	LS	LS	LS	ALS	LS	RLS	RLS	WLS	RLS	LS	LS	RLS
C21	LS	DLS	WLS	RLS	MLS	RLS	MLS	WLS	DLS	MDLS	LS	MDLS	MDLS	MDLS	MLS	DLS
C22	WLS	EÖ	DLS	LS	MDLS	WLS	WLS	EÖ	MDLS	LS	EÖ	EÖ	WLS	WLS	MDLS	RLS
C23	MDLS	LS	LS	WLS	MDLS	WLS	MDLS	WLS	ES	MDLS	WLS	LS	MLS	EÖ	MDLS	WLS
C24	ES	MDLS	MDLS	MLS	LS	MDLS	LS	WLS	LS	ES	MDLS	ES	ES	ES	LS	LS
C25	MDLS	WLS	EÖ	EÖ	EÖ	WLS	EÖ	MDLS	EÖ	EÖ	MDLS	WLS	EÖ	WLS	EÖ	MDLS
C26	RLS	LS	WLS	MDLS	ES	EÖ	MDLS	LS	WLS	WLS	MLS	LS	WLS	MDLS	ES	EÖ

C27	DLS	EÖ	ES	MDLS	WLS	MDLS	WLS	DLS	MDLS	RLS	LS	RLS	MDLS	LS	WLS	LS
C28	EÖ	MLS	ES	WLS	DLS	LS	DLS	WLS	WLS	LS	ES	LS	ES	MDLS	DLS	ES
C31	EÖ	MLS	MDLS	WLS	LS	DLS	LS	WLS	WLS	EÖ	MDLS	LS	EÖ	EÖ	LS	WLS
C32	WLS	WLS	WLS	MDLS	EÖ	WLS	EÖ	EÖ	EÖ	WLS	EÖ	EÖ	MLS	WLS	EÖ	MDLS
C33	WLS	EÖ	EÖ	EÖ	RLS	RLS	RLS	MDLS	ALS	RLS	LS	WLS	DLS	WLS	RLS	MDLS
C34	ES	LS	MDLS	WLS	WLS	EÖ	WLS	LS	WLS	WLS	ES	MDLS	MDLS	LS	WLS	EÖ
C35	DLS	MDLS	ALS	RLS	LS	MDLS	LS	LS	RLS	MDLS	MDLS	ALS	LS	MLS	LS	RLS
C36	MDLS	MDLS	ES	MDLS	WLS	LS	WLS	WLS	MDLS	LS	RLS	MDLS	MLS	MDLS	WLS	WLS
C37	RLS	ES	WLS	LS	MDLS	WLS	MDLS	DLS	LS	LS	WLS	ES	WLS	MDLS	MDLS	LS
C41	RLS	MDLS	DLS	MLS	EÖ	LS	EÖ	WLS	EÖ	RLS	MDLS	ALS	ALS	RLS	EÖ	DLS
C42	ALS	WLS	LS	LS	ALS	WLS	ALS	DLS	WLS	WLS	LS	ES	LS	LS	ALS	LS
C43	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	MDLS	EÖ	MDLS	EÖ	MDLS	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	MDLS	EÖ
C51	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	MDLS	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ
C52	RLS	LS	LS	MDLS	DLS	WLS	DLS	MDLS	WLS	MDLS	LS	WLS	LS	WLS	DLS	MDLS
C53	RLS	RLS	ES	WLS	MDLS	WLS	MDLS	WLS	LS	ES	EÖ	ES	ES	ES	MDLS	ES
C54	MDLS	ES	WLS	DLS	LS	MDLS	LS	WLS	WLS	ES	ES	WLS	ES	MDLS	LS	ES
C61	MDLS	EÖ	RLS	DLS	WLS	ALS	WLS	LS	MDLS	LS	RLS	DLS	EÖ	MDLS	WLS	EÖ
C62	DLS	DLS	MDLS	LS	RLS	LS	RLS	RLS	MLS	MLS	ALS	ALS	RLS	LS	RLS	LS
C63	EÖ	LS	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	MDLS	EÖ	EÖ	MDLS

EK-5: 100 YATAK ALTI HASTANELER İÇİN KRİTER AĞIRLIKLARININ IMF-SWARA YÖNTEMİ İLE TESPİTİ

	KV1			KV2			KV3			KV4			KV5		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
C1	0,209	0,226	0,247	0,154	0,176	0,200	0,069	0,089	0,108	0,157	0,183	0,216	0,283	0,297	0,317
C2	0,149	0,170	0,191	0,077	0,098	0,120	0,224	0,233	0,247	0,293	0,316	0,348	0,157	0,178	0,201
C3	0,269	0,283	0,302	0,278	0,294	0,316	0,149	0,167	0,185	0,210	0,237	0,270	0,220	0,238	0,259
C4	0,087	0,105	0,125	0,115	0,137	0,160	0,149	0,167	0,185	0,044	0,066	0,091	0,078	0,099	0,120
C5	0,112	0,132	0,153	0,058	0,076	0,096	0,224	0,233	0,247	0,079	0,110	0,144	0,118	0,138	0,161
C6	0,067	0,084	0,102	0,198	0,220	0,245	0,089	0,111	0,132	0,061	0,088	0,118	0,039	0,049	0,060
C11	0,044	0,067	0,091	0,160	0,181	0,206	0,219	0,226	0,235	0,153	0,177	0,206	0,263	0,275	0,292
C12	0,057	0,083	0,111	0,124	0,145	0,168	0,094	0,108	0,122	0,071	0,095	0,120	0,204	0,220	0,239
C13	0,288	0,308	0,338	0,062	0,087	0,112	0,121	0,135	0,149	0,055	0,076	0,098	0,119	0,137	0,156
C14	0,160	0,185	0,215	0,041	0,062	0,084	0,219	0,226	0,235	0,286	0,305	0,332	0,158	0,176	0,195
C15	0,223	0,246	0,277	0,275	0,292	0,314	0,121	0,135	0,149	0,092	0,118	0,147	0,092	0,109	0,128
C16	0,080	0,111	0,143	0,213	0,233	0,257	0,157	0,169	0,182	0,204	0,229	0,257	0,066	0,082	0,099
C21	0,071	0,093	0,119	0,095	0,133	0,176	0,033	0,049	0,065	0,051	0,068	0,088	0,021	0,034	0,050
C22	0,133	0,160	0,192	0,266	0,295	0,341	0,043	0,061	0,080	0,132	0,154	0,179	0,167	0,185	0,208
C23	0,027	0,043	0,064	0,053	0,080	0,112	0,147	0,164	0,183	0,040	0,055	0,072	0,048	0,069	0,091
C24	0,027	0,043	0,064	0,040	0,062	0,089	0,110	0,127	0,146	0,024	0,036	0,051	0,035	0,052	0,070
C25	0,100	0,124	0,154	0,074	0,106	0,144	0,206	0,218	0,236	0,247	0,265	0,289	0,222	0,239	0,260
C26	0,171	0,200	0,235	0,190	0,221	0,264	0,086	0,102	0,120	0,099	0,120	0,143	0,167	0,185	0,208
C27	0,036	0,056	0,079	0,040	0,062	0,089	0,206	0,218	0,236	0,185	0,206	0,231	0,129	0,148	0,170
C28	0,257	0,280	0,313	0,024	0,041	0,064	0,043	0,061	0,080	0,077	0,096	0,117	0,065	0,089	0,114
C31	0,239	0,256	0,282	0,082	0,103	0,126	0,135	0,151	0,169	0,114	0,133	0,154	0,144	0,166	0,191
C32	0,185	0,205	0,231	0,183	0,200	0,220	0,181	0,195	0,211	0,189	0,208	0,230	0,260	0,277	0,301
C33	0,036	0,055	0,076	0,235	0,250	0,269	0,233	0,244	0,258	0,252	0,268	0,287	0,096	0,119	0,143
C34	0,185	0,205	0,231	0,059	0,077	0,097	0,102	0,117	0,135	0,147	0,166	0,188	0,202	0,222	0,246
C35	0,093	0,123	0,154	0,044	0,060	0,078	0,039	0,047	0,055	0,054	0,071	0,089	0,051	0,069	0,089
C36	0,046	0,068	0,092	0,137	0,155	0,176	0,135	0,151	0,169	0,041	0,055	0,072	0,040	0,055	0,073
C37	0,062	0,088	0,116	0,137	0,155	0,176	0,079	0,094	0,110	0,081	0,100	0,119	0,072	0,092	0,114
C41	0,178	0,192	0,205	0,313	0,331	0,347	0,312	0,341	0,374	0,307	0,333	0,362	0,455	0,462	0,471
C42	0,267	0,269	0,273	0,235	0,256	0,278	0,156	0,205	0,249	0,184	0,222	0,258	0,170	0,179	0,188
C43	0,533	0,538	0,545	0,404	0,413	0,424	0,436	0,455	0,483	0,429	0,444	0,467	0,341	0,358	0,376
C51	0,357	0,375	0,400	0,325	0,337	0,356	0,290	0,294	0,300	0,378	0,408	0,459	0,353	0,370	0,392
C52	0,238	0,268	0,300	0,155	0,181	0,207	0,160	0,176	0,191	0,110	0,152	0,200	0,095	0,129	0,162
C53	0,119	0,148	0,180	0,216	0,241	0,267	0,290	0,294	0,300	0,146	0,196	0,250	0,265	0,287	0,313
C54	0,179	0,208	0,240	0,216	0,241	0,267	0,225	0,235	0,246	0,189	0,245	0,306	0,189	0,215	0,243
C61	0,321	0,346	0,376	0,458	0,488	0,538	0,208	0,238	0,267	0,156	0,205	0,249	0,219	0,250	0,281
C62	0,161	0,208	0,251	0,229	0,293	0,359	0,313	0,333	0,356	0,312	0,341	0,374	0,282	0,313	0,343
C63	0,429	0,446	0,471	0,164	0,220	0,278	0,417	0,429	0,444	0,436	0,455	0,483	0,423	0,438	0,458

	KV6			KV7			KV8			KV9			KV10		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
C1	0,115	0,136	0,159	0,283	0,297	0,317	0,275	0,291	0,311	0,294	0,316	0,349	0,295	0,318	0,351
C2	0,276	0,293	0,314	0,157	0,178	0,201	0,160	0,180	0,204	0,163	0,189	0,221	0,211	0,238	0,272
C3	0,089	0,109	0,130	0,220	0,238	0,259	0,213	0,233	0,255	0,210	0,237	0,270	0,158	0,185	0,218
C4	0,207	0,227	0,251	0,078	0,099	0,120	0,076	0,097	0,118	0,054	0,081	0,111	0,037	0,059	0,085
C5	0,148	0,170	0,195	0,118	0,138	0,161	0,114	0,135	0,158	0,081	0,114	0,147	0,061	0,089	0,119
C6	0,044	0,065	0,087	0,039	0,049	0,060	0,046	0,064	0,085	0,041	0,063	0,088	0,079	0,111	0,145
C11	0,206	0,224	0,243	0,263	0,275	0,292	0,218	0,239	0,266	0,248	0,261	0,278	0,294	0,306	0,324
C12	0,155	0,173	0,194	0,204	0,220	0,239	0,156	0,179	0,206	0,192	0,208	0,227	0,228	0,245	0,265
C13	0,266	0,280	0,297	0,119	0,137	0,156	0,291	0,309	0,332	0,128	0,149	0,171	0,163	0,184	0,205
C14	0,120	0,139	0,159	0,158	0,176	0,195	0,060	0,086	0,112	0,192	0,208	0,227	0,122	0,143	0,164
C15	0,064	0,081	0,099	0,092	0,109	0,128	0,121	0,144	0,168	0,077	0,099	0,122	0,061	0,071	0,082
C16	0,086	0,104	0,123	0,066	0,082	0,099	0,030	0,043	0,056	0,055	0,074	0,094	0,041	0,051	0,062
C21	0,039	0,053	0,070	0,018	0,031	0,047	0,033	0,050	0,069	0,028	0,042	0,058	0,090	0,108	0,129
C22	0,101	0,121	0,143	0,145	0,167	0,194	0,244	0,263	0,289	0,171	0,189	0,210	0,161	0,180	0,202
C23	0,078	0,097	0,117	0,042	0,062	0,085	0,189	0,210	0,237	0,077	0,094	0,113	0,120	0,140	0,161
C24	0,058	0,075	0,094	0,030	0,047	0,066	0,147	0,168	0,194	0,055	0,070	0,087	0,120	0,140	0,161
C25	0,030	0,043	0,057	0,249	0,270	0,297	0,110	0,130	0,155	0,228	0,243	0,263	0,225	0,240	0,260
C26	0,242	0,260	0,282	0,187	0,209	0,237	0,024	0,038	0,054	0,132	0,151	0,172	0,050	0,065	0,082
C27	0,182	0,201	0,225	0,112	0,134	0,159	0,055	0,078	0,103	0,099	0,117	0,138	0,033	0,046	0,061
C28	0,130	0,151	0,175	0,056	0,080	0,106	0,043	0,063	0,084	0,077	0,094	0,113	0,065	0,081	0,100
C31	0,028	0,044	0,061	0,144	0,166	0,191	0,085	0,105	0,127	0,175	0,194	0,213	0,261	0,279	0,304
C32	0,083	0,102	0,122	0,260	0,277	0,301	0,263	0,281	0,306	0,291	0,303	0,318	0,145	0,167	0,193
C33	0,055	0,073	0,092	0,096	0,119	0,143	0,141	0,163	0,190	0,088	0,097	0,107	0,096	0,119	0,145
C34	0,257	0,273	0,295	0,202	0,222	0,246	0,188	0,211	0,238	0,226	0,242	0,260	0,075	0,096	0,118
C35	0,193	0,212	0,236	0,051	0,069	0,089	0,030	0,047	0,066	0,042	0,052	0,062	0,056	0,074	0,095
C36	0,107	0,127	0,150	0,040	0,055	0,073	0,109	0,131	0,155	0,031	0,040	0,050	0,040	0,056	0,073
C37	0,149	0,170	0,193	0,072	0,092	0,114	0,042	0,063	0,085	0,063	0,073	0,083	0,187	0,209	0,236
C41	0,296	0,319	0,342	0,455	0,462	0,471	0,175	0,231	0,289	0,407	0,417	0,429	0,282	0,313	0,343
C42	0,230	0,255	0,280	0,170	0,179	0,188	0,226	0,288	0,353	0,237	0,259	0,281	0,219	0,250	0,281
C43	0,415	0,426	0,441	0,341	0,358	0,376	0,452	0,481	0,530	0,306	0,324	0,343	0,423	0,438	0,458
C51	0,331	0,341	0,354	0,353	0,370	0,392	0,334	0,346	0,359	0,341	0,353	0,371	0,294	0,301	0,308
C52	0,199	0,218	0,237	0,095	0,129	0,162	0,251	0,268	0,288	0,147	0,170	0,192	0,221	0,233	0,246
C53	0,256	0,272	0,289	0,265	0,287	0,313	0,194	0,214	0,235	0,244	0,265	0,287	0,221	0,233	0,246
C54	0,149	0,169	0,189	0,189	0,215	0,243	0,151	0,172	0,192	0,189	0,212	0,235	0,221	0,233	0,246
C61	0,265	0,267	0,269	0,219	0,250	0,281	0,204	0,238	0,271	0,197	0,237	0,279	0,189	0,231	0,273
C62	0,189	0,200	0,209	0,282	0,313	0,343	0,286	0,317	0,350	0,263	0,305	0,348	0,265	0,308	0,352
C63	0,530	0,533	0,538	0,423	0,438	0,458	0,429	0,444	0,467	0,438	0,458	0,488	0,441	0,462	0,493

	KV11			KV12			KV13			KV14			KV15		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
C1	0,225	0,245	0,269	0,311	0,323	0,339	0,280	0,297	0,321	0,159	0,183	0,210	0,283	0,297	0,317
C2	0,117	0,140	0,165	0,241	0,259	0,278	0,217	0,238	0,263	0,287	0,305	0,331	0,157	0,178	0,201
C3	0,301	0,317	0,337	0,181	0,201	0,222	0,155	0,178	0,204	0,205	0,229	0,257	0,220	0,238	0,259
C4	0,150	0,175	0,202	0,039	0,050	0,062	0,058	0,083	0,109	0,063	0,087	0,113	0,078	0,099	0,120
C5	0,042	0,053	0,064	0,054	0,067	0,079	0,045	0,066	0,089	0,106	0,131	0,158	0,118	0,138	0,161
C6	0,058	0,070	0,083	0,090	0,100	0,111	0,116	0,138	0,163	0,045	0,065	0,087	0,039	0,049	0,060
C11	0,214	0,234	0,257	0,198	0,220	0,244	0,191	0,205	0,222	0,150	0,171	0,192	0,263	0,275	0,292
C12	0,277	0,293	0,314	0,277	0,293	0,314	0,246	0,256	0,271	0,271	0,284	0,303	0,204	0,220	0,239
C13	0,115	0,136	0,159	0,148	0,170	0,195	0,148	0,164	0,181	0,210	0,228	0,248	0,119	0,137	0,156
C14	0,161	0,181	0,205	0,115	0,136	0,160	0,148	0,164	0,181	0,087	0,106	0,126	0,158	0,176	0,195
C15	0,038	0,058	0,080	0,053	0,073	0,093	0,106	0,123	0,141	0,112	0,132	0,154	0,092	0,109	0,128
C16	0,077	0,097	0,119	0,089	0,109	0,131	0,070	0,088	0,105	0,062	0,079	0,098	0,066	0,082	0,099
C21	0,044	0,063	0,084	0,092	0,109	0,129	0,053	0,070	0,089	0,150	0,162	0,177	0,021	0,034	0,050
C22	0,247	0,269	0,300	0,222	0,235	0,254	0,071	0,090	0,111	0,116	0,130	0,145	0,167	0,185	0,208
C23	0,062	0,084	0,109	0,123	0,141	0,161	0,092	0,113	0,136	0,200	0,209	0,221	0,048	0,069	0,091
C24	0,033	0,049	0,067	0,123	0,141	0,161	0,092	0,113	0,136	0,200	0,209	0,221	0,035	0,052	0,070
C25	0,185	0,209	0,240	0,172	0,188	0,208	0,204	0,219	0,237	0,090	0,104	0,118	0,222	0,239	0,260
C26	0,111	0,139	0,172	0,031	0,044	0,058	0,041	0,056	0,073	0,036	0,047	0,059	0,167	0,185	0,208
C27	0,079	0,104	0,133	0,044	0,059	0,075	0,153	0,169	0,190	0,064	0,078	0,092	0,129	0,148	0,170
C28	0,062	0,084	0,109	0,066	0,082	0,100	0,153	0,169	0,190	0,048	0,060	0,073	0,065	0,089	0,114
C31	0,176	0,193	0,213	0,172	0,189	0,206	0,296	0,329	0,379	0,253	0,268	0,288	0,144	0,166	0,191
C32	0,235	0,249	0,266	0,241	0,251	0,266	0,178	0,220	0,271	0,109	0,129	0,150	0,260	0,277	0,301
C33	0,126	0,145	0,165	0,133	0,151	0,169	0,067	0,102	0,145	0,196	0,214	0,236	0,096	0,119	0,143
C34	0,126	0,145	0,165	0,100	0,117	0,135	0,133	0,170	0,217	0,140	0,161	0,183	0,202	0,222	0,246
C35	0,073	0,090	0,108	0,050	0,058	0,067	0,048	0,077	0,112	0,037	0,052	0,068	0,051	0,069	0,089
C36	0,049	0,064	0,081	0,038	0,045	0,054	0,022	0,041	0,065	0,061	0,077	0,096	0,040	0,055	0,073
C37	0,098	0,116	0,135	0,172	0,189	0,206	0,037	0,061	0,092	0,081	0,100	0,120	0,072	0,092	0,114
C41	0,224	0,249	0,276	0,250	0,250	0,250	0,265	0,267	0,269	0,202	0,234	0,265	0,455	0,462	0,471
C42	0,298	0,322	0,345	0,250	0,250	0,250	0,189	0,200	0,209	0,303	0,328	0,354	0,170	0,179	0,188
C43	0,417	0,429	0,444	0,500	0,500	0,500	0,530	0,533	0,538	0,424	0,438	0,457	0,341	0,358	0,376
C51	0,247	0,264	0,284	0,287	0,291	0,296	0,301	0,308	0,318	0,288	0,292	0,298	0,353	0,370	0,392
C52	0,176	0,198	0,220	0,222	0,233	0,242	0,215	0,231	0,247	0,223	0,234	0,244	0,095	0,129	0,162
C53	0,329	0,340	0,354	0,287	0,291	0,296	0,215	0,231	0,247	0,288	0,292	0,298	0,265	0,287	0,313
C54	0,176	0,198	0,220	0,172	0,186	0,198	0,215	0,231	0,247	0,167	0,181	0,195	0,189	0,215	0,243
C61	0,314	0,345	0,375	0,136	0,167	0,190	0,417	0,429	0,444	0,224	0,249	0,276	0,219	0,250	0,281
C62	0,157	0,172	0,188	0,273	0,278	0,286	0,208	0,238	0,267	0,298	0,322	0,345	0,282	0,313	0,343
C63	0,471	0,483	0,500	0,545	0,556	0,571	0,313	0,333	0,356	0,417	0,429	0,444	0,423	0,438	0,458

	KV16			Aritmetik Ortalama			CV
	l	m	u	l	m	u	
C1	0,209	0,237	0,270	0,225	0,245	0,269	0,246
C2	0,293	0,316	0,348	0,199	0,219	0,244	0,221
C3	0,157	0,184	0,216	0,202	0,223	0,247	0,224
C4	0,046	0,068	0,094	0,085	0,106	0,129	0,107
C5	0,079	0,110	0,144	0,097	0,119	0,142	0,119
C6	0,059	0,085	0,115	0,070	0,088	0,109	0,089
C11	0,273	0,289	0,309	0,210	0,227	0,247	0,228
C12	0,205	0,224	0,247	0,185	0,203	0,224	0,204
C13	0,159	0,179	0,202	0,157	0,176	0,197	0,177
C14	0,123	0,143	0,166	0,144	0,163	0,185	0,164
C15	0,074	0,096	0,118	0,106	0,125	0,145	0,125
C16	0,049	0,068	0,089	0,088	0,106	0,126	0,107
C21	0,035	0,052	0,072	0,055	0,072	0,092	0,073
C22	0,023	0,037	0,054	0,150	0,170	0,194	0,172
C23	0,097	0,116	0,139	0,090	0,109	0,131	0,110
C24	0,069	0,087	0,107	0,075	0,092	0,112	0,093
C25	0,175	0,194	0,219	0,171	0,189	0,212	0,191
C26	0,233	0,250	0,273	0,123	0,142	0,165	0,143
C27	0,125	0,146	0,169	0,104	0,123	0,145	0,124
C28	0,097	0,116	0,139	0,083	0,102	0,124	0,103
C31	0,148	0,168	0,191	0,162	0,182	0,205	0,183
C32	0,191	0,210	0,233	0,203	0,222	0,245	0,223
C33	0,079	0,098	0,118	0,127	0,146	0,168	0,147
C34	0,255	0,271	0,292	0,162	0,182	0,206	0,183
C35	0,053	0,070	0,089	0,060	0,077	0,097	0,078
C36	0,041	0,056	0,073	0,061	0,077	0,095	0,078
C37	0,106	0,126	0,148	0,094	0,114	0,135	0,114
C41	0,229	0,293	0,359	0,300	0,322	0,345	0,323
C42	0,164	0,220	0,278	0,217	0,241	0,266	0,241
C43	0,458	0,488	0,538	0,422	0,436	0,456	0,438
C51	0,294	0,301	0,308	0,320	0,332	0,349	0,334
C52	0,221	0,233	0,246	0,176	0,199	0,222	0,199
C53	0,221	0,233	0,246	0,239	0,257	0,277	0,258
C54	0,221	0,233	0,246	0,190	0,212	0,235	0,212
C61	0,413	0,424	0,438	0,260	0,288	0,318	0,289
C62	0,221	0,247	0,271	0,251	0,281	0,312	0,281
C63	0,310	0,329	0,350	0,413	0,4	0,454	0,432

Tarih:11/10/2023 16:53
Sayı: E-65836846-044-300450
REKTÖRLÜK
300450

İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ

T.C.
İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ

Sayı : E-65836846-044-300450 11.10.2023
Konu : Etik Onayı

Sayın Elit DÖRTKARDEŞ

İlgi : 25.09.2023 tarihli dilekçeniz.

İlgi yazınız ile "Sağlık Kuruluşlarında Sürdürülebilir Atık Yönetimi Bulanık Mantık Tabanlı Çok Kriterli Karar Verme Modeli Önerisi" isimli çalışmanın anket sorularına Etik Kurul onayı talep edilmektedir.

Adı geçen ve ekte yer alan anket soruları, Üniversitemiz Etik Kurulunca incelenerek etik tanım, değer ve ilkelere aykırı bir düzenleme tespit edilmediği, önerilen anket sorularının etik kurallara uygun olduğu ve etik onayının verildiği ifade edilmiştir.

Konuya ilişkin bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. Muammer KALYON
Rektör Yardımcısı V.

Ek: Etik Onaylı Anket Soruları

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu:
D1519DD5-C2C2-4B50-B7ED-C621BB92C710
Belge Doğrulama Adresi:
https://www.turkiye.gov.tr/istanbul-ticaret-universitesi-ebys
Adres: Örnektepe Mah. İmrahor Cad. No: 88/2 Beyoğlu/İstanbul
Telefon No: 444 04 13 / 4583 Faks No: 0212 320 70 11
E-Posta: boz@ticaret.edu.tr İnternet Adresi: www.ticaret.edu.tr
KEP Adresi: ticaretuniversitesi@hs02.kep.tr
Ayrıntılı Bilgi İçin: Bahadır ÖZ
Büro Personeli
Telefon No:

BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM FORMU

Değerli Katılımcı,

Bu çalışma, Prof. Dr. Ali Görener danışmanlığında İstanbul Ticaret Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Doktora programı öğrencisi, **Elit Dörtkardeş** tarafından yürütülen **"Sağlık Kuruluşlarında Sürdürülebilir Atık Yönetimi Bulanık Mantık Tabanlı Çok Kriterli Karar Verme Modeli Önerisi"** isimli bir tez ve makale çalışmasıdır.

Araştırmaya katılımınız tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Araştırma sırasında sizden kimlik belirleyici bilgiler istenmeyecektir. Sizlere çeşitli alternatif tesis yerleri sunularak, anket formunda belirtilen kriterler kapsamında değerlendirmeniz istenecektir. Bu çalışma 25 yaş ve üzeri katılımcılarla sınırlandırılmıştır.

Cevaplarınız gizli tutulacak ve sadece araştırmacı tarafından bilimsel çalışmalarda kullanılacaktır. Bu anlamda, araştırma sonuçlarından sağlıklı bilgiler edinilebilmesi için soruların samimi bir şekilde doldurulması ve soruların boş bırakılmaması oldukça önemlidir. Bu çalışma genel olarak kişisel rahatsızlık teşkil edecek soruları içermemektedir. Ancak araştırma sırasında herhangi bir nedenden dolayı rahatsızlık hissederseniz, katılımınızı sonlandırabilirsiniz. Çalışma sırasında sizden istenilen, çalışmada yer alan maddeleri ve/veya soruları boş bırakmamaya özen göstererek samimi bir şekilde doldurmanızdır. Çalışmaya katılım yaklaşık 10 dakika sürecektir. Çalışma hakkında daha fazla bilgi almak için **Elit Dörtkardeş'e** ulaşabilirsiniz. Katılımınız için şimdiden teşekkür ederiz.

Bu çalışmaya tamamen gönüllü olarak katılıyorum ve istediğim zaman katılımımı sonlandırabileceğimi biliyorum. Verdiğim bilgilerin bilimsel amaçlı kullanımını kabul ediyorum.
Evet ( ) Hayır ( )

Araştırmacının Adı Soyadı

Elit Dörtkardeş

İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ
ETİK KURUL ONAYI ALMIŞTIR
Kurul Tarihi: 04.10.2023
Kurul Karar No: 10-20

DEMOGRAFİK BİLGİ FORMU

1-Yaşınız:
18-24 ( ) 25-34 ( ) 35-44 ( ) 45-54 ( ) 55-64 ( ) 65 ve üstü ( )

2- Eğitim Durumunuz:
( ) İlköğretim
( ) Lise
( ) Ön lisans
( ) Lisans
( ) Yüksek Lisans
( ) Doktora

3- Mesleğiniz:

4- Uzmanlık alanınız:

5- İş hayatı tecrübeniz: …… yıl

6- Çalıştığınız iş yerindeki mevcut pozisyonunuz:

7- Şu anki pozisyonunuzdaki tecrübeniz: …… yıl

İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ
ETİK KURUL ONAYI ALMIŞTIR
Kurul Tarihi: 04.10.2023
Kurul Karar No: 10-20

Atık Bertarafında Sürdürülebilirlik Kriterleri Değerlendirme Anketi

ANA KRİTERLER						
İlk aşama	**C1**	**C2**	**C3**	**C4**	**C5**	**C6**
	Ekonomik	**Çevresel**	**Teknik**	**Ergonomik**	**Emisyon**	**Sosyal**
Kriter açıklamaları	Ekonomik kriterler sermaye, işletme, ton başı bertaraf maliyetleri ile sistemin bakım ve altyapı gereksinlerini kapsamaktadır.	Çevresel kriterleri atık bertaraf yönteminin çevreye olan etkisi ve etkinliği ile ilgilidir. Enerji tüketimi, su tüketimi, tehlikelli malzeme kullanımı gibi unsurları içermektedir.	Bertaraf yönetiminin uygulama karmaşıklığı, kalifiye insan ihtyacı, otomasyon seviyesi, güvenilirli, farklı atık tiplerine uygulanabilirliği gibi unsurları içermektedir.	Ergonomik unsurlar sistemi kullananlar ve çevre için olan gürültü, koku ve is sağlığı risklerini içermektedir.	Emisyon boyutu bertaraf yönetiminin toksisite etkileri ile ilgilidir.	Sosyal boyut yönetim çevre tarafından kabul edilebilirliği, istihdam oluşturma etkisi ve çevre politikası ile uyumluluğu ile ilgilidir.
Uygun seçeneği yazınız (1- En önemli, 7- En az önemli)						
İkinci aşama Yukarıda yaptığınız tercihler kapsamında önem sırasına göre dizilen kriterleri dikkate alınız.						
Her bir kriteri **solunda yer alan (kendisinden önceki) kriterle** aşağıdaki ölçek kapsamında karşılaştırınız.	En önemli kriter olduğu için seçim yapmaya gerek yoktur.					

Ekonomik Kriterler						
İlk aşama Sizce tıbbi atık bertarafında **hangi**	**C11** **Sermaye Maliyeti**	**C12** **İşletme Maliyeti**	**C13** **Ton Başına Maliyet**	**C14** **Nakliye-Bakım Maliyeti**	**C15** **Alan Gereksinimi**	**C16** **Altyapı Gereksinimi**
Kriter açıklamaları	Bertaraf yönteminin kullanımına ilişkin parasal değer (Bertaraf teknolojisinin toplam yatırım maliyeti, demirbaş ekipmanlar, kurulum ve altyapı gereksinimleri açısından parasal değeri).	Bertaraf teknolojisinin amortisman giderleri, malzeme giderleri, işçilik giderlerinin parasal değeri.	Bertaraf teknolojisinin üretilen atık ton başına toplam yıllık maliyetidir. (Yerinde depolamadan nihai bertarafa kadar tüm maliyet ve gelirlerin parasal değeri.)	Yöntemin uygulanması için gerekli alan (metrekare bazında).	Atıkların aktarma merkezine taşınması, stok alanlarına veya bertaraf merkezlerine taşınması ve ekipmanların bakımına ilişkin parasal değer.	Bertaraf teknolojisi için gereli olan elektrik tesisatı, sus tesisatı, çöp konteryneri ve/veya geçici depolama tesisi için duyulan gereksinim.
Uygun seçeneği yazınız (1- En önemli, 7- En az önemli)						
İkinci aşama Yukarıda yaptığınız tercihler kapsamında **önem sırasına göre dizilen** ekonomik kriterleri dikkate alınız.						
Her bir kriteri **solunda yer alan (kendisinden önceki) kriterle** aşağıdaki ölçek kapsamında karşılaştırınız.	En önemli kriter olduğu için seçim yapmaya gerek yoktur.					

Çevresel Kriterler								
İlk aşama	**C21**	**C22**	**C23**	**C24**	**C25**	**C26**	**C27**	**C28**
Sizce tıbbi atık bertarafında **hangi çevresel kriter** daha önemlidir?	**Enerji Geri Kazanımı**	**Atık Artıkları**	**Enerji Tüketimi**	**Su Tüketimi**	**Mikrobiyal İnaktivasyon Miktarı**	**Kaynak Kurtarma Yeteneği**	**Tehlikeli Malzeme Kullanımı**	**Bertaraf Etkinliği**
Kriter açıklamaları	Ton başına kazanılabilen enerji ya da kaynak miktarını ve ısı kullanımı yoluyla enerji geri kazanımının verimliliğini ifade eder.	Bertaraf işleminden sonra kalan atık miktarının ton cinsinden ifadesidir.	Kg atık başına tüketilen enerji miktarı	Kg atık başına tüketilen su miktarı	Tıbbi atıkların sterilize edilmesi amacıyla hastalık yapıcı mikroorganizmaları (bakteri, virüs, parazit vb. hastalık yapıcı ajanlar) azaltma miktarını ifade etmektedir.	Bertaraf teknolojisinin, atık miktarını azaltmak ve değerli ürün yaratmak amacıyla atıkları girdi olarak kullanma miktarıdır. (Geri dönüşüm, fiziksel ve kimyasal işleme, yakma, piroliz vb. teknolojiler)	Atık bertarafı sırasında kullanılan tehlikeli malzeme kullanım oranı	Bertaraf teknolojisinin; atık azaltma, geri dönüşüm ve yeniden kullanım potansiyelidir.
Uygun seçeneği yazınız (1- En önemli, 7- En az önemli)								
İkinci aşama Yukarıda yaptığınız tercihler kapsamında **önem sırasına göre dizilen** çevresel kriterleri dikkate alınız.								
Her bir kriteri **solunda yer alan (kendisinden önceki) kriterle** aşağıdaki ölçek kapsamında karşılaştırınız.	En önemli kriter olduğu için seçim yapmaya gerek yoktur.							

İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ
ETİK KURUL ONAYI ALMIŞTIR
Kurul Tarihi: 04.10.2023
Kurul Karar No: 10-20

Teknik Kriterler							
İlk aşama	**C31**	**C32**	**C33**	**C34**	**C35**	**C36**	**C37**
Sizce tıbbi atık bertarafında **hangi teknik kriter** daha önemlidir?	**Teknik Güvenilirlik**	**Hacim Azaltma**	**Otomasyon Seviyesi**	**Bertaraf Sistem Kapasitesi**	**Kalifiye İnsan Kaynağı Gereksinimi**	**Bertaraf Süresi**	**Bertaraf Edilen Atık Çeşidi**
Kriter açıklamaları	Bertaraf teknolojisinin teknik olarak güvenlir olma durumunu ifade etmektedir. (Yöntemin kullanım sıklığı, daha önce kullanılıp kullanılmadığı bilgisi)	Atıkı Bertaraf Teknolojisinin atık kütlesini azaltabilme oranı (ton başına).	istemin otomasyon seviyesi ve karmaşıklığı. Bertaraf sisteminin kontaminasyonu azaltmak için insanlar ve tıbbi atıklar arasındaki doğrudan teması azaltacak şekildetasarlanması.	Birim zamanda işlenen atık miktarı (ton) (kg/saat)	Atık bertaraf tesisleri için yaklaşık kalifiye personel sayısıdır.	Ton başına bertaraf süresi	Bertaraf teknolojisinin kaç atık türünde etkili olduğu (katı atık - sıvı atık)
Uygun seçeneği yazınız (1- En önemli, 7- En az önemli)							
İkinci aşama Yukarıda yaptığınız tercihler kapsamında **önem sırasına göre dizilen** teknik kriterleri dikkate alınız.							
Her bir kriteri **solunda yer alan (kendisinden önceki) kriterle** aşağıdaki ölçek kapsamında karşılaştırınız.	En önemli kriter olduğu için seçim yapmaya gerek yoktur.						

Ergonomik Kriterler			
İlk aşama	**C41**	**C42**	**C43**
	Gürültü	**Koku**	**Çalışan Riskleri**
Kriter açıklamaları	Bertaraf işlemi sırasında tesis içi gürültü ölçümü (Lgag cinsinden ölçülür.)	Standart koşullardaki 1 m3 gaz içinde bulunan koku birimi (KB/m3)	Çalışanların riske maruz kalması: Bulaşıcı atıkların işlenmesi sırasında çalışanların karşılaştığı riskin kritiklik derecesi
Uygun seçeneği yazınız (1- En önemli, 7- En az önemli)			
İkinci aşama Yukarıda yaptığınız tercihler kapsamında **önem sırasına göre dizilen ergonomik** kriterleri dikkate alınız.			
Her bir kriteri **solunda yer alan (kendisinden önceki) kriterle** aşağıdaki ölçek kapsamında karşılaştırınız.	En önemli kriter olduğu için seçim yapmaya gerek yoktur.		

Emisyon Kriterleri				
İlk aşama	**C51**	**C52**	**C53**	**C54**
	İnsan Toksisitesi	**Su Ekotoksisitesi**	**Karasal Ekotoksisite**	**Hava Toksisitesi**
Kriter açıklamaları	İnsan toksisitesi, toksik maddelerin, örneğin dioksinler ve toksik ağır metallerin insan sağlığı üzerindeki etkilerdir. Cıva (Hg), Kurşun (Pb) oranının ölçülmesi ile tespit edilmektedir.	Yer altı sularına salınan tehlikeli atık miktarıdır. Su tokisitesine yol açan kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), cıva (Hg), krom (Cr) oranlarına bakılarak tespit edilmektedir.	Katı atıkların uygun olmayan şekilde arıtılması, önemli miktarda kimyasal ve ilaç içermesi nedeniyle karasal ekotoksisiteye neden olmaktadır.	Bertaraf uygulaması sırasında oluşan baca gazları ve Ozon (O3), Kükürt dioksit (SO2), Nitrojen dioksit (NOx) gibi diğer hava kirletici oranlarına bakılarak tespit edilmektedir.
Uygun seçeneği yazınız (1- En önemli, 7- En az önemli)				
İkinci aşama Yukarıda yaptığınız tercihler kapsamında **önem sırasına göre dizilen** emisyon kriterlerini dikkate alınız.				
Her bir kriteri **solunda yer alan (kendisinden önceki) kriterle** aşağıdaki ölçek kapsamında karşılaştırınız.	En önemli kriter olduğu için seçim yapmaya gerek yoktur.			

İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ
ETİK KURUL ONAYI ALMIŞTIR
Kurul Tarihi: 04.10.2023
Kurul Karar No: 10-20

Sosyal Kriterler			
İlk aşama	**C61**	**C62**	**C63**
Sizce tıbbi atık bertarafında **hangi**	**Halk Tarafından Kabul Edilebilirlik**	**İstihdam Yaratma**	**Çevre Politikasına Uyum**
Kriter açıklamaları	Bertaraf teknolojisinin çevre ve insan sağlığına yönetlik uygulamalarının sosyal çevre tarafından kabul edilmesi ile ilgili niteliksel bir kriterdir. Sürdürülebilir atık yönetiminde halkın kabulü önemli bir kriterdir.	Bertaraf sisteminde çalışan personel sayısı.	Çok taraflı çevre anlaşmalarına uyum, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) politikalarıyla tutarlılık, atık bertarafı uygulamalarının mevcut Kanun ve Yönetmelikler çerçevesinde değerlendirilmesi.
Uygun seçeneği yazınız (1- En önemli, 7- En az önemli)			
İkinci aşama Yukarıda yaptığınız tercihler kapsamında **önem sırasına göre dizilen** sosyal kriterleri dikkate alınız.			
Her bir kriteri solunda **yer alan (kendisinden önceki) kriterle** aşağıdaki ölçek kapsamında karşılaştırınız.	En önemli kriter olduğu için seçim yapmaya gerek yoktur.		

		EN ÖNEMLİ			
0	Eşit derecede önemli	**ES**	0,000	0,000	0,000
1	Zayıf derecede daha az	**WLS**	0,222	0,250	0,290
2	Orta derecede daha az	**MDLS**	0,250	0,290	0,333
3	Daha az önemli	**LS**	0,290	0,333	0,400
4	Gerçekten daha az önemli	**RLS**	0,333	0,400	0,500
5	Çok daha az önemli	**MLS**	0,400	0,500	0,667
6	Ağırlıklı olarak daha az	**DLS**	0,500	0,667	1,000
7	Kesin olarak daha az	**ALS**	1,000	1,000	1,000
		Dilsel İfade	**Üçgensel Bulanık Sayı Değeri**		

İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ
ETİK KURUL ONAYI ALMIŞTIR
Kurul Tarihi: 04.10.2023
Kurul Karar No: 10-20