



İSTANBUL TİCARET
ÜNİVERSİTESİ

T.C.

İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
SANAYİ POLİTİKALARI VE TEKNOLOJİ YÖNETİMİ
ANABİLİM DALI
SANAYİ POLİTİKALARI VE TEKNOLOJİ YÖNETİMİ
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

PERAKENDE SEKTÖRÜNDE DİJİTAL
OLGUNLUK SEVİYESİ KRİTERLERİNİN AHP
ANALİZİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Yüksek Lisans Tezi

Çağla EREN

100017786

İstanbul, 2022



T.C.

**İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
SANAYİ POLİTİKALARI VE TEKNOLOJİ YÖNETİMİ
ANABİLİM DALI
SANAYİ POLİTİKALARI VE TEKNOLOJİ YÖNETİMİ
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**PERAKENDE SEKTÖRÜNDE DİJİTAL
OLGUNLUK SEVİYESİ KRİTERLERİNİN AHP
ANALİZİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Çağla EREN

100017786

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Sabri ÖZ

İstanbul, 2022

Hazırlamış olduğum tez özgün bir çalışma olup YÖK ve İstanbul Ticaret Üniversitesi lisansüstü yönetmeliklerine uygun olarak hazırlanmıştır. Ayrıca, bu çalışmayı yaparken bilimsel etik kurallarına tamamiyle 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.

Çağla EREN

ÖZET

Dördüncü sanayi devriminin başlamasıyla birlikte Endüstri 4.0 kavramı ve bu kavramın beraberinde getirdiği bileşenler hayatımıza girmiştir. Endüstri 4.0 ile birlikte dijital dönüşüm süreci hız kazanmıştır. Dijital dönüşümün sağlıklı bir şekilde yürütülebilmesi ve belirlenen hedeflere zamanında ulaşılabilmesi için önceliklendirme ve yol haritası oluşturularak sürecin planlanması şarttır. Başarılı bir dijital dönüşüm stratejisi oluşturmak için bir işletmenin mevcut dijital olgunluk seviyesini bilmesi ve uygun bir eylem planı oluşturması önemlidir.

Bu tez kapsamında dijital dönüşümün ne olduğu, dünya da daha önce yaşanan dönüşüm hareketleri ve sanayi devrimlerinden bahsedilmiştir. Aynı zamanda işletmelerin dijitalleşme yarışında dijital olgunluk seviyeleri ölçebilmeleri ve bu bağlamda yol haritalarını belirleyebilmeleri için literatürde kabul görmüş olgunluk modelleri incelenmiştir. Bu modelleri ölçmek için kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan AHP modeline ilişkin aksiyomlardan, prensiplerinden ve hesaplama aşamalarından bahsedilmiştir.

Literatür çalışmasının akabinde Türkiye’de perakende sektöründe öncü olan firmada çalışan, alanında 15 yıldan fazla tecrübeye sahip üç yönetici ile birlikte tüm perakende sektörünü kapsayacak şekilde dijital olgunluk ölçümü için ana kriterler ve alt kriterler belirlenmiştir. Belirlenen kriterler doğrultusunda, bahsedilen üç yöneticiyle birlikte alanında tecrübeli dört uzman olmak üzere toplam yedi çalışan ile Saaty’in 1-9 önem dereceli ölçeği kullanılarak karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Bu karşılaştırma matrisleri neticesinde yedi uzman görüşünün önem puanlarının geometrik ortalamaları alınarak ana matris oluşturulmuş ve AHP yönteminin tüm aşamaları uygulanarak hem ana kriterler hem de alt kriterle için önem dereceleri hesaplanmıştır. Bu önem derecelerine göre sıralama işlemi yapılmış ve dijital olgunluk düzeyini belirlemede hangi kriterlerin daha büyük öneme sahip olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızda ana kriterlerden dijital strateji kriteri %49 ile en önemli ana kriter iken, tüm alt kriterlerin global ağırlıklarına bakıldığında finansal fon %32 ile en büyük öneme sahip alt kriter olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Dijital Olgunluk, Olgunluk Modelleri, Perakende, AHP

ABSTRACT

With the start of the fourth industrial revolution, the concept of Industry 4.0 and its components have entered our lives. With Industry 4.0, the digital transformation process has accelerated. For the digital transformation to be carried out healthily and to reach the determined targets on time, it is essential to plan the process by creating a prioritization and roadmap. A business must know its current level of digital maturity to create a successful digital transformation strategy and create an appropriate action plan. The meaning of digital transformation, previous transformation movements in the world and industrial revolutions are mentioned within the scope of this thesis. In addition to that, the accepted maturity models in the literature have been examined so that businesses can measure digital maturity levels in the digitalization race and determine roadmaps in this context. The axioms, principles and calculation stages of the AHP model, which is one of the multi-criteria decision-making methods used to measure these models, are mentioned. Following the literature study, the main criteria and sub-criteria determined for the digital maturity measurement to cover the retail sector, together with three -15 years of experienced- managers working in one of the leading retail company in Turkey. In line with the determined criteria, a comparison matrix was created by using Saaty's 1-9 importance scale with a total of seven employees, including mentioned three managers and four experts who are experienced in their field. Sorting was done according to these degrees of importance and it was determined which criteria were of greater importance in determining the level of digital maturity. While the digital strategy criterion, which is one of the main criteria in our study, is the most important main criterion with 49%, when the global weights of all sub-criteria are considered, the financial fund is calculated as the most important sub-criteria with 32%.

Keywords: Industry 4.0, Digital Maturity, Maturity Models, Retail, AHP

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER	v
TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR	3
2.1 Dijitalleşme	3
2.2 Sanayi Devrimleri ve Endüstri 4.0.....	4
2.2.1 Birinci Sanayi Devrimi	5
2.2.2 İkinci Sanayi Devrimi	7
2.2.3 Üçüncü Sanayi Devrimi	8
2.2.4 Dördüncü Sanayi Devrimi (Endüstri 4.0)	10
2.2.4.1 Endüstri 4.0'ın Yapıtaşları	12
2.2.4.2 Endüstri 4.0'ın Prensipleri	13
2.2.4.3 Endüstri 4.0'ın Bileşenleri ve Alt Bileşenleri	14
2.2.4.3.1 Bilişim Alt Yapısı	15
2.2.4.3.2 Akıllı Üretim	18
2.2.4.3.3 Hukuki Altyapı.....	21
2.2.4.3.4 Yeni İş Modelleri	23
2.3 Dijital Olgunluk Modelleri.....	24
2.4 Analitik Hiyerarşi Prosesi	33
2.4.1 Analitik Hiyerarşi Prosesinin Aksiyomları	34
2.4.2 Analitik Hiyerarşi Prosesinin Prensipleri.....	35
2.4.3 Analitik Hiyerarşi Prosesinin Aşamaları.....	37
2.4.4 Analitik Hiyerarşi Prosesinin Avantajları ve Dezavantajları	43
3. ÖNERİLEN MODEL.....	44
3.1 Dijital Olgunluk Modeli Kriterleri ve Alt Kriterleri	44
3.1.1 Dijital Strateji.....	44

3.1.1.1	Dijital Stratejinin Alt Kriterleri.....	47
3.1.2	Organizasyon Yönetimi	48
3.1.2.1	Organizasyon Yönetimi Alt Kriterleri	48
3.1.3	Teknoloji	51
3.1.3.1	Teknoloji Alt Kriterleri	52
3.1.4	Satış ve Pazarlama.....	57
3.1.4.1	Satış ve Pazarlama Alt Kriterleri.....	57
4.	PARAKENDE SEKTÖRÜNDE AHP ANALİZİNİN UYGULANMASI.....	59
4.1	Uygulamanın Amacı	59
4.2	Uygulamanın Yöntemi	59
4.3	Uygulamanın Örnekleme.....	59
4.4	Uygulamanın Modeli	60
4.5	AHP Analizi ve Değerlendirme	60
4.5.1	Ana Kriterlerin Analizi	60
4.5.2	Alt Kriterlerin Analizi	66
4.5.3	Değerlendirme	69
5.	SONUÇ	72
	KAYNAKÇA	74

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Endüstri 2.0 Dönemindeki Önemli Buluşlar.....	7
Tablo 2: Endüstri 3.0 ve endüstri 4.0 karşılaştırması	11
Tablo 3: İncelenen Olgunluk Modelleri	30
Tablo 4: Karşılaştırma Matrisi	41
Tablo 5: Örnek Karşılaştırma Matrisi	42
Tablo 6: Hiyerarşik Yapı	61
Tablo 7: Yönetici-1 Tarafından Ana Kriterlerin Karşılaştırılması	62
Tablo 8: AHP Uygulama Tutarlılık Analiz Sonucu	63
Tablo 9: Geometrik Ortalamalı Ana Matris	63
Tablo 10: Ana Kriterlerin Normalize Matrisi	64
Tablo 11: Önem Düzeyi Hesaplanmış Matris	64
Tablo 12: Ana Kriterlerin Tutarlılık Analizi	65
Tablo 13: Ana Kriterlere İlişkin Sonuçlar	66
Tablo 14: Dijital Strateji Kriterinin Alt Kriterleri	67
Tablo 15: Organizasyon Yönetimi Kriterinin Alt Kriterleri	67
Tablo 16: Teknoloji Kriterinin Alt Kriterleri	67
Tablo 17: Satış & Pazarlama Kriterinin Alt Kriterleri	68
Tablo 18: Alt Kriterlerin Yerel ve Global Önem Puanları.....	68

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Dijitalleştirme, Dijitalleşme ve Dijital Dönüşüm Kavramları (Educase, 2020)	4
Şekil 3: Endüstri Devrimleri (Kafa, 2021)	5
Şekil 4: Endüstri 4.0 Yapısı (Özsoylu, 2017).....	15
Şekil 5: Fonksiyonel Hiyerarşik Yapı (Saaty & Vargas, 2001).....	39
Şekil 6: Matrislerin Önem Dereceleri (Saaty T. L., 1980).....	40
Şekil 7: Rastsallık Endeksi Tablosu (Alonso & Lamata, 2006)	65
Şekil 8: Ana Kriterlerin Dijital Olgunlukta Önem Düzeyleri	69

1. GİRİŞ

20. ve 21. yüzyıllarda teknolojiye ulaşmanın maliyetlerinin düşmesi, kolay ulaşılabilir olmasıyla birlikte hızla gelişen bilişim teknolojilerinde yaşanan değişim süreci işlemlerin bu değişime ayak uydurmasını zorunlu hale getirmiştir. İşletmeler bu değişim sürecinde rakipleri ile rekabette geri kalmamaları için iş yapış şekillerini güncellemeli ve akışa uygun yeni iş modelleri tasarlamalıdır. Değişime ayak uyduramayan işletmelerin dijital teknolojilerin beraberinde getirdiği esneklik, hız, yenilik ve fırsatlardan faydalanamayıp rakiplerine karşı Kodak, Nokia gibi geride kalması ve pazarda yaşadığı pozisyona düşmesi kaçılmaz olur. Dijital dönüşümde teknolojik dönüşümün yanında, dönüşüme liderlik eden yöneticilerin süreci yaratıcılık ve yenilikçilikle birleştirmesi, vizyoner bakış açısıyla gelecek teknolojilerin alt yapısını önceden oluşturması temel hedeflerde biri olmalıdır.

Dijitalleşme ve bu dijitalleşme çalışmalarında kullanılan teknolojiden anlatılmak istenen, işletmeler için akışa uygun yeni iş modelleri geliştirmek; veri, şirket kaynakları ve dijital teknolojileri bir arada değerlendirip yeni ürün ve hizmet üretiminde elinde bulunan kaynakları etkin kullanmak; anlatılan akış boyunca amaca ulaşmada dijital teknolojilerin kullanılmasıdır (Özçelik, Erkollar, & Cebeci, 2018).

Yapılan araştırmalara göre işletmelerin yalnızca dörtte biri dijital dönüşüm çalışmalarında istenilen çıktıyı elde edebilmişler. Dijital dönüşümün gerçekleşebilmesi için doğru stratejilerin belirlenmesi ve yerinde hamlelerin yapılması gerekmektedir. İşletmelerin dijital dönüşüme başlamaları ve etkin bir dönüşüm içinde olabilmeleri için farkındalıkları değildir. İşlemlerin hedefledikleri dijital dönüşüm seviyesine ne kadar yaklaştıklarını da dijital olgunluk ile ölçmek mümkündür.

Bir işletmenin olgunlaşma süreci olan dijital dönüşüm dijital olgunluk kavramıyla ölçülebilir. TÜSİAD, Deloitte Türkiye, Samsung Türkiye ve GFK Türkiye'nin katkılarıyla (2016), Türkiye'de faaliyet gösteren 58 şirketin üst düzey yöneticisi ile yüz yüze görüşmeler sonucunda "Türkiye'deki Dijital Değişime CEO Bakışı" raporu hazırlanmıştır. Rapor hazırlanırken perakende, holding, ve hızlı tüketim gibi sektörlerde faaliyet gösteren firmalarla görüşmeler yapılmıştır. Çalışma yapılan yöneticilere göre şirket dijital stratejisinin çalışanlar tarafından net anlaşılır olma oranı

%66 seviyelerinde çıkmıştır. Aynı çalışma grubuna şirketlerinin dijital olgunluk seviyesi sorulduğunda ise; giriş %7, gelişmekte olan %59 ve gelişmiş %34 seviyede olduğunu belirtmiştir. Araştırmada dikkat çeken ikinci bir konu ise şirketlerin dijital dönüşüme ne kadar fon ayırdığıdır. Katılımcıların dijital yatırımları, dijital gelişim açısından iyi olan %27 seviyesindedir (Tüsiad, Samsung, Deloitte, & Gfk, 2016)

İşletmelerin dijital olgunluk seviyelerinin ölçülebilmesi için literatürde farklı olgunluk modelleri vardır. Her sektörün farklı dinamikleri olduğu için sektörler için en uygun olgunluk modelini belirlemek, uygun sonuç bulabilmek için kritiktir.

Bu çalışma perakende sektörünün dijital olgunluk seviyesini ölçebilme için belirlenen kriter ve alt kriterlerin öncelikli değerlerin bulunmasını amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda Türkiye’de perakende sektöründe öncü olan işletmede çalışan, alanında 15 yıl aşkın tecrübeye sahip üç yönetici ile fenomenoloji metoduna uygun bir söyleşi gerçekleştirilmiş yapılan söyleşi doğrultusunda tüm sektörü kapsayacağı düşünülen dört ana kriter ve her biri için üçer adet alt kriter belirlenmiştir. Bu yöneticiler ile birlikte yine alanında geniş bilgi birikimine sahip dört uzmanda dahil edilerek toplam yedi kişi ile AHP analizine uygun ikili değerlendirme matrisi oluşturulmuş ve bu matrisleri tutarlılık testleri yapılmıştır. Sonuç olarak kriterler önem derecesine göre sıralanmış ve değerlendirmeler yapılmıştır. Bu çalışma yapılmadan önce çalışmanın ikinci bölümünde; dijitalleşme, dijital dönüşüm ve dijital olgunluk modelleri hakkında literatür çalışması yapılmış. Geçmişten günümüze sanayi devrimlerine ve son sanayi devrimi olan endüstri 4.0 ve bileşenlerine değinilmiştir. Çalışmada kullanılacak olan çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan AHP analizine değinilmiştir.

Üçüncü bölümde alanında uzman kişilerle görüşülerek oluşturulan dijital olgunluk modeli kriterleri ve alt kriterlerinden detaylı olarak bahsedilmiş. Dördüncü bölümde bu kriterlere AHP analizi uygulanması ve çıktılardan bahsedilmiş. Son bölümde ise çalışmanın özeti yapılmış ardından konuyla ilgili sorunlar ve çözüm önerilerinden bahsedilmiştir.

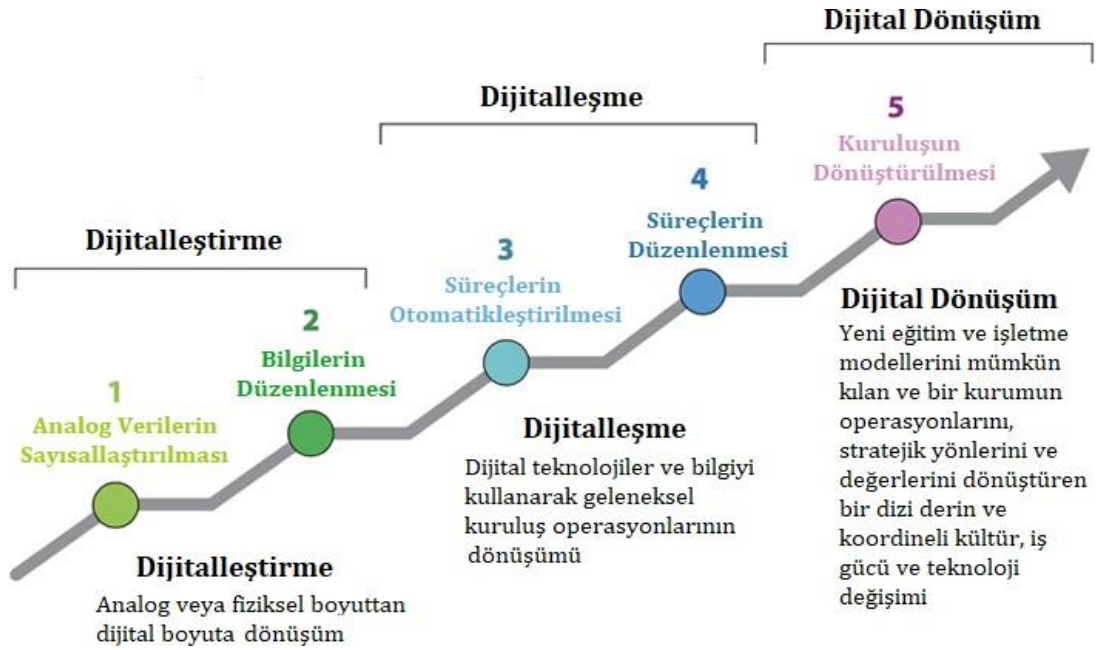
2. LİTERATÜR

2.1 Dijitalleşme

20. ve 21. yüzyıllarda bilgisayar teknolojisine ulaşmanın maliyetlerinin düşmesi, kolay ulaşılabilir olmasıyla birlikte tüm dünyada hızlı bir dijitalleşme süreci başlamıştır. Özellikle internet kullanımının dünya nüfusunun büyük çoğunluğuna ulaşmasıyla birlikte bireysel dijitalleşmeden, işletmelerin dijitalleşmesine bu sayede de ülkelerin dijitalleşmesine ulaşan büyük bir dijital dönüşüm mekanizması işlemeye başlamıştır.

Dijital dönüşümün ilk evresi dijitalleştirme evresidir. Gartner'a göre "dijitalleştirme (sayısallaştırma) dijital etkinleştirme olarak da bilinen analogdan dijitale geçiş sürecidir, başka bir deyişle analog bir süreci alır ve sürecin kendisinde herhangi bir değişiklik olmaksızın onu dijital bir forma dönüştürme sürecidir (Yüce, 2020) Bu sürecin ilk aşaması analog verilerin sayısallaştırılması ve ikinci aşaması da bilgilerin düzenlenmesi aşamasıdır. İşletmeler dijitalleştirme aşamasından sonra dijitalleşme aşamasına geçiş yapabilirler. Yani veriler dijitalleştirildikten sonra artık dijital dönüşüm için süreç başlamıştır. Gartner'a göre dijitalleşme, bir iş modelini değiştirmek, yeni gelir ve değer üreten fırsatlar sağlamak için dijital teknolojilerin kullanılmasıdır. Dijital bir işletmeye geçme sürecidir (Yüce, 2020). Dijitalleşmenin aşamaları da, süreçlerin otomatikleştirilmesi ve düzenlenmesidir. (Aslıyüksel, 2016) çalışmasında dünya da ki dijitalleşmeye olan yoğunluğu şöyle tanımlar "20. ve 21. yüzyılların önemli gelişme sahalarından biri olan bilgi teknolojileri, geçmiş yüzyılların bilgi birikimini defalarca katlayacak bir bilgi patlaması yaratmış, üretilen bilginin bilgi denetim araçları ile yönetilmesini ve internet teknolojisi ile iletilerek geniş kitlelere ulaşmasını sağlamıştır." Dijitalleşme, işletmelerin organizasyon stratejilerini ve operasyonlarını dönüştürmek için dijital teknolojilerden yararlanarak yeni yetenekleri kullanma girişimi olarak tanımlanmaktadır (Li, Su, Zhang, & Mao, 2017). Dijitalleşme sürecinin işletmelerde benimsenmesiyle birlikte bir dijital dönüşüm başlamıştır. (Yüce, 2020) , dijital dönüşümü şöyle tanımlar BT modernizasyonundan dijital optimizasyona ve yeni dijital iş modellerinin icadına kadar her şeyi ifade eden

bir kavramdır. Temel olarak dijital bir şekilde verimliliği artırarak motivasyonu yükseltmek, riski yönetmek veya maddi fırsatları bulmaktır. Analog işleyişten uzaklaşarak dijital bir yönetim şekli daha üretken ve ulaşılabilir bir örgüt yaşamı hedeflenmektedir (Kırç, 2007). Dijital dönüşüm sadece geleceği kapsamamaktadır. Geçmişten gelen bilgileri yorumlayarak bugünü tasarlamamız ve yarına birikim yapmamızı sağlayan bir süreçtir. Dijital dönüşümden bahsedilirken sadece teknolojik dönüşüm algılanmamalı. Dönüşüm kapsamlı düşünülerek işletmelerin işleyiş tarzlarından, organizasyonel yapıdan kadar yeni ve faydalı tüm değişimi entegre etmek olarak değerlendirilmelidir.

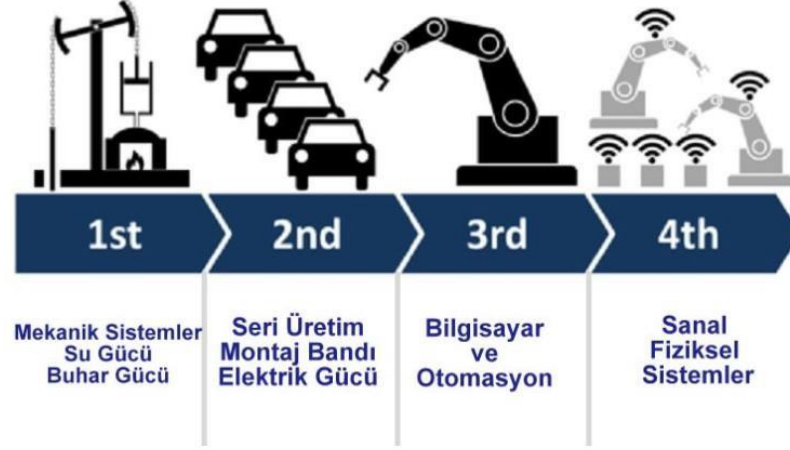


Şekil 1: Dijitalleştirme, Dijitalleşme ve Dijital Dönüşüm Kavramları (Educase, 2020)

2.2 Sanayi Devrimleri ve Endüstri 4.0

Bu bölümde buharlı makinelerin kullanılması ve suyun gücünün keşfedilmesiyle ortaya çıkan 1. Sanayi Devriminden, elektrik enerjisinin seri üretimde kullanılmasıyla üretim hızının artmasına sebep olmasıyla ortaya çıkan 2. Sanayi Devriminden, dijital devrim adı verilen 3. Sanayi devriminden ve son olarak da henüz ülkelerin tam olarak varlık

gösteremediği üzerinde tartışmalar devam eden 4. Sanayi devrimi kavramlarından bahsedilecektir.



Şekil 2: Endüstri Devrimleri (Kafa, 2021)

2.2.1 Birinci Sanayi Devrimi

18. yüzyılın sonlarına doğru buhar gibi yeni enerji kaynaklarının keşfi ve bu enerji kaynaklarını kullanarak çalışan makinaların icadını kapsanan sürece birinci sanayi devrimi denmektedir. İngiltere’de başlayan bu süreç, zamanla tüm Avrupa’da görülmeye başlanmış ve ardından Kuzey Amerika, Rusya ve Japonya’ya kadar yayılmıştır (Yücel, 2015). İngiltere, her ne kadar uyguladığı yaptırımlar ile kabiliyetli ve tecrübe sahibi işçilerin ve mevcut teknolojilerin kendi sınırlarının dışına çıkmasını engellemeye çalışmış olsa da, sanayi devrimi İngiltere’yi aşarak tüm dünyaya yayılmıştır (Özdoğan, 2017).

Makineleşmeye geçişin başlangıcı olan birinci sanayi devrimi, ilk olarak dokuma sektörü ile başlayıp daha sonra demir-çelik sektöründe makineleşme ile devam etmiştir. Bunun sebebi olarak tekstil imalatının insan gücü ile yapılıyor olması ve oldukça zorlu fiziksel süreçler içermesi gösterilmektedir (Taş, 2018). Sanayileşmeye geçişin öncü sektörü olan tekstil sektöründe makinaların icadıyla insan gücü makinelere yönelmiş üretim kapasitesi ve hacmi önemli ölçüde artmıştır. Artık toprağa

dayalı tarım ekonomisinden sanayiye dayalı ekonomiye geçiş yapılmıştır. Bu gelişmelerin sonucunda, seri üretim kavramı ortaya çıkmıştır. (Özdoğan, 2017). Seri üretimle birlikte İngiltere’de üretilen mallar için pazar ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Demir-çeliğin işlenmeye başlamasıyla da ulaşım alanında ciddi gelişmeler yaşanmıştır. Buhar gücüyle çalışan demiryolu araçlarının icadı, üretim ve taşımının etkin, verimli ve düşük maliyetli hale gelmesini sağlamıştır (Acar, 2021).

İngiltere’deki Sanayi Devrimi, nüfusun ve gelirlerin yavaş bir şekilde arttığı veya hiç artmadığı bir ekonomi dünyasından, nüfusun korkunç bir hızda arttığı ve kişi başına düşen reel gelirdeki artışların süreklilik arz ettiği hızlı büyüyen bir ekonomik dünyaya dönüşüm sürecini başlatmıştır (Hartwell, 2005)Ekonomi alanında devrim niteliğindeki tüm bu gelişmelerden dolayı, rekabet gücüne sahip olabilmek ve ayakta durmak isteyen iktisadi güçler birleşmiş ve küçük aile atölyeleri yerini, büyük fabrikalara bırakmıştır. (Arslan & Demirağ, 2017). Tüm bu gelişmeler yalnızca ekonomik anlamda devrim yaşanmadığını toplumsal yapıda da yeni oluşumlar başladığını göstermektedir. Ülkeler birbirleriyle daha fazla etkileşim halinde olmuş, kültürel alışverişler meydana gelmiş, küresel ölçekte artan refah farklılığı, az gelişmiş ülkelerin, endüstrileşmiş ülkelere bağımlılığına ve sömürgeleşmeye sebep olmuştur (Şahin, 2019)

Sanayi Devrimi’nin İngiltere’de başlıyor olmasında, diğer ülkelere kıyasla birçok açıdan daha uygun koşullara sahip olması etkiliydi. Bu (Bilen, 2020);

- O dönemde, demokrasiye en yakın yönetim şekli olan monarşi egemendi. Bu durum hukuki altyapısını ona göre şekillendirmişti.
- Finans kesimi, diğer ülkelere kıyasla oldukça gelişmiş durumdaydı.
- Sanayileşme için gerekli hammadde kaynakları (kömür ve demir-çelik) bakımından oldukça zengindi.
- Tekstil sanayisi oldukça gelişmişti.
- Sömürgeleri çok fazla ve yaygındı.
- Deniz filosu ve demiryolu bağlantıları oldukça gelişmiş olmasından dolayı hammadde bulması ve pazar kaynağına kolayca erişiliyordu.

2.2.2 İkinci Sanayi Devrimi

Buharın makinalarda kullanılmasının farkındalığı ile başlayan basit makinaların icadıyla devam eden ve ulaşımda gelişmeler gösteren birinci sanayi devriminin ardından, buhar gücünün yerini elektriğin almasıyla ikinci sanayi devrimi sürecine girilmiştir. İkinci sanayi devrimi, 19. Yüzyılın sonları ve 20. Yüzyılın başlarında etkili olmuştur.

(Gordon, 2012), İkinci Sanayi Devrimi'nin çalışma hayatına etkisini anlatmak için dört grup oluşturmuştur. Birinci grupta; elektrik enerjisi ve bu enerjinin endüstride kullanımı, ikinci grupta; içten yanmalı motorun icadıyla birlikte otoyol sistemlerinin oluşturulması, üçüncü grupta; plastik, kimyasallar, petrol ve tıbbi ürünler dahil moleküllerin yeniden düzenlenmesi, dördüncü grupta; otomobil, telefon gibi elektrikli cihazların icadı yer almaktadır. Bu dönemde, insan gücünün yerini makinelerin almasıyla çok sayıda buluş insan yaşamını kolaylaştırmıştır. Gordon'a göre bu dönemde en önemli buluş, otomobillerin icadı olmuştur. Otomobiller toplumsal anlamda hayatımızı kolaylaştırarak, standart bir orta sınıfın gelişmesine olanak tanımıştır (Gordon, 2012).

Tablo 1: Endüstri 2.0 Dönemindeki Önemli Buluşlar

Buluşu Yapan	Buluş	Yıl	Ülke
Thomas Alva Edison	Elektrikli Aydınlatma Sistemi	1879	ABD
Karl Benz	Otomobil	1885	Almanya
Nikola Tesla	Alternatif Akım	1887	ABD
Rudolf Diesel	İçten Yanmalı Motor	1892	Almanya
Henry Ford	Fordizm (Seri Üretim Sistemi)	1913	ABD

Kaynak: (Demirer & Demirer, 2019)

Tablo 1: İkinci Sanayi Devriminde ortaya çıkan ABD ve Almanya'nın öncülüğünü yapmış olduğu ve hayatımızı kolaylaştıran önemli buluşları ve yılların göstermektedir.

İkinci sanayi devrimin “Teknolojik Devrim” olarak adlandırılır. Bunu sebebi, telsiz, telefon ve ampul gibi teknolojilerin bu devirde keşfedilmesidir. Teknoloji devrimini en önemli gelişmeleri, fabrikalarda buhar gücü yerine elektrik enerjisinin kullanılmaya başlanması, işlenmemiş petrolün aktif kullanılması ve yeni üretim tekniklerinden olan montaj hattının ortaya çıkmasıdır. Tüm bu gelişmelerle, üretim ciddi miktarda artmış, Henry Ford’un seri üretim yöntemi ile, otomobil üretmeye başlaması, otomobillerin dünya çapında yaygın olarak kullanılmasının yolunu açmıştır (Genç, 2018). Üretimde kullanılan metot Henry Ford metodu olarak bilinmektedir. Bu metoda göre işler standartlaştırılarak basit parçalara bölüp verimliliğin artması sağlanmıştır. Üretimde bant sistemi kullanılarak kısa sürede birçok parçanın montajı yapılarak seri üretimde ivme yakalanmıştır. İş bölümü ve uzmanlaşma merkezli ve “Fordizm” olarak adlandırılan üretim sistemi, her makinenin bir işi yapmak ve her bir işçinin de bir makineyi kullanmakla görevli olduğu ve işçinin tek bir alanda uzmanlaştığı bir sistemdir (Yeşiltaş, 2021).

Bu devirde telefonun ve radyonun iyileştirilmesiyle borsa ve hisse senedi uygulamaları ortaya çıkmıştır. En bilinen borsalardan olan New York Borsası’nın temelleri atılmış. Bu devrin en bilinen firması 1889 yılında Thomas Edison’ın kurduğu Edison General Elektrik ve daha sonraları 1892 yılında General Elektrik adını alan ve günümüzde de faaliyetlerine devam eden şirket olmuştur.

Öncü ülkelerden olan ABD ve Almanya ikinci sanayi devriminden önce nüfusunun yarıdan fazlası tarımla uğraşırken bu dönemle birlikte sanayi ülkesine dönüşmüşlerdir. Bu sayede insanların yaşam standartları yükselmiş, bilgi toplumunu değer görmesiyle nitelikli işçi statüsü oluşmuş bu sayede insanların ücretlerinde iyileştirmeler yapılmış, sağlık ve ulaşım hizmetlerinin artmasıyla birlikte refah seviyeleri yükselmiş bu sayede ortalama yaşam süreleri uzamıştır.

2.2.3 Üçüncü Sanayi Devrimi

Buhar makinaların kullanılmasıyla başlayan, elektriğin keşfi ile ilerleyen sanayi devrimlerinin üçüncüsü olan bu devire artık sanayinin geldiği son nokta teknolojik

gelişmeler içinde ilk adım olarak bakılmaktadır. Üçüncü endüstri devrimi, sürdürülebilir kalkınmayı ve iklim hedeflerine ulaşılmasını sağlayacak enerji teknolojilerini bulma ihtiyacına ilişkin gelişmiş farkındalıkla gerçekleşmiştir. (Glas & Kleemann, 2016)). Sanayi toplumundan bilgi toplumuna geçişin hissedildiği dönemdir. İkinci Dünya Savaşı sonrasında, bilgi ve iletişim teknolojileri alanında yaşanan gelişme ile üretim otomasyonu sağlanarak 1970’lerden günümüze kadar süren Üçüncü Endüstri Devrimi başlamıştır (Kent, 2020). Bilgi ve iletişim teknolojilerinde yaşanan gelişmelerden dolayı üçüncü sanayi devrimi “Dijital Devrim” olarak da adlandırılmaktadır.

Üçüncü Sanayi Devriminin belki de en önemli buluşlarının başında mikroçiplerin, artan sensörler ve devasa pikseller sayesinde daha az enerji harcayan maliyetlerin düşürülmesini sağlayan transistörlerin icat edilmiş olması. Transistörün keşfi ile bilgisayarlı dünyaya adım atılmaya başlanmıştır. Bilgisayarların üretim alanında kullanılmaya başlanması sanayinin daha hızlı gelişim göstermesine, insan gücüne duyulan ihtiyacın azalmasına neden olurken, aynı zamanda bilgisayar desteğinin makineleşmeye entegre olması üretimde otomatikleşmeyi hızlandırmıştır (Genç, 2018). Otomatize edilmiş makinaların ihtiyaçlarına karşılarken geçmiş devrimlerde kullanılan su, buhar gücü, elektrik, petrol gibi enerji kaynakları yerine yenilenebilir enerji kaynağı olan rüzgar ve güneş enerjisi kullanımına olan talep artmaya başlamıştır. Üretimde otomatikleşme sonucunda çalışanların iş gücünde aranan özellikler tamamen değişmiştir. Bu dönem insan kaynakları yapısında değişikliklerden biri olan iş gücü yapısındaki değişikliklerin olduğu ve iş gücünün yüksek emekle çalışan mavi çalışanlardan, zihinsel emek ağırlıklı çalışan beyaz yakalılara doğru evrimleştiği bir dönemdir (Asiltürk, 2018). Geleneksel meslekler yok olurken yeni nesil meslekler önem kazanmaya başlamıştır. Yeni nesil mesleklerle birlikte 1980’li yıllarda insan kaynakları yönetimi farklı boyutlara taşınmıştır (Demirkaya, 2006). İnternet, kişisel bilgisayar ve cep telefonu bu dönemde insan hayatına girmiştir.

2.2.4 Dördüncü Sanayi Devrimi (Endüstri 4.0)

Endüstri 4.0, Alman Hükümeti tarafından ilk kez 4. Sanayi devriminin başlangıcı olarak 2011 yılında Hannover Fuarı'nda ilan edilmiştir (Akdil, Üstündağ, & Çevikcan, 2018). Dördüncü endüstri devrimi; tüketiciler tarafından talep edilen bir ürünün yaşam döngüsü çerçevesinde sipariştten teslimatı kadar bütün sürecin tam bir kontrol altında tutulduğu, her türlü fonksiyon ve faaliyetin otonom sistemlerle yerine getirildiği, müşterilerin talep ve beklentilerine en üst düzeyde cevap verilebildiği bir süreci ifade etmektedir. (Görçün, 2016). Kısacası Endüstri 4.0 insan gücünün yerine makine gücünün alarak tüm üretim süreçlerinin otonom şekilde yönetilmesi şeklinde ifade edilebilir.

Sanayi devrimleri süreçleri, ilk olarak buhar makinalarıyla üretim sağlanırken daha sonra ikinci sanayi devriminde elektrik enerjisi kullanılmaya başlanmış, üçüncü sanayi devriminde ise dijital bileşenlerin kullanılmasıyla birbirini takip etmiştir. Tüm sanayi devrimleri birbirinin üzerine geliştirilerek ilerlemiştir. Bir devrimin sonu diğerinin başlangıcı olarak katma değer sağlamıştır. Bir görüşe göre üçüncü sanayi devriminde keşfedilen bilgisayar ve internetin geliştirilerek nesnelerin interneti teknolojisine dönüştürülmesi, bu sayede elde edilen verilerin analiz edilmesi ve sensörlere aktarılması otomatize sağlanması evreleri de dördüncü sanayi devrimi olarak ifade edilirken World Economic Forum (WEF) kurucusu ve başkanı olan Klaus Schwab dördüncü sanayi devriminin üçüncü sanayi devriminin devamı olmadığını ve son sanayi devriminin diğer devrimlerden farkını hız, genişlik ve derinlik, sistem unsurlarına bağlamıştır (Schwab, 2016).

Hız: Dördüncü sanayi devriminde diğer sanayi devrimlerinden farklı olarak lineer değil üstel bir hızla gelişmektedir. Bunun sebebi her gün gelişen teknoloji birbirine tetikleyerek ilerleme sürecine ivme kazandırmaktadır.

Genişlik ve Derinlik: Dijitalleşme ve nesnelerin interneti aracılığıyla teknolojide çeşitlilik artarak bu çeşitlilik sadece bir alanda kalmamaktadır. Üretim yapısında, ekonomide ve toplumda çoklu teknolojiler uygulanarak tüm koşullarda derin değişikliklere yol açmaktadır. Çeşitliliği arttırmak için özellikle bireysellik ön planda tutulmuştur.

Sistem etkisi: Endüstri 4.0'ın sadece bir alanda değişimi değil, bireylerin, işletmelerin, ülkelerin sistemlerinde bütünsel değişime neden olması beklenmektedir. Tüm bilimsel alanların birbirlerinden etkilenecek köklü bir dönüşüm yaşamaları öngörülmektedir.

Belirtilen üç unsur Endüstri 4.0 yarışında ülkeler ve işletmeler için çok belirleyici olacak, bu uyumu yakalayamayan toplulukların büyük kayıpları uğraması beklenmektedir.

Tablo 2: Endüstri 3.0 ve endüstri 4.0 karşılaştırması

Unsur	Endüstri 3.0	Endüstri 4.0
Üretim Süreci	Makinelerin birbirinden bağımsız olarak her kullanım ve değişiklikte önceden ayarlanması gerekmektedir.	Makineler diğer makinelerle iletişim kurarak ayarlarını kendileri yapar. Ayrıca güvenlik mekanizmaları etrafında akıllı bir şekilde çalışırlar.
Süreç İzleme	Oldukça zor ancak her bir çalışan veya makine kendi verimlilik oranında tek bir problem odaklı çalışmaktadır.	Neden-sonuç ilişkisi içinde kapsamlı olarak makineler üretimi durdurma yeteneğine sahip olarak, sorunları düzeltmek için, akıllı makinelerdeki sensörler aracılığı ile sinyal vermektedir.
Ürün Çeşitliliği	Sıradan ürünlerin üretimi kolay yapılırken, özel ürünlerin üretiminde sıkıntılar yaşanmaktadır.	Akıllı makineler aracılığı ile her bir müşteri için ayrı ayrı, aynı anda onlarca ve birbirinden farklı ürünler üretilebilmektedir.
Stoklama	Önemlidir.	Akıllı fabrikaların kendi üretim kaynaklarını dikey-yatay entegrasyon sistemleriyle oluşturmasından dolayı tam zamanlı üretim yöntemiyle, müşteri odaklı çalıştığından dolayı stoklamaya yer verilmemektedir.
Makine Tasarımı	Makineler insanın fiziksel yapısı ve işgücü temeline göre dizayn edilir.	Makineler, robot teknolojisine sahip olarak sistemlerin entegrasyonuna göre çalıştılarından işgücü temeline yer verilmemektedir.
Eğitim	Mesleki eğitimlerin çoğu teknik ağırlıklı yapılarak çalışanların kalifiye olması amaçlanmaktadır.	Bilişim sistemleri ile bilgi ve veriler bulut bilişim sistemiyle daha çok robot teknolojisine uygun olarak akıllı makinelerin çalıştırılmasına yönelik eğitimler oluşturularak personelin kalifiye olması amaçlanmaktadır.

Karar Yapısı	Karar yapısı insan odaklıdır.	Karmaşık durumlarda karar verme yetkisi yapay zekaya sahip olan robotlar vasıtasıyla gerçekleşmektedir.
Entegrasyon	Makineler birbirinden bağımsız olarak çalışmaktadır.	Sistemlerin entegrasyonu ile akıllı fabrikalarda makineler birbirlerine bağımlı olarak hem kendi çalışmasından hem de diğer makinelerin çalışmasından sorumlu olacaktır.

(Davutoğlu, Akgül, & Yıldız, 2017)

2011 yılında ortaya atılan endüstri 4.0 kavramının, endüstri 3.0'dan farkları Tablo 2'de toplanmıştır (Davutoğlu, Akgül, & Yıldız, 2017)

2.2.4.1 Endüstri 4.0'ın Yapıtaşları

Endüstri 4.0'ı diğer endüstri devirlerinden farklılaştıran 4 karakteristik yapıtaşı vardır. Bu yapıtaşları (Nyeki, 2017);

İmalat sistemlerinin dikey entegrasyonu: Endüstri 4.0'ın ana bileşenlerinden olan akıllı fabrikalar akıllı ürünlerle akıllı üretim sistemlerinin dikey entegrasyonla birbirine bağlı olmasına ihtiyaç duymaktadır. Bu ağın amacı; fabrikalardaki üretim sistemlerinin üretimin her aşamasında pratik bir şekilde cevap verilmesini sağlayan akıllı çapraz bağlantılarla, kendi kendine harekete geçen bağımsız uygulamalar (Siber-Fiziksel Sistemler) kullanılmasıdır (Yüksel, 2020).

Değer yaratan ağlar arasında yatay entegrasyon: Yatay entegrasyondan denilince akla gelen ilk ilişki firma içi ve firmalar arası ilişkilerdir. Bu ilişkideki taraflar arasında değer yaratan ağlar kurulması akıllı çapraz bağlantılar ve dijitalizasyon ile mümkündür. Değer yaratan ve mevcut değeri arttıran ağların kurulması ve kurulan ağların bakımı entegrasyonla kolaylaşacaktır.

Ürün yaşam döngüsü boyunca mühendislik (end-to-end engineering) : Ürünün hammadde tedarikinden imalatına ve son tüketimine kadar bütün yaşam döngüsüne kadar olan aşamalar ürün yaşam döngüsü boyunca mühendislik becerisi olarak adlandırılır.

İmalatın hızlandırılması: Özellikle imalat ile ilgili olan iş operasyonları üstel teknolojiler sayesinde imalatını sağlayarak inovatif ve ucuz birçok teknolojiye yararlanmaktadır.

2.2.4.2 Endüstri 4.0'ın Prensipleri

(Gilchrist, 2016) 'ya göre Endüstri 4.0' ın 6 prensibi şu şekildedir;

Birlikte çalışabilirlik: Üretim süreci önceden belirlenmiş yöntemleri izleyerek sadece ilgili kişi, makine ve süreçleri ifade etmez. Birlikte çalışabilirlik tüm bileşenlerin akıcı iletişim ve esnek işbirliğiyle tüm ortamı ifade eder. Tüm bileşenlerin nesnelere interneti üzerinden birbirlerine bağlanıp iletişim kurarak çalışabilme yeteneğidir.

Sanallaştırma: Fiziksel dünyada gerçek süreçlerin ve makinelerin izlenmesi gerçekleşir ve sensör verileriyle geri bildirim alınarak simülasyonla oluşturulan sanal modellerle bağlantı kurulur. Endüstri 4.0 tesisindeki üreticiler, mevcut süreçleri ve ürünleri büyük ölçüde iyileştirmek, ürün geliştirme ve modellemeyi azaltmak, bir üretim süreci oluşturmak ve böylece yeni ürünler üretim süresini kısaltmak için akıllı fabrikanın "sanal ikizini" yaratabileceklerdir.

Yerinden yönetim: Endüstri 4.0, akıllı fabrikaların içinde bulunan farklı sistemlerin asıl olan hedefe, sapmadan bağımsız bir şekilde karar vermelerini sağlayan eşsiz merkezîyetçiliği desteklemektedir.

Gerçek zamanlı: Endüstri 4.0'da prensiplerden biride her şeyin gerçek zamanlı olmasını sağlamaktır. Süreçlerin geri bildirim, veri toplama ve izlenmesinin gerçek zamanlı gerçekleşmesini gerektirmektedir.

Hizmet yönlendirmesi: Nesnelere interneti Endüstri 4.0 için en önemli bileşenlerden biridir. Başkaları tarafından kullanılacak hizmetler sağlamaktadır. Bu sebeple akıllı fabrikalar hem iç hem dış hizmetlere ihtiyaç duymayı sürdüreceklerdir.

Modülerlik: Esneklik Endüstri 4.0'ın diğer bir tasarım ilkesidir. Böylece akıllı fabrikalar değişen koşullara ve gerekliliklere kolayca uyum sağlayabilecektir. Akıllı

fabrikalar ürünler, üretim sistemleri hatta modüler ve çevik konveyör bantları tasarlayıp, inşa ederek esnek olup, üretimde farklılaşabilirler.

Endüstri 4.0 tasarım ve senaryolarını belirleme ve uygulamada şirketleri destekleyen 4 önemli ilke vardır. Bu önemli ilkeler şunlardır (Hermann, Pentek, & Boris, 2015)

Ara bağlantı: Nesnelerin interneti ve insanların interneti gibi kablosuz iletişim teknolojileri sayesinde işlerin etkin ve verimli yapılmasından sorumlu kişilere sensör, makine ve diğer cihazların bağlanabilmesidir.

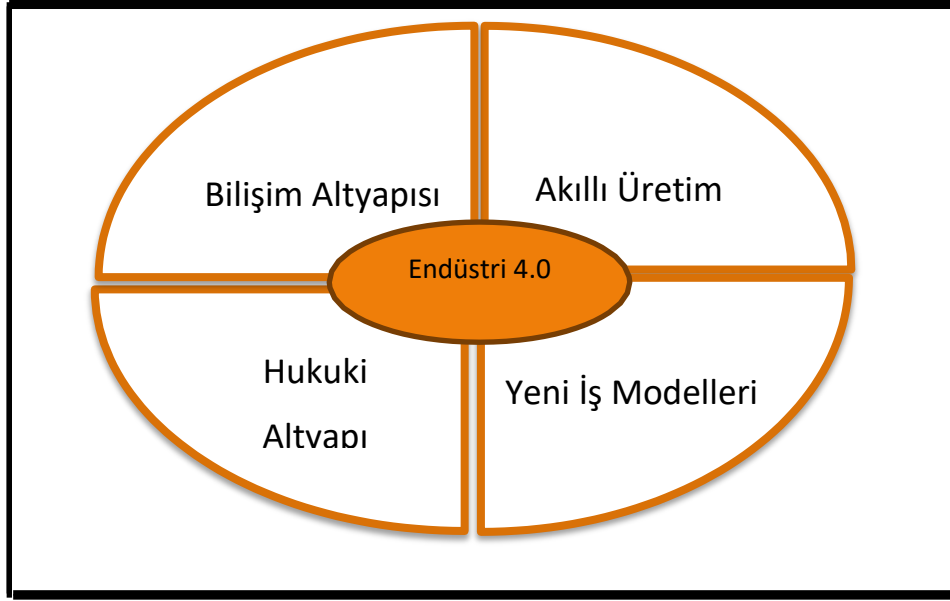
Bilgi şeffaflığı: Ara bağlantılar sayesinde üretim aşamalarının tüm noktalarından büyük veri toplanması ve işlevselliği kolaylaştırılması sağlanmaktadır. Bu toplanan büyük miktarda veri ile birlikte operatörlerin doğru kararlar vermesi için Endüstri 4.0'ın getirdiği bilgi şeffaflığı sayesinde birçok faydalı bilgi sağlanmaktadır.

Merkezi Olmayan Kararlar: Yukarıda anlatılan Endüstri 4.0'ın önemli ilkelerinden olan ara bağlantı ve bilgi şeffaflığı sayesinde üretim tesislerinde ya da dışarıda operatörlerin karar verebilmeleri sağlanmaktadır. Lokal ve global bilgilerin bir araya getirilmesi yeteneği sayesinde daha faydalı kararlar alınmaya ve genel verimliliğin yükselmesine yardımcı olmaktadır.

Teknik Destek: Endüstri 4.0'ın getirdiği teknolojiler ile makine insan ilişkisinden makine-makine ilişkisine geçilmiştir. İnsanın yapması gereken işlemler bir operatör yardımıyla problem çözücüye yönlendirilerek kara vermesi sağlanır.

2.2.4.3 Endüstri 4.0'ın Bileşenleri ve Alt Bileşenleri

“Endüstri 4.0, teknolojilerin ve değer zinciri organizasyonları kavramlarının kolektif bir bütünüdür. Bu yapı akıllı fabrikalar vizyonunun oluşmasına büyük katkı sağlar. Endüstri 4.0” (Özsoylu, 2017);



Şekil 3: Endüstri 4.0 Yapısı (Özsoylu, 2017)

Endüstri 4.0 kavramı anlayabilmek için en olmazsa olmaz bilişim alt yapısıdır. Bu sayede sadece isim olarak bilinen kavramlar günlük hayatta yerini almıştır. Endüstri 4.0 akımını anlayabilmek için öncelikle bu kavramların bilinmesi gerekmektedir. Bu bölümde Endüstri 4.0'ın yapısı ve alt bileşenlerinden bahsedilecektir.

2.2.4.3.1 Bilişim Alt Yapısı

Bilişim alt yapısı Endüstri 4.0'a ulaşmak için olmazsa olmaz bir bileşendir. Bu alt yapı tamamlanmadan sanayinin dördüncü evresine ulaşmak mümkün değildir. Bu amaç doğrultusunda işletmelerin hızlı bir şekilde bilişim ve teknoloji alt yapısını geleceğin koşullarına göre tasarlaması ve uygulaması gerekmektedir. Bunun için bu alt yapıyı oluşturan bileşenler iyi anlaşılmalıdır. Asıl amaç insan gücünün fiziksel üretimini minimize edip insan gücünden beyinsel olarak faydalanıp bu şekilde üretime geçmektir. Nesnelerin interneti, bulut bilişim ve büyük veri gibi bileşenlerle üretimin dijital platforma taşınması sağlanmalıdır.

Bulut Bilişim: Hemen hemen her bireyin bilgisayara sahip olması ve internet kullanımının yaygınlığının artması dijitalleşmeyi beraberinde getirmiştir. Dijitalleşmenin artmasıyla birlikte dijital ortamda üretilen veri miktarı üssel olarak

artmakta ve bu verilerin depolanması ve depolanan verilere hızlı ulaşım ihtiyacı köklü bir değişikliği zorunlu kılmaktadır.

Maliyeti minimum performansı maksimum düzeyde olan halende geliştirilme süreci devam eden bulut bilişim teknolojisi bu değişimin ana unsurlarındandır. Bulut bilişim hala gelişimi devam eden bir süreç olması nedeniyle hakkında birçok tanım olup ABD Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (NIST) bulut bilişimi, "...düşük seviyede hizmet sağlayıcı etkisi ile hızlı bir şekilde erişim sağlanabilen, servisler, uygulamalar, bilgisayar ağları, sunucular ve depolama, gibi etki edilebilecek verilerin ortak havuzda bulunan model." olarak tanımlanmaktadır (Simmon, 2018). En basit şekliyle bulut bilişim, "bilişim sistemlerine ilişkin hizmetlerin üçüncü taraflardan alınması" şeklinde tanımlanmaktadır (Özdaş, 2014).Hayatımıza yeni yeni girmekte olan bu terim "uygulamaların internet ortamında bulunan bir uzak sunucu üzerinden çalıştırılması ya da kullanıcıya ait verilerin uzak sunucu üzerinde her an erişilebilir şekilde bulundurulmasını sağlayan bir servis yapısı" olarak da tanımlanmaktadır.

Bulut bilişim bir yenilik değil bir dönüşüm olarak düşünülmelidir. Endüstri 4.0'ın konuşulmaya başlamasıyla birlikte bu yönde bir eğişim olmuş, bu eğilimle birlikte küresel çapta hizmet veren firmaların buluş bilişime çözümleri sunmaya başlamışlardır. Araştırmalar yakın gelecekte en küçük kullanıcının bile bulut bilişim teknolojisine geçeceğini göstermektedir. Hatta bu geçişle birlikte bilgisayarlarda bulunan bellek, işlemci, sabit disk, ekran kartı vs. gibi donanımlar olmayıp, bu donanıma ihtiyaç duyulan işlemlerin bulut bilişim üzerinden gerçekleştirileceği düşünülmektedir.

Nesnelerin İnterneti (IoT): Sanayi 4.0 içerisinde yer alan teknoloji gelişmelerinden birisi olan nesnelerin interneti, dijital bir ağ tabanlı ve internet yapıları nesnelerin, sanal bir kimlik sayesinde etrafındaki diğer nesne ve kimliklerle fiziksel ve sosyal anlamda iletişim halinde olmalarıdır (Davutoğlu, Akgül, & Yıldız, 2017).

Nesnelerin interneti kavramı ilk olarak "Makinelerin İletişimi" (M2M) olarak ortaya çıkmış daha sonra 1999'lu yıllarda Kevin Ashton tarafından "Nesnelerin İnterneti" (LoT) olarak adlandırılarak günümüzdeki karşılığını bulmuştur. Endüstri 4.0 süreci ile "Endüstriyel Lot" (IIoT) ve gelecekte "Her Şeyin İnterneti" (IoE) olarak dönüşüm

içerisinde olan bu teknoloji, akla gelebilecek her nesnenin internet tabanında buluşturulması olarak kabul edilmektedir (Hergül, 2020).

Endüstri 4.0'ın organizasyon yapısı nesnelerin iletişimi temeline kuruludur. Bu iletişim, üretim hattındaki makinelerden başlayıp, makinaların birbirleriyle iletişimi ve son tüketime olan kısmı kapsamaktadır. Bu iletişim için gerekli olan donanımsal yapılar ise sensör ve uyarıcılardır. Üretim sürecindeki ürünler daha önce ki üretimsel geçmişi, şimdiki durumlarını, ulaşılması gereken hedef için geçmeleri gereken aşamaların neler olduğunu bilip bu doğrultuda nesnelere ve makinelere süreçler hakkında fikir vermektedirler (Hergül, 2020).

Vision Mobile araştırma şirketinin 2015 yılı araştırma sonucuna göre nesnelerin interneti teknolojisi şirketlere gelecek vadeden ve şirketlerin en çok yatırım yaptığı teknoloji sıralamasında ilk sıralarda yerini almıştır (Hergül, 2020). İşletmelerin nesnelerin internetine yeterli yatırım yapmalarıyla birlikte üretimde akıllı nesnelere kullanılarak işletmelere büyük avantajlar sağlayacağı düşünülmektedir. Öngörülen avantajlar şu şekildedir (Hergül, 2020);

- I. Üretim sürecinde yöneticilerin kolay bir şekilde üretime müdahale edebilmesiyle üretim ve üretim süreci pratikleşecek,
- II. Sensörler ve RFID teknolojisi sayesinde tedarik zinciri daha akıllı hale gelecek,
- III. Akıllı cihazlar sayesinde enerji ve altyapı maliyeti azalacak,
- IV. Makine ve robotun daha fazla kullanılmasıyla insan kaynağına ihtiyaç azalacak,
- V. Gelir ve gelirlere sağlanan kar düzeyinde artış sağlanacaktır (Odası, 2015)

Büyük Veri: İnternetin hızla yayılması ile birlikte işletmelerde dijital değişim hız kazanmıştır. İşletmelerin dijital dönüşüme ayak uydurmaları ve rekabette geride kalmamaları için zaman kaybetmeden doğru kararlar almaları gerekmektedir. Bu hızla birlikte işletmelerin hem iç süreçleri hem dış süreçlerinden gelen verileri üstel olarak artmaktadır. Üstel olarak artan bu veri havuzundan eski yöntemler ile faydalı verilere erişmek zaman almaktadır. Hem bu verilerin saklanması hem de işlenip yararlı bilgiye dönüştürülmesini kolaylaştıran büyük veri kavramı ortaya çıkmıştır.

"Büyük veri, adından da anlaşılacağı gibi boyut olarak çok büyük miktarda, veri tabanlı yazılım araçlarını saklamak, yönetmek ve analiz etmek gibi yeteneklerin de çok ötesinde olan veri kümelerini ifade etmektedir" (Yin, 2015)

Büyük veri ve analizi işletmeler için önemli fırsatlar sunmaktadır. Büyük veri doğru analiz edildiğinde karar verme süreçlerinde hızlı ve güvenli aksiyon alınabilmekte, bu durum ürünlerde iyileştirmeye ve tüm bunlar birleşince maliyette düşüş ile birlikte işletmelere önemli fayda sağlanmaktadır. Bu durum işletmeleri rekabette öne geçirecek tedarik zincirinde yeni girdiler oluşturacak ve pazarlama anlayışı kökten değişime uğramaktadır.

Büyük veri sayesinde müşterilerin dataları tutularak hangi müşterinin hangi ürün ile ilgilendiği eşleştirilmektedir. Bu sayede geleneksen pazarlama yöntemlerinden kurtulup müşterilere kişiselleştirilmiş deneyim sunulmaktadır. Kişiselleştirilmiş deneyim ile müşterilerin sadece ilgi alanlarına yönelik pazarlama stratejisi geliştirilmektedir. Bu pazarlama stratejisi ile gelir ve karlılıkta artış yaşanmaktadır.

2.2.4.3.2 Akıllı Üretim

Endüstri 4.0'ın odak noktası olarak "akıllı fabrikalar" gösterilmektedir. İlk aşamada bu fabrikaların kurulmasında ve üretim sektöründe bu yaklaşımın yaşam biçimi olması için farkındalık yaratılmaya başlanmıştır. Akıllı fabrikalar ve siber-fiziksel üretim teknikleri ve 3-D yazıcılar ile akıllı üretim biçimi tasarlanmaktadır.

Akıllı fabrikalar, üretim hatlarında bulunan tüm sistemleri reel zamanlı olarak iş birliği içerisinde çalışmalarını ve bunun neticesinde ise yüksek kaliteli ve ekonomik ürünler ortaya konulmasını sağlamaktadır (Hergül, 2020). Akıllı fabrikalarla birlikte yeni bir kavram olan akıllı üretim ortaya çıkmıştır. Akıllı üretim, yazılım ile geliştirilen programların donanımlarla bütünlük sağlanmasıyla akıllı ürünlerin ortaya çıkmasıdır.

Akıllı ürünlerdeki işlemci ve gömülü algılayıcı özelliklerinden dolayı ürünler reel zamanlı olarak takip edilebilecek ve ürün için gelebilecek talepler öngörülebilir. Müşterilerin üretim süreçlerine katılmasıyla birlikte işletmeler, müşterilerden gelebilecek talepleri bilecek ve müşterilerin ihtiyaçlarına göre ürün depolayacaklardır. (Öztürk, Köseoğlu, & Zorlu, 2018). Siber fiziksel sistemlerle birlikte tüm bu süreçte

ki değişikliklere hızlı bir şekilde tepki gösterilecek sonuç olarak hata miktarı düşecektir.

İşletmelerin rekabet edebilmesi için tüm bu süreçlerin kontrol edildiği akıllı fabrikalar olmazsa olmaz hale gelmiştir. Akıllı fabrikalar verimliliği arttırmanın yanı sıra şirketlerin gelirlerini ve pazar paylarını arttırmaktadır. Tüm bu olanaklara ek olarak, doğru bilgiye hızlı erişim ve maliyet avantajı sağlamaktadır (Özsoylu, 2017).

Özetle Sanayi 4.0'ın yapıtaşısı olan akıllı fabrikaların sağlamış olduğu faydalar şunlardır;

- I. Akıllı fabrikalar, karmaşık üretim süreçlerini hızlı ve başarılı bir şekilde yönetirler,
- II. Akıllı fabrikalardan çıkan ürünlerde hata oran düşük ve ömürleri uzun olmaktadır,
- III. Akıllı fabrikalarda üretim zincirinde bulunan makinalar, insanlar ve kaynaklar birbirleriyle etkileşim içindedirler (EBSO, 2015).

Siber-Fiziksel Sistemler: Fiziksel dünya sınırlarının siber dünya ile genişlemesi olarak kabul edilebilen yani iki farklı dünyanın bir araya gelerek oluşturduğu bu ileri teknolojinin altyapısında iki önemli bileşen bulunmaktadır. Bunlar belirlenmiş internet adresi aracılığıyla birbiri ile iletişim halinde olan nesne ve reel dünyada ki davranışların ve nesnelerin bilgisayar aracılığıyla oluşturulan simülasyonu ile ortaya çıkan sanal ortadır (Siemens, 2017).

Siber-fiziksel sistemler sayesinde beşeri olarak yapılması zor ve uzun zaman alan işlemlerin kısa sürede gerçekleştirilebilmesi sağlanmaktadır. İnternet bağlantılı sistemler sayesinde verilere çok hızlı bir şekilde ulaşıp elde edilen girdileri işlenerek üretim sürecine dâhil edebilmektedir.

Robotik Sistemler: Birçok mühendisliğin birlikte çalışma alanı olan robotlar ilk olarak 3. Sanayi devrinde kullanılmaya başlanmış İnsan-makine etkileşi ile üretim sürecine dahil edilmiştir. Daha önceden programlanan robotlar bir operatör yardımı ile üretim sürecine dahil edilmekteydi.

Endüstri 4.0 ile birlikte robotik alanda da birçok yenilik meydana gelmiştir. Robotların artık insan müdahalesine ihtiyaç kalmadan üretim süreçlerinde yer alması

sağlanmıştır. Akıllı fabrikalarda akıllı üretim için olmazsa olmaz şartlardan biri otonom robotlardır. Otonom robotlar dışarıdan insan müdahalesi olmadan daha önceden tanımlanmış işlevleri otomatik olarak yerine getirmektedir. “Otonom robot kavramı; içerdiği gömülü bilişim donanımı ve yazılımı nedeniyle yapay zekâ uygulamaları gerçekleştirebilen, karar seçenekleri üretebilen, bunlardan uygun olanı eyleme dönüştürebilen, çevreden veri toplayan, başka akıllı ve bağlantılı nesnelere iletişim kurabilen makine olarak tanımlanır” (Banger, 2017).

Günümüzde robotların en büyük kullanım alanı otomotiv endüstrisidir. Robot teknolojisi geliştikçe akıllı fabrikalarda akıllı üretime geçişin hızlanması beklenmektedir. Endüstriyel robot kullanımının daha da yaygınlaşması ve robotların sabit olmayan çalışma ortamına ayak uydurması, ayrıca robot kullanımının kolaylaştırılması ve basit endüstriyel ihtiyaçları karşılayacak şekilde robotların büyüklüklerini/küçülmesi çeşitlenmesi ve fiyatlarının azalması da akıllı üretimin gerçekleşmesine zemin hazırlayacaktır. Daha ileri beklentilerde ise mikro büyüklükte robotların üretimde yerini almasıdır. Akıllı robotların yaygınlaşması ile beşeri kaynaklı sorunlar büyük oranda azalacak, hata ve olumsuz durumlar söz konusu olmayacaktır. Ayrıca robotlar akıllandıkça otomasyon yaygınlaşacaktır (Özsoylu, 2017).

3-D Yazıcı: Standart şekillerde üretilmesi zor ve maliyetli olan ya da üretilmesi mümkün olmayan, karmaşık tasarımlara sahip olan 3 boyutlu fiziksel ürünler bu teknoloji sayesinde elde edilebilecektir. Dijital olarak tasarlanan verilerin, eritilmiş hammadde kullanılarak fiziksel nesnelere ortaya çıkarmasını sağlayan yeni nesil üretim aracıdır. Katmanları üst üste yığılma prensibi ile çalışan ve lazer ile mürekkep püskürtmeli yazıcı sistematiğinde olan 3D yazıcılar, günümüzde eğitim ve oyuncak, biyokimya ve sağlık ile moda sektöründe fazlaca kullanılmaktadır (Çallı & Taşkın, 2015)

Araştırmalar 3D yazıcıların fabrikalar ile birlikte evlerde de yaygın olarak kullanılacağını göstermektedir. Bu sayede tüketiciler üretici haline gelebilecek işçi ve aracı masrafları ortadan kalkacaktır. Bu araştırmalar doğrultusunda “üre/tüketici” kavramı da literatüre yerini almıştır. (EBSO, 2015).

Üç boyutlu yazıcılar sayesinde hızlı prototip üretimi mümkün olacak, böylece ürünlerin piyasaya sürümü hız kazanacaktır. Bu teknoloji ile istenilen ürününün istenilen zamanda üretilmesi sağlanacak stok maliyet en düşük seviyesine ulaşacak, üretim ucuzlayacaktır.

2.2.4.3.3 Hukuki Altyapı

Ülkeler internetin hızla yaygınlaşmasıyla birlikte bilişim hukuku ile ilgili çalışmalar yapmış olsalar bile endüstri 4.0'ın yaygınlaşmasıyla birlikte bulut bilişim, büyük veri, 3d üretim gibi kavramlar hızla hayatımıza girmesi bu çalışmaların yeniden düzenlenmesi ihtiyacını doğurmuştur. Teknolojik gelişmelerin hızla artması her zaman hukuki altyapıyı bir adım geride bırakmıştır. Üretimde Endüstri 4.0'ın etki göstereceği şirketler, şirket-işçi, şirket-müşteri, şirket-tedarikçi ilişkilerini incelemelidirler. Genellikle yasaları ihtiyaçlar şekillendirdiği için ülkelerin içinde bulunduğu endüstri 4.0 yarışında verilerin güvenliği ve istihdam yapısı hukuk sisteminde yasalar ve kanunlarla yeniden yapılandırılmaya ihtiyaç duymaktadır. Hukuki altyapı eksikliği nedeniyle gelecekte birçok ihlaller yaşanabilecektir. Örneğin 3 boyutlu baskı ile ilaç ya da silah yapılması ile ilgili ne tür düzenlemeler getirileceği önemlidir.

Verilerin Güvenliği: Daha önceleri verilerin kaybolması ve bozulması gündemdeyken endüstri 4.0'ın getirmiş olduğu yeni teknolojik kavramlardan olan bulut bilişim, büyük veri, 3D yazıcılar ile verilerin başkaları tarafından kullanılması, değiştirilmesi veya kopyalanması konuları ön plana çıkmıştır. Veri güvenliği, veri gizliliğini, erişilebilirliğini ve bütünlüğünü istenmeyen erişimlere karşı kullanılan güvenlik bozucu unsurların engellenmesidir.

Verilerin güvenliği konusu son sanayi devriminden daha da önem kazanmıştır. Fortune 500 listesinde ki şirketlerin %97'sinin verileri çalışmıştır. Verileri çalışan şirketlerin oranının bu kadar büyük olması verilerin nasıl korunacağı konusunu akla getirmektedir (Özsoylu, 2017).

Büyük veri kavramıyla birlikte veriye dayalı ekonomik fırsatlarda artmıştır. İşletmeler verilerin analizleriyle birlik çeşitli ekonomik değerler üretmektedir. Gün geçtikçe ülkeler ve işletmeler veriden değer üreterek ekonomik katkı sağlama adına çalışmalarını sürdürmektedirler. Bu ekonomik fırsatların yakalanabilmesi için temelde

bir hukuku çerçevenin varolması gerekmektedir. Bu çerçeve ile verilerin faydalı hizmetlerde kullanılması sağlanmalı, kişisel verilerin korunması dengelenmelidir. Sadece şahıs bilgileri değil, aynı zamanda robotların, üretim aşamaları ve ekonomik işleyişleriyle ilgili veriler de büyük öneme sahiptir. Bu verilerinde gizliliği sağlanmalıdır. Bu ilerlemeler hukukun yeniden düzenlenmesine, teknolojik ilerleme, sözleşme, kefalet ve rekabet yasalarının yeniden ele alınmasını zorunlu kılmaktadır (Özsoylu, 2017).

Üretim endüstrisine yoğunlaşmış işletmelerin veri güvenliği konusunda dikkat etmeleri gereken noktalar; siber güvenlik stratejilerine önem verilmeli, saldırıları kontrol edebilmesi için gerekli alt yapıya sahip olması, gerekli eğitimlerle olabilecek saldırıların önüne geçebilmek olarak sıralanabilir (Huxtable & Schaefer, 2016)

İstihdam Yapısı: İstihdam probleminin her geçen gün arttığı bir çağda, dijitalleşmenin artmasıyla birlikte istihdam yapısı yeni bir döneme girmiştir. Robotlar ve otomasyon sayesinde üretimin otomatize hale getirilmesiyle mavi ve beyaz yakalı diye adlandırılan işçi sınıfına olan ihtiyaç azalması “teknolojik işsizlik” başlığında incelenmeye başlanmıştır.

Teknolojinin istihdam yapısını değiştirip teknolojik işsizliğe sebep olacağı koşununda farklı görüşler vardır. Bu görüşler kavramın kısa ve uzun vadede değerlendirilmesiyle birlikte olumlu ve olumsuz görüşler vardır.

Konuyu olumlu değerlendirenler, işgücü yapısında kısa vadede bir değişiklik olacağı kısa bir süre kısmı işsizliğe sebep olacağı, uzun vadede bu fark kapatılarak işgücünü kalifiye hale getireceği düşüncesini öne sürmektedirler. Teknolojik gelişmelerle beden gücüne olan ihtiyaç azalıp akıl gücüne olan ihtiyaç artacağı için, eğitim düzeyini ve niteliğini arttırmaktadır.

Konuyu olumsuz değerlendirenler, artan nüfusunda etkisiyle herkesin eşit düzeyde ve aynı nitelikte eğitim alabilmesinin mümkün olmadığından işsizliğin hızla yükseleceği görüşündeler. Hızla yükselen işsizlik sosyal sorunlara yol açacağı düşünülmektedir.

Geçmiş sanayi devirlerine bakıldığında, işsizliğin artacağı ile ilgili görüş çürütülmektedir. 3. Sanayi devriminde özellikle otomotiv sektöründe kullanılan robotlar ile otomasyon artışı ekonomik büyümesiyle yeni iş mesleklerin ortaya çıkmasına ve yeni mesleklerin doğmasına sebep olmuştur.

2.2.4.3.4 Yeni İş Modelleri

Dördüncü Sanayi Devrimi'nde dijitalleşme sanayinin önüne geçerek diğer sanayi devrimlerinden farklı olarak endüstrileşmeye yeni iş modelleri, ürün-hizmet modelleri, gibi modeller kazandırmaya başlamıştır (Akbaba, 2018). İş modeli; şirketin kar yapmak için uyguladığı iş yapış şeklidir. Akıllı üretimle birlikte şirketlerin iş yapış şekilleri tamamen değişmektedir. Yeni teknolojiler pazarlamadan tedarige, üretimden satışa tüm süreçleri etkilemiştir.

İnternetin kullanımının artması, hemen hemen herkesin internete ulaşabilmesiyle birlikte e-ticaret yöntemi ortaya çıkmıştır. Bu yöntem iş modellerinde köklü değişikliklere sebep olmuştur. Eskiden benimsenen “üretilen her şey satılır” düşüncesi yerini “müşteriyi nasıl memnun edebilirim? düşüncesine dönüşmüş ve bundan dolayı üretim anlayışı değişmiştir. Bu doğrultuda işletmelerin amacı “kişiselleştirilmiş ürünler” olmuştur.

Daha önceki sanayi devrimlerinden kullanılan taylorizm, fordizm gibi iş modelleri 4.0 Sanayi devrimi ihtiyaçlarını karşılayamadığı için yeni iş modelleri geliştirilerek esnek üretim modeline geçilmiştir. Tüm çalışanların olabildiğince katkıda bulunması, zaman ve hammadde israfını önlemek esnek çalışma modelinin temelini oluşturmaktadır. Bu çalışma modeline yönelik kanban, agile metodolojiler uygulamaya sokulmuştur.

Ürünlerde Kişiselleştirme: Gelişen teknoloji yeni iş modellerinin gelişmesini zorunlu kıldığı gibi hem üretim hem ürün bazındaki değişimi de zorunlu kılmıştır. Artık müşteri memnuniyetini sağlamak için sadece kaliteli ürün üretmek işletmelere yetmemektedir. Gelinen noktada kaliteli ürün üretmek herkes tarafından sağlanabilirliği kabul edilip, kişiselleştirilmiş ürünleri ön plana çıkartmaktadır. Günümüzde tüketici kültürü bireyselliği ön plana çıkartmaktadır. İşletmeleri dijitalleşme yarışında öne geçirecek en önemli etmenlerden biri, kişiselleştirilmiş ürünleri aynı hızda aynı üretim hattından çıkartılmasını sağlayan iş modelleridir.

Bir ürünü kişiselleştirmek, müşterilerin beklentilerine uygun çözümler üretmektedir. Şirketler bunu yapabilmesi için müşterilerin beklentilerini iyi analiz etmesi ve elde

edilen veriler doğrultusunda kişiselleştirilmiş deneyim sunabilecek esnek üretim modeline sahip olması gerekir.

Kişiselleştirme ekonomik gelişmenin temel göstergesi olarak düşünülmektedir. İşletmeleri müşterilerin marka bağlılığını arttırarak satışları yani ciroyu arttırması için gelişmiş ekipmanları endüstri 4.0'ın gerekliliklerine uygun oluşturmaları gerekmektedir.

Sistem Entegrasyonu: Üretim açısından yapıların birbirlerine bağlantılı olması ve sürekli akışın sağlanması önemlidir. Bu akışın sağlanması için her noktada bütünleşme sağlanması gerekir. Üretim işletmelerinin operasyonel başarı sağlayıp pazarda kalıcı olabilmeleri için yatay ve dikey entegrasyonu bir arada ilerleterek faaliyetlerine devam etmeleri gerekir.

Yatay entegrasyon; aynı müşteriye hizmet eden firmaların pazar paylarını arttırmak için birbirleriyle iletişim sağlamalarıdır. Yatay entegrasyonda bir ürünün hammaddesinin tedarikinin sağlanması, ürünün tasarlanması ve üretimi, pazarlama stratejisi ve lojistik faaliyetlerinin tümünü kapsamaktadır. Bu strateji yeni iş modellerinin gelişmesine fırsat vermektedir. Yatay entegrasyon modelinde işletmeler tam kapasite çalışarak maliyetlerini düşürebilmektedirler. Bu durum hem tüketicilere hem üreticilere olumlu yansımaktadır.

Dikey entegrasyon; hem aynı sektörde hizmet veren hem de farklı farklı sektörlerde müşterisi olan işletmelerin birleşmesi şeklindedir. Dikey entegrasyona örnek araba üretimi yapan bir firmanın tekerlek üretimi yapan bir firmayla birleşmesidir.

Yatay ve dikey entegrasyonlardan birisi verimliliği arttırırken diğeri pazar payında kalıcı kitle elde ederek fiyatlama gücüne ulaşmaya yardımcıdır.

2.3 Dijital Olgunluk Modelleri

Bu tez kapsamında yapılan literatür çalışmasında dijital olgunluk seviyesini ölçümleyebilmek için farklı modellere başvurulduğu görülmüş. Yapılan bu çalışmalar ana hatlarıyla literatür özeti başlığı altında verilmeye çalışılmıştır. Dijital olgunluk

seviyesini ölçmek için yapılan çalışmaların kapsamı genel verilmiş olup, az miktarda çalışmanın özele indirildiği görülmüştür.

Schumache ve diğerleri 2016 yılını da yaptıkları çalışmada üretim şirketlerinin Endüstri 4.0'a ne ölçüde hazır olduğunu değerlendirerek, dijital olgunluk seviyelerini ölçmek için imalat işletmeleri olgunluk modeli önermişlerdir. Bu modelde şirketler için 9 ana boyut ve 62 alt boyut tanımlanmıştır. Belirtilen 9 ana boyutlar; "strateji", "liderlik", "müşteriler", "ürünler", "operasyonlar", "kültür", "çalışanlar", "yönetim" ve "teknoloji" dir. Belirlenen bu kriterler, 5 seviyeli soru şeklinde sorulmuştur. 1 en düşük 5 en yüksek seviye olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu model pratikleştirilerek bir şirkete uygulanmış ve şirketin belirtilen 9 ana boyut için puanı hesaplanmıştır. Bu bulgular doğrultusunda modelin üretim şirketleri için doğru bir model olduğu, şeffaf sonuçlar içerdiği, bu alanda farklı uygulamalarında kolayca yapılabileceği görülmüştür. (Schumache, Erol, & Sihn, 2016)

Rockwell Automation firması tarafından 2014 yılında geliştirilen Bağlantılı/İlişkili Kurumsal Olgunluk Modeli şirketlerin dijital olgunluk seviyesini ölçmekle ilgili bir modeldir. Firma, dijital olgunluğun değerlendirilebilmesi için 4 ana boyutlu 5 olgunluk seviyeli bir yaklaşım belirlemiştir. Birinci seviye değerlendirme, ikinci seviye güvenli ve güncellenmiş ağ ve kontroller, üçüncü seviye tanımlı ve organize edilmiş çalışma verileri sermayesi (WDC), dördüncü seviye analitik, beşinci ve son seviye ise işbirliği olarak tanımlanmıştır. Sonuçta her şirketin olgunluk yapısının en doğru değerlendirme şeklinin kendi ihtiyaçları, altyapı ve kaynaklarıyla ilgili olacağı yorumu yapılmıştır (Rockwell Automation, 2014).

Lichtblau ve diğerleri 6 ana boyut ve 18 alt boyuttan oluşan bir olgunluk modeli sunmuştur. Buradaki 6 ana boyut; çalışanlar, strateji ve organizasyon, akıllı fabrika, akıllı operasyon süreçleri, akıllı ürünler ve veri tabanlı hizmetlerdir. 18 alt boyut ise, strateji, yatırımlar, inovasyon yönetimi, dijital modelleme, alt yapı ekipmanları, veri kullanımı, bilgi teknolojisi sistemleri, bulut kullanımı, bilgi teknoloji güvenliği, otonom süreçler, bilgi paylaşımları, veri analizi kullanımları, ürünlere bilgi ve iletişim teknolojisi eklentisi, kullanılan verilerin payı, gelir payı, veri tabanlı servisler, beceri edinme ve çalışan beceri setleri olarak yer almaktadır (Lichtblau, ve diğerleri, 2015)

Geissbauer ve diğeri Dijital Operasyonlar Öz Değerlendirme modelini 4 aşamalı ve 7 ana boyutlu bir model olarak belirtmişlerdir. Bu modelin ilk aşaması; dijital acemilik, ikinci aşaması; dikey entegrasyon, üçüncü aşaması; yatay entegrasyon ve dördüncü aşaması; dijital şampiyon olarak isimlendirilmiştir. Yedi ana boyut ise dijital iş modelleri ve müşteri erişimi, ürün ve hizmet sunumlarının dijitalleştirilmesi, yatay ve dikey değer zincirlerinin dijitalleşmesi ve entegrasyonu, temel veri analiz yeteneği, çevik bilgi teknolojileri mimarisi, uyum-güvenlik-vergiler son olarak organizasyon ve çalışanların dijital kültürü olarak belirtilmiştir. Model mevcut durum ve gelecekteki durumu ölçme seçeneği sunmaktadır (Geissbauer, Vedso, & Schrauf, 2016).

Leyh ve diğeri Endüstri 4.0 Sistem Entegrasyon Olgunluğu Modeli ile ilgili çalışmada, bu modeli 5 aşamalı 4 ana boyutlu olarak belirlemişlerdir. Belirlenen 4 ana boyut şu şekildedir; dikey entegrasyon, yatay entegrasyon, dijital ürün geliştirme ve bölümler arası teknoloji kriterleridir. Belirlenen 5 aşamada şu şekildedir; İlk aşama; temel dijitalleşme seviyesi, ikinci aşama; departmanlar arası dijitalleşme seviyesi, üçüncü aşama; yatay ve dikey dijitalleşme seviyesi, dördüncü aşama; tam dijitalleşme, beşinci aşama; optimize edilmiş tam dijitalleşme olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu modelde herhangi bir uygulama verisine yer verilmemiş sadece teorik olarak tanımlanmıştır. Model herhangi bir olgunluk seviyesine ulaşmamıştır. Modelin uygulanabilirliğinin test edilmesi gerekliliği vurgulanmıştır. (Leyh, Bley, Schaffer, & Forstenhausler, 2016)

(Ganzarain & Errasti, 2016) küçük ve orta ölçekli işletmelerin dijital olgunluk seviyelerini ölçümleyebilmek için 5 aşamalı 3 ana boyutlu bir çalışma yapmışlardır. Belirtilen 3 ana boyut şu şekilde özetlenebilir; Vizyon sahibi olmak, düşüncelerin etkinleştirilmesi ve harekete geçmiş olmak. Bu modelde 5 olgunluk seviyesi belirlemişlerdir. Bu seviyeler en düşüğe göre sırasıyla şu şekildedir; "Başlangıç", "Yönetilen", "Tanımlanmış", "Dönüşüm" ve "Detaylı İş Modeli" seviyeleridir. Bu seviyelerin açıklamaları da aşağıdaki gibidir;

- "Başlangıç" seviyesi, şirket kendisine ait bir endüstri 4.0 vizyonuna sahip değildir.
- "Yönetilen" seviyesi, şirket Endüstri 4.0 stratejisine uygun bir yol haritası oluşturmuştur.

- “Tanımlanmış” seviyesi, müşteri segmentleri, kendilerine özgü değer kavramları ve ana kaynaklar tanımlanmıştır.
- “Dönüşüm” seviyesi, belirlenen stratejiler aktif projelere dönüşmüştür.
- “Detaylı İş Modeli” seviyesi, iş modelinin dönüşümü gerçekleşmiştir. (Ganzarain & Errasti, 2016).

Pessl ve diğerleri (2017) işletmeler için Endüstri 4.0 yol haritası modelini 5 ana boyut ve 6 olgunluk seviyesi üzerine tasarlamışlardır. Bunlar; satın alma, üretim, introlojistik, satış ve insan ana boyutları için çalışmaya başlanması, endüstri 4.0 olgunluğunun analiz edilmesi, hedef durumun belirlenmesi, değerlendirme sonuçlarının belirlenmesi, karara hazırlık, projeleri tanımlama olgunluk seviyeleridir. (Pessl, Sorko, & Mayer, 2017).

Almanya merkezli imalat sanayi şirketlerinin dijital olgunluk seviyelerini ölçmek için bir çalışmada bulunmuşlardır. Bu çalışma için 211 üretim şirketi ile görüşme yapılmıştır. Bu şirketler çeşitli sektörlerde farklı ölçekli firmalardır. Anket yöntemi ile yapılmak istenen bu ölçme işleminde 3 ana boyut altında 14 alt boyut tanımlanmış ve 4 olgunluk seviyeli bir model kullanılmıştır. Bu modelin ana boyutları; kapsamda üretkenlik, hazır bulunma ve müşteri tatmini olarak belirlenirken bunlar bağlı 14 adet alt boyut belirlenmiştir. Bu modelde belirlenen 4 olgunluk seviyesi şu şekildedir; “tutucu”, “teknolojist”, “pazarlamacı”, “iyi uygulamacılar. Bu olgunluk modellerin anlamları aşağıda ki gibidir (Bogner, Voelklein, Schroedel, & Franke, 2016)

- **Tutucu;** Hem üretimde hem de değer zincirinde düşük seviye otomasyona sahip olan şirketler
- **Teknolojist;** üretimde yüksek seviye otomasyona sahip olup değer zincirinde düşük seviye otomasyona sahip olan şirketler.
- **Pazarlamacı;** üretimde düşük seviye otomasyona sahip olup değer zincirinde yüksek seviye otomasyona sahip olan şirketler.
- **İyi Uygulamacılar;** hem üretimde hem de değer zincirinde yüksek otomasyon seviyesine sahip olan şirketler.

M2DDM(A Maturity Model for Data-Driven Manufacturing) adını verdikleri veriye dayalı üretim için olgunluk modeli çalışması yapmışlardır. Rakipleriyle global bir pazarda rekabet edebilecek işletmelerin tüm bilgi teknolojileri mimarilerini endüstri

4.0'a göre hazırladıklarını bu değerlerin yatay ve dikey entegrasyonunu ve ürün yaşam döngüsü boyunca verilerin yönetilmesini kapsayan, veriye dayalı bir üretim modelinin uyarlanması gerekliliğini söylemişti. Bu çıkarımlar sonucunda da veriye dayalı üretim için olgunluk modeli kapsamında 6 ana boyutlu ve 6 olgunluk seviyeli bir model kurmuştur. Ana boyutları şu şekilde belirlemiştir; veri depolama ve hesaplama, hizmet merkezli mimari, bilgi entegrasyonu, dijital ikiz, ileri analitik ve gerçek zamanlı yetenekler olarak tanımlamışlardır. Olgunluk seviyeleri de şöyledir (Weber, Königsberger, Kassner, & Mitschang, 2017);

- Seviye 0: BT Entegrasyonu Yok
- Seviye 1: Veri ve Sistem Entegrasyonu
- Seviye 2: Yaşam Ömrü Döngüsü Verilerin Entegrasyonu
- Seviye3: Hizmet Odaklı
- Seviye 4: Dijital İkiz
- Seviye 5: Kendi Kendini Optimize Eden Fabrika

Üretim ortamlarında yeni teknolojilerin uygulanarak yeni bir döneme geçişte şirketlere yardımcı olmak, yeteneklerini geliştirmek ve onlara rehberlik etmek amacıyla ihtiyaç olan olgunluk modelini belirlemek için literatürü sistematik olarak gözden geçirmişlerdir. Karşılaştırdıkları yedi olgunluk modelini kapsam, amaç, bütünlük, açıklık ve nesnellik özelliklerini karşılaştırmışlardır. Hiçbirinin beklenen tüm kriterleri karşılamadığı sonucu varılmıştır. Bu çalışmalar doğrultusunda olgunluk seviyesini belirlemek için 5 ana boyutlu 6 seviyeli bir olgunluk modeli ortaya atılmışlardır. Bu modelin ana boyutları şöyledir; varlık yönetimi, veri yönetimi, uygulama yönetimi, örgütsel uyum ve süreç dönüşümüdür. Bu boyutlara göre 6 seviyeli bir puanlandırma ölçeği belirlenmiştir. Seviyeler şu şekildedir (Gökalp, Şener, & Eren, 2017);

- Seviye 0: Tamamlanmamış
- Seviye 1: Uygulanan
- Seviye 2: Yönetilen
- Seviye 3: Belirlenmiş
- Seviye 4: Tahmin Edilebilir
- Seviye 5: Optimize Ediliyor

Dijital Hazırlık Değerlendirme Olgunluk Modeli (Digital Readiness Assessment Maturity) adını verdiği DREAMY modelini ortaya koymuşlardır. DREAMY modeli 4 ana boyuttan ve 5 olgunluk seviyesinden oluşmaktadır. Modelin ana boyutları; süreç/yürütme, izleme ve kontrol, organizasyon, teknoloji olarak belirlemişlerdir. Beş olgunluk seviyesi de sırasıyla; başlangıç, yönetilen, tanımlanmış, entegre ve birlikte çalışabilirlik, dijital odaklılık olarak tanımlanmıştır. Modelin iki amacından ilki; imalat firmalarının Sanayi 4.0'a hazır olma derecesini değerlendirmektir. İkincisi ise; imalat firmalarının Sanayi 4.0 açısından güçlü ve zayıf yönlerini belirleyerek Endüstri 4.0'a geçişinde yardımcı olacak yol haritasını belirlemektir. (Carolis, Macchi, Negri, & Terzi, 2017)

ACATECH Sanayi 4.0 Olgunluk Endeksi Modeli, Alman Ulusal Bilim ve Mühendislik Akademisi tarafından geliştirilen 4 ana boyutlu ve 6 seviyeli bir olgunluk modelidir. Ana boyutlar; kaynaklar, bilgi sistemleri, organizasyon yapısı ve örgüt kültürüdür. Belirlenen bu ana boyutlar 6 olgunluk seviyesinde değerlendirilmiştir. Olgunluk seviyeleri sırasıyla; bilgisayarlaştırma, bağlanabilirlik, görünürlük, şeffaflık, öngörülebilirlik ve uyum yeteneğidir. Genel amacı, firmaların mevcut süreçlerinin değerlendirilmesi ve eksik alanlarının belirlenmesiyle, dijital dönüşümlerini şekillendirmeleri konusunda firmalara rehberlik sağlamaktır (Schuh vd., 2017, s. 14). Bu model hakkında, uygulamanın her sektör için ayrı ayrı yapılması gerektiği, her sektörün ayrı dinamikleri olduğu, modelin baz bir model olduğu ve zaman içerisinde gelişmeye devam edeceği yorumları yapılmıştır (Yüce, 2020).

(Canetta, Barni, & Montini, 2018) 5 ana boyutlu ve 4 olgunluk seviyeli bir model tanımlamışlardır. Bu modelde ki ana boyutlar; strateji, süreçler, ürünler ve hizmetler, teknolojiler, insan kaynakları olarak tanımlanmıştır. Olgunluk seviyeleri de "yok", "acemi", "orta düzey", "tecrübeli" olarak tanımlanmıştır.

(Sjodin, Parida, Leksell, & Petrovic, 2018), olgunluk modeli çalışmasında 3 ana boyut ve 4 olgunluk seviyesine sahip model tanımlamışlardır. Ana boyutlar; insanlar, süreçler ve teknoloji olarak tanımlanmıştır. Bu ana boyutlara bağlı olarak tasarlanan olgunluk seviyeleri de; bağlı teknolojiler, yapısal veriler toplama ve paylaşım, gerçek zamanlı süreç analitiği ve optimizasyon, son seviye ise akıllı, tahmin edilebilir üretim olarak tanımlanmıştır.

The University Of Warwick'in, Crimson&Co ve Pinsent Masons (2017) ile birlikte hazırladıkları çalışmada, 6 ana olgunluk boyutuna bağlı 37 alt boyut ve 4 olgunluk seviyesine sahip bir model ortaya koyulmuştur. Ana olgunluk boyutları; ürünler ve hizmetler, üretim ve operasyonlar, strateji ve organizasyon, tedarik zinciri, iş modeli, yasal hususlar olarak verilmiştir. Olgunluk seviyeleri ise acemi (beginner), orta düzey (intermediate), tecrübeli (experienced), uzman (expert) olarak verilmiştir. The University Of Warwick'in danışman firmalarla birlikte hazırladığı çalışma, akademi/özel sektör ortaklığının üst seviyede gerçekleştiği tek çalışma olarak göze çarpmaktadır. Ana boyutların kapsayıcılığı ve alt boyutların detaylandırılmış olması çalışmanın en kritik özelliği olarak öne çıkmaktadır. Bu anlamda süreçlere hem bilimsel açıdan bakıyor olması, hem de reel süreç dinamiklerinin göz önünde bulundurulmuş olmasının faydası görülmektedir. Çalışmada alt boyutların sayısının fazla olması uygulama ve değerlendirme zorluğu yaşatsa da, incelenen çalışmalar arasında en iyi sonucu verebilecek nitelikte olduğu söylenebilir (Yüce, 2020).

Tablo 3: İncelenen Olgunluk Modelleri

Model	Yazar/Yıl	Ana Boyutlar	Olgunluk Seviyeleri
Bağlantılı/İlişkili Kurumsal Olgunluk Modeli	Rockwell Automation (2014)	Bilgi altyapısı, kontroller ve sensörler, veriyi besleyen alanlar, ağlar ve güvenlik kontrolleri	Seviye 1: Değerlendirme Seviye 2: Ağ kontrollerinin güvenliğinin sağlanması Seviye 3: Tanımlanmış ve düzenlenmiş veri sermayesi Seviye 4: Analitik Seviye 5: İşbirliği.
IMPULS Sanayi 4.0 Hazırlık Modeli	K. Lichtblau, V. Stich, R. Bertenrath, M. Blum, M. Bleider, A. Millack, K. Schmitt, E. Schmitz, and M. Schröter(2015)	Strateji ve organizasyon, akıllı fabrika, akıllı işlemler, akıllı ürünler, veri odaklı hizmetler, çalışanlar	Seviye 0: Yabancı Seviye 1: Yeni başlayan Seviye 2: Orta seviye Seviye 3: Deneyimli Seviye 4: Uzman Seviye 5: En iyi performans

Dijital Operasyonlar Öz Değerlendirme Modeli	Geissbauer, Reinhard, Jesper Vedso, and Stefan Schrauf(2016)	Dijital iş modelleri ve müşteri erişimi, ürün ve hizmet sunumlarının dijitalleştirilmesi, dijitalleşme, değer zinciri ve süreçler, temel veri analizi yeteneği, çevik BT mimarisi, uyumluluk, güvenlik yasallık ve vergi, işletme, çalışanlar ve dijital kültür	Dijital acemi Dikey entegrasyon Yatay entegrasyon Dijital şampiyon
İmalat Firmaları İçin Geliştirilmiş Sanayi 4.0 Olgunluk Modeli	Schumacher, Erol ve Sihni (2016)	Strateji, liderlik, müşteriler, ürünler, operasyonlar, kültür, çalışanlar, yönetim, teknoloji	-
Endüstri 4.0 Sistem Entegrasyon Olgunluğu Modeli Endüstri 4.0 odaklı BT ve Yazılım için Olgunluk Modeli Sınıflandırması	Christian Leyh, Katje Bley, Thomas Schaffer , Sven Forstenhausler(2016)	Düşey entegrasyon, dikey entegrasyon, dijital ürün geliştirme ve bölümler arası teknoloji kriteri	Temel dijitalize Bölümler arası dijitalleşme Yatay ve dikey entegrasyon Full dijitalizasyon Optimizasyonu edilmiş tamamen dijitalize edilmiş.
Kobilerde Endüstri 4.0 için Üç Aşamalı Olgunluk Modeli	Ganzarain, Jaione; Errasti, Nekane	Vizyon sahibi olmak, düşüncelerin etkinleştirilmesi ve harekete geçmiş olmak	Başlangıç Yönetilen Tanımlanmış Dönüşüm Detaylı İş Modeli
	Bogner vd. (2016)	Üretkenlik, hazır bulunma, müşteri tatmini	Tutucu Teknolojist Pazarlamacı İyi uygulamacılar
Dijital İşlemler Öz Değerlendirmesi	Pricewaterhousecoopers(2016)	İş Modelleri, ürün ve hizmet portföyü, pazar ve müşteri erişimi, değer zincirleri ve süreçleri, BT mimarisi, "uyumluluk,	Model online seviye ölçümüne izin vermektedir. Üç boyutu zorunlu, diğer üç boyutu ise sektörel olarak serbest seçimli

		yasalar, risk, güvenlik ve vergi”, organizasyon ve kültür	olarak tasarlanmıştır
ACATECH Sanayi 4.0 Olgunluk Endeksi Modeli	Schuh, Anderl, Gausemeier, Hompel ve Wahlster (2017)	Kaynaklar, Bilgi Sistemleri, Organizasyon yapısı, Örgüt Kültürü	Bilgisayarlaştırma Bağlanabilirlik Görülebilirlik Şeffaflık Tahmini Kapasite Uyum Yeteneği
Dijital Hazırlık Değerlendirme Olgunluk Modeli	De Carolis, Macchi ve Terzi (2017)	Süreç, İzleme ve kontrol, Teknoloji, Organizasyon	Seviye 1: Başlangıç Seviye 2: Yönetilen Seviye 3: Tanımlı Seviye 4: Entegre ve birlikte çalışabilirlik Seviye 5: Dijital Oryantasyon
	Pessl, E., Sorko, S. R., & Mayer(2017)	satın alma, üretim intralojistik, satış ve insan	Seviye 1: Çalışmaya başlanması Seviye 2: Endüstri 4.0 olgunluğunun analiz edilmesi Seviye 3: Hedef durumun belirlenmesi Seviye 4: Değerlendirme sonuçlarının belirlenmesi Seviye 5: Karara hazırlık Seviye 6: Projeleri tanımlama
	Gökalp vd. (2017)	Varlık yönetimi, veri yönetişimi, uygulama yönetimi, örgütsel uyum, süreç dönüşümü	Seviye 0: Tamamlanmamış Seviye 1: Uygulanan Seviye 2: Yönetilen Seviye 3: Belirlenmiş Seviye 4: Tahmin Edilebilir Seviye 5: Optimize Ediliyor

Veri tabanlı imalat için olgunluk modeli	Weber vd. (2017)	Veri depolama ve işleme, hizmet odaklı mimari, bilgi entegrasyonu, dijital ikiz, ileri analitik, gerçek zamanlı yetenekler.	Seviye 0: BT Entegrasyonu Yok Seviye 1: Veri ve Sistem Entegrasyonu Seviye 2: Yaşam Ömrü Döngüsü Verilerin Entegrasyonu Seviye 3: Hizmet Odaklı Seviye 4: Dijital İkiz Seviye 5: Kendi Kendini Optimize Eden Fabrika
	Canetta vd. (2018)	Strateji, süreçler, ürünler ve hizmetler, teknolojiler, insan kaynakları	Yok Acemi Orta Düzey Tecrübeli
Akıllı fabrika ve süreç yeniliği konusunda olgunluk modeli	Sjödin vd. (2018)	insanlar, süreçler ve teknolojiler	Seviye 1: Bağlı teknolojiler Seviye 2: Yapısal veriler toplama ve paylaşım Seviye 3: Gerçek zamanlı süreç analitiği ve optimizasyon Seviye 4: Akıllı, tahmin edilebilir üretim

İncelenen tüm olgunluk modellerinin ana boyutları ve olgunluk seviyesi aşamaları Tablo3’de bir arada gösterilmiştir.

2.4 Analitik Hiyerarşi Prosesi

Analitik Hiyerarşi Prosesi(AHP) karar problemlerinin çözümü için 1970’li yıllarda Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiştir. Saaty çalışmasında belirlenen kriterleri ikili olarak karşılaştırarak değerlendiren 9’lu ölçek hazırlamıştır. AHP geliştirildiğinden beri birçok karar verici için en çok başvurulan ve kullanımı yaygın olan çok kriterli karar verme yöntemlerinden biridir. AHP yöntemi kolay uygulanabilir

olması nedeniyle karar verme sorununun giderilmesinde ilgi odağı olmuştur. AHP, karar verme sürecinde hem grup hem birey katılımcıların özelliklerini de göz ardı etmeyen, tüm kriterleri birlikte yorumlayan bir matematik tekniğidir (Dağdeviren, Akay, & Kurt, 2004). AHP yöntemi, sorunu bileşenlere ayırarak onu hiyerarşik bir yapıda düzenlemektedir. Bu yöntem birçok problemde uygulama olanağı bulmuştur. Bu uygulamalar planlama, en iyi alternatifi belirleme, kaynak tahsisi, uyumsuzluk çözümü, optimizasyon gibi birçok değişik alanda gerçekleştirilmiştir. (Vaidya & Kumar, 2006) yaptıkları çalışmaların 2003'ten itibaren yazılan 150 makaleyi inceleyerek AHP konusunda uygulamaları; seçim, değerlendirme, fayda-maliyet analizi, dağıtım-tahsis, planlama ve geliştirme, öncelik ve sıralama, karar verme, tahmin ve sağlık alanları olmak üzere birçok farklı kategoriye ayırmıştır. AHP yönteminin diğer çok kriterli karar verme yöntemlerine göre daha kolay uygulanır bunun başlıca nedenleri şunlardır (Saaty T. L., 1994);

- Doğal olarak değerlendirilir ve yöntemin uygulanması kolaydır.
- Uygulamak için ileri seviye bir uzmanlık derecesi gereksinimi yoktur.
- İnsanların nicel değerleri ve tecrübeleri üzerine dayalıdır.

2.4.1 Analitik Hiyerarşi Prosesinin Aksiyomları

Saaty tarafından geliştirilen Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) temeli Karşılıklı Kıyaslama Aksiyomu, Homojenlik Aksiyomu, Bağımsızlık Aksiyomu, Beklentiler Aksiyomu olmak üzere 4 adet aksiyomdan oluştuğu görülmektedir (Saaty T. L., Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process, 1986)

Karşılıklı Kıyaslama Aksiyomu

Karşılıklı Kıyaslama Aksiyomu; İki durumun birbirine göre tersi olması durumudur (Kuruüzüm & Atsan, 2001). Bu aksiyom karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasında kullanılmaktadır. Karar verici, terslik koşulunu yerine getirerek karşılaştırma yapmalıdır. Karşılıklı kıyaslama herhangi bir kritere ait i-nci ve j-nci alternatifler arasındaki karşılaştırmalar için; karşılaştırma $a_{ij}=1/a_{ji}$ şeklinde uygulanmalıdır. Yani A ve B nin karşılaştırılmasında A B'ye göre 5 kat değerliyse, B'de A'ya göre 1/5 kat

değerlidir. AHP'nin temeli olan bu özellik çok kriterli problemlerin çözümü için basit fakat güçlü yol olarak görülmektedir (Saaty T. L., 2008).

Homojenlik Aksiyomu

AHP yönteminde özellikleri oran olarak birbirinden çok farklı olmayan homojen elementler karşılaştırılabilir. Homojen olmayan durumlarda önemli ölçme hatları çıkar. Karşılaştırmalarda tercihler bir ölçekle temsil edilmelidir. Bu ölçek sağlanmamışsa karşılaştırılan elemanlar homojen değildir. İkili karşılaştırmalarda a ve b ölçütlerin diğerine göre ∞ kez üstün olduğu kabul edilemez. $a_{ij} \neq \infty$ 'dir. Homojenlik aksiyomunda sonsuz tercihlerin yasaklandığı görülür. Karşılaştırılan elemanların homojen olmadığı durumlarda gruplandırma kullanılır. Gruplamada elementler ortak bir özelliğine göre gruplanır.

Bağımsızlık Aksiyomu

Sentez aksiyomu olarak da adlandırılan bağımsızlık aksiyomu hiyerarşinin bir seviyesindeki elementle ilgili yargıların veya önceliklerin kendisinden daha aşağıdaki elementlerden bağımsız olduğunu ifade etmektedir (Forman & Glass, The Analytic Hierarchy Proses: An Exposition, 2001). Üst seviyedeki kriterlerin öncelikleri yeni bir alternatif eklendiğinde veya çıkarıldığında değişmemesi gerekmektedir (Kuruüzüm & Atsan, 2001).

Beklentiler Aksiyomu

Bir karar problemi ancak hiyerarşik yapı da sunulabilir. Bu karara varmak için hiyerarşik yapının tam olduğu varsayılır. Karar problemini etkileyen her bir kriter ve alternatif hiyerarşik yapıda gösterilmek zorundadır.

2.4.2 Analitik Hiyerarşi Prosesinin Prensipleri

AHP, bir karar probleminin çok kriterli nesnelere önceliklerini hiyerarşik bir yapı içerisinde belirlemeye ve temsil etmeye olanak sağlayan sistematik bir metottür. (Keçek & Yıldırım, 2010). AHP'nin problemi ele alma ve çözme süreci kısaca 4 temel prensipten oluşmaktadır. Bu prensipler; ayrıştırma, mukayeseli yargılama, hiyerarşik kompozisyon veya önceliklerin sentezlenmesi ve karma kompozisyona göre nihai

kararın alınması şeklinde sıralanır. Bu temel prensipler şu şekilde açıklanabilir (Kuruüzüm & Atsan, 2001):

Ayrıştırma: Analitik Hiyerarşi Prosesi'nin ilk adımıdır. Bir karar problemini daha kolay kavranmasını ve değerlendirilmesini sağlayacak hiyerarşik bir düzende alt problemlere ayrıştırma sürecidir. Kısaca, karar hiyerarşisinin kurulması anlamına gelir. Karar hiyerarşisinin en tepesinde ana hedef yer almaktadır. Bir alt kademe kararın kalitesini etkileyecek kriterlerden oluşmaktadır. Bu kriterlerin ana hedefi etkileyebilecek özellikleri varsa, hiyerarşiye başka kademeler eklenebilir. Hiyerarşinin en altında karar alternatifleri yer almaktadır. Karar hiyerarşisinin kurulmasında hiyerarşinin kademe sayısı, problemin karmaşıklığına ve detay derecesine bağlıdır (Zahedi, 1987).

Mukayeseli Yargılama: Analitik Hiyerarşi Prosesinin ikinci adımı oluşturur. Mukayeseli karşılaştırma iki kriterin birbirleriyle karşılaştırılması anlamına gelir ve karar vericinin yargısına dayanır. İkili karşılaştırmalar karar kriterlerinin ve alternatiflerin öncelik dağılımlarının kurulması için tasarlanmıştır. Daha açık bir ifade ile, hiyerarşideki elemanlar bir üst kademedeki elemana göre görece önemlerinin belirlenmesi için ikili olarak karşılaştırılır (Saaty T. L., 1980). Eğer hiyerarşinin belirlenen düzeyi karşılaştırılacak n eleman içeriyorsa toplam $n(n-1)/2$ adet ikili karşılaştırma yapmak gerekir. Bu karşılaştırmalar matrisler şeklinde düzenlenir. Saaty, AHP'nin kullanılmasında doğrudan doğruya ilgili kişilerle yüz yüze anket yapıp, onların ikili karşılaştırmalara ilişkin görüşlerinin alınmasını önermektedir. İlgili kişiler en az konuyu bilen, konuya aşina olan kişiler olmalıdır (Evren & Ülengin, 1992).

Sentez: Karşılaştırılan her elemanın önceliğinin (görece öneminin) hesaplanması sentezleme olarak adlandırılmaktadır. Sentezleme aşaması en büyük öz değer ve karşılık gelen öz vektörün hesaplanmasını ve normalize edilmesini kapsamaktadır. Normalize etmede çeşitli yöntemler olmasına rağmen her sütunun elemanlarının sütun toplamına bölünmesi ve elde edilen satır toplamının bu satırdaki eleman sayısına bölünmesi yöntemi yaygın olarak tercih edilmektedir (Kuruüzüm & Atsan, 2001).

Nihai Karar: AHP'nin son aşaması karar probleminin çözümlenmesi aşamasıdır. Bu aşamada problemin ana hedefinin gerçekleştirilmesinde karar alternatiflerinin sıralaması olarak hizmet edecek bir karma (composite) öncelikler vektörü oluşturulur.

Bu vektörü oluşturmak için her değişken için belirlenen öncelik vektörlerinin ağırlıklı ortalaması alınır (Zahedi, 1987). Elde edilen nihai öncelikler karar alternatif puanları olarak da adlandırılabilir ve karar vericinin alternatif tercihlerine ilişkin yargısal algılamalarının yoğunluğunu temsil eder (Kuruüzüm & Atsan, 2001).

2.4.3 Analitik Hiyerarşi Prosesinin Aşamaları

Bir problemin çözümünü AHP yöntemiyle yapabilmek için çeşitli aşamalar uygulanması gerekmektedir. Genel kabul görmüş aşamalar ilgili formülasyon ile birlikte aşağıda açıklanmıştır (Saaty T. L., 1980).

- I. Probleminin Tanımlanması
- II. Hiyerarşik yapının oluşturulması
- III. İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması
- IV. Kriterlerin Yüzde Önem Dağılımları ve Öncelik Vektörünün Oluşturulması:
- V. Tutarlılık Oranının Hesaplanması
- VI. Seçeneklerin sıralanması

AHP yönteminde uygulaması sağlıklı bir sonuç verebilmesi için şu kurallara dikkat edilmelidir (Saaty & Vargas, 2001)

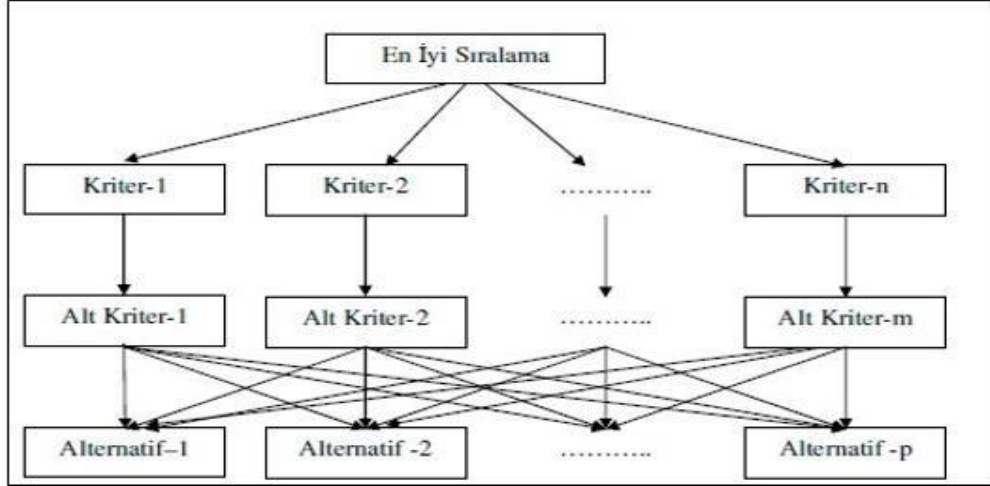
- Uygulamaya konu olacak olan problem ve hedef tam doğru bir şekilde belirlenmelidir.
- Hedefe en uygun ölçütler, ana ve alt kriterler ile karar alternatifleri seçilmelidir.
- Karar alternatifleri arasında farklılıkların fazla olmamasına dikkat edilmelidir.
- Karar alternatifleri birbirinden bağımsız olmasına dikkat edilmelidir.

Problemin Tanımlanması: Analitik hiyerarşi prosesinin ilk aşamasıdır. Problemin tanımını yapılması iki aşamalı süreçtir. İlk aşamada kararın kaç sonuç üzerinden değerlendirileceği belirlenirken ikinci aşamada karar noktalarını etkileyen faktörler bulunur. Oluşturulacak ikili karşılaştırmanın tutarlı olabilmesi için sonucu etkileyecek faktörlerin sayısının doğru belirlenmesi ve detaylı tanımlarının yapılması

gerekmektedir. Problemin doğru tanımlanmasıyla karar vericilerin ulaşmak istediği hedef belirlenmiş olur.

Hiyerarşik Yapının Oluşturulması: Bu aşama AHP yönetimin en önemli aşamasıdır. Karar hiyerarşisi bu aşamada oluşturulur. Amaç, hedef ve alternatifler hiyerarşinin 3 temel seviyesidir (Forman & Selly, 2001) Bu aşamada, belirlenen genel amacı ifade eden hedeften başlayarak, daha sonra belirlenen kriterlere varsa alt kriterlere son olarak da belirlenen alternatiflere doğru bir hiyerarşik yapı oluşturulur. Belirtilen her bir küme bir hiyerarşi düzeyini oluşturur. En üst düzeyde sadece bir öge bulunur. Bu öge genel amaçtır yani hedefdir. Bundan sonra gelen düzeylerde farklı ögeler bulunabilir. Bir düzeydeki ögeler, bir sonraki daha yüksek düzeydeki kriter çerçevesinde birbirleriyle karşılaştırılır. Her düzeydeki ögeler aynı önem derecesine sahip olmalıdır. Hiyerarşinin düzey sırasında bir sınırlama yoktur. Oluşturulan hiyerarşi bir kalıp değildir. Hiyerarşiye yeni kriterler ile alt kriterler ve alternatifler eklenebilir. (Saaty T. , 2000). Saaty, insanın bilişsel yeteneklerinin sınırları dikkate alarak hiyerarşinin her seviyedeki kriter sayısını 7 ± 2 olarak tavsiye etmektedir (Özdemir & Saaty, 2006). Hiyerarşi kurulurken şu hususlara dikkat edilir.

- Problemi en iyi şekilde temsil etmeli
- Problemi etkileyen tüm yan faktörler göz önüne alınmalı
- Çözümü etkileyecek tüm yayın ve belgeler dikkate alınmalı
- Problemden etkili olacak karar vericiler belirlenmeli.



Şekil 4: Fonksiyonel Hiyerarşik Yapı (Saaty & Vargas, 2001)

İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması: AHP’de probleme ait kriterler, alternatifler ve hiyerarşi belirlendikten sonra öğelerin her birinin göreceli üstünlüğünün belirlenmesi için ikili karşılaştırma matrisleri hazırlanır. Karşılaştırma matrisi oluşturulurken karar vericiler kriterleri ikili olarak karşılaştırırlar. Burada amaç kriter ve alt kriterlerin göreceli önem derecelerini tespiti sağlamak ve amaca en etkin olan bulmaktır. İkili karşılaştırma işlemi yapılırken Saaty tarafından oluşturulan ikili karşılaştırma ölçeği kullanılır. Bu ölçeğin etkinliği farklı alanlardaki uygulamalar ve başka ölçeklerle yapılan teorik karşılaştırmalar sonucunda (Evren & Ülengin, 1992). Saaty, AHP'nin kullanılmasında doğrudan doğruya ilgili kişilerle yüzyüze anket yapıp, onların ikili karşılaştırmalara ilişkin görüşlerinin alınmasını önermektedir. Söz konusu ilgili kişi ve/veya kişiler mutlaka konunun uzmanı olmasalar bile en azından konuyu bilen, konuya aşina olan kişiler olmalıdır (Evren & Ülengin, 1992).

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit önem	Her iki faktör aynı öneme sahip.
3	Orta düzeyde önem	Tecrübe faaliyeti diğerine göre biraz daha önemli.
5	Kuvvetli düzeyde önem	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine göre kuvvetle daha önemli.
7	Çok kuvvetli düzeyde önem	Bir faaliyet güçlü bir şekilde tercih ediliyor ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görülüyor.
9	Mutlak düzeyde önem	Bir faaliyetin diğerine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar çok büyük bir güvenilirliğe sahip.
2.4.6.8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasına düşen değerler.

Şekil 5: Matrislerin Önem Dereceleri (Saaty T. L., 1980)

Tablodan da anlaşılacağı gibi 2,4,6,8 değerleri ara değerlerdir. Karşılaştırılan kriterler arasında hangisinin bir diğerine üstün olduğu net belirlenemiyorsa bu değerler kullanılır. Örneğin karar verici 1 ve 3 arasında kararsız kalırsa 2 değerini kullanabilir (Palaz & Kovancı, 2008). Saaty kriter sayısının 10'dan az olmasının problem için en iyi sonucu verdiğini belirtmiştir. Bunu belirlerken de Miller'i referans olarak gösterip, insanın bilişsel yetenekleri bakımından en fazla kendisiyle birlikte 9 elementi karşılaştırmanın önemli olduğunu söylemiştir. AHP yönteminde sonuçlar, karar vericilerin hiyerarşik yapıda ki kriterleri karşılaştırırken vereceği değerlere göre belirlenir. Bu nedenle de ikili karşılaştırmalar yapılırken birine önemli gelen bir kavramın veya durumun diğerine göre önemi daha az veya daha fazla olabilir. Karşılaştırma Ölçeğinde Üst Sınır 9 olarak belirlenmiştir. Bunun nedeni şu şekilde sıralanabilir (Dağdeviren, Akay, & Kurt, 2004).

- Nitelik olarak farklılıklar pratikte anlamlı olup karşılaştırma yapılan sayıların aynı büyüklük sırasından gelmesi ya da kullanılan özelliklerin yakın olması yapılan çalışmanın doğruluğunu arttırmaktadır.
- Niteleyici ayrımlar yapma imkânı 5 sıfatla sağlanmıştır. Eşit, zayıf, güçlü, Çok Güçlü ve tam olarak. Ara değerler ile birlikte 9 tanımlayıcı elde edilmiştir.
- Rakamları değerlendirmek için çoğu kez kullanılan pratik yöntem 3 kategoride sınıflandırılır. Yüksek, orta ve düşük seviye olarak. Daha detaylı sınıflandırma için bu kategoride ki her biri tekrar kendi içinde yüksek, orta ve düşük olarak sınıflamaya tabi olur. Buradan da anlaşıldığı üzere anlam farklılıkları her zaman 9 tür de ifade edilir. Bundan dolayı 9 rakamının üzerine çıkılmamalıdır.
- Anında yapılan karşılaştırmalar da psikolojik sınır 7 ± 2 kriterdir. Eğer birinci sebepte verilen tarife uygun 7 ± 2 tane madde ele alınırsa ve bunların hepsi birbirinden çok az farklı ise, bu farklılıkların gösterilebilmesi için dokuz noktaya ihtiyaç duyulur. Bir kişinin t anında değerlendirebileceği maksimum limit 7 ± 2 kriterdir. Karşılaştırma da matris $n \times n$ şeklinde bir kare matristir. Köşegen üzerinde matris bileşenleri 1 değerini alır (Yaralıoğlu, 2011: 135).

Eleman sayısı n olan bir matriste $n(n-1)/2$ adet karşılaştırma matrisi oluşturulur

“Her alternatifin kendisi ile karşılaştırılmasında değer olarak “1” kullanılır. Matrisin satırlarında sırasıyla 1-inci, 2-inci, ..., alternatifler yer alır. Böylece “*A Karşılaştırma Matrisi*” oluşur.”

Tablo 4: Karşılaştırma Matrisi

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Kaynak: (Timor, 2011)

Örnek bir karşılaştırma matrisi olarak Tablo 4.5’te gösterilebilir.

Tablo 5: Örnek Karşılaştırma Matrisi

Kriterler	Et1	Et2	Et3
Et1	1	5	7
Et2	1/9	3	3
Et3	1/7	5	1

Kriterlerin Yüzde Önem Dağılımları ve Öncelik Vektörünün Oluşturulması: Bu işlemin yapıldığı bölüm sentezleme bölümüdür. Sentez aşamasında en büyük öz değer ve bu öz değere karşılık gelen öz vektörün hesaplanmasını ve normalize edilmesini kapsar (Kuruüzüm & Atsan, 2001). İkili karşılaştırma matrisleri kurulduktan sonra yapılması gereken işlem görelî önem vektörünün bulunmasıdır. Bu işlemleri yapmak için çeşitli metotlar mevcuttur. Matrisin her sütunundaki eleman o sütunun toplamına bölünerek elde edilen satırlardaki her bir eleman toplanır ve bu toplam o satırdaki eleman sayısına bölünür. Bu yöntem bölmeli iyi yöntem olarak da adlandırılır ve hem özvektörü tahmin başarısının yüksekliği hem de uygulamada ki kolaylığı nedeniyle daha çok tercih edilir. Özetle elemanların her birinin amaca ne kadar yardımının olacağını belirler.

Tutarlılık Oranının Hesaplanması: AHP kendi içerisinde her ne kadar tutarlı bir yöntem olsa da, sonucun tutarlılığı karar vericilerin değerlendirmelerine bağlıdır. Karar vericilerin ikili karşılaştırma matrislerine verdikleri cevabın sonucunda nihai karar oluşur. Nihai kararın güvenilirliği ve kalitesini denetlemek için tutarlılık oranı doğru hesaplamak önemlidir. Karar vericilerin tutarlılığını belirlemek amacıyla her matris için tutarlılık oranı bulur. Tutarlılık oranını bulabilmek için bazı matematiksel işlemler yapılır. Bu işlemler; öncelik değerinin hepsi sırayla ikili karşılaştırma matrisinin kendine ait sütunundaki her bir değerle çarpılmasıyla elde edilen matristeki satırların toplanması, her bir satır toplamının ait olduğu öncelik değerine bölünmesi, bu işlemin ardından ulaşılan değerlerin ortalamasının alınması şeklindedir. Bu matematiksel işlemler neticesinde oran 0.10' a eşit yada bu değerden küçükse yapılan karşılaştırmalar tutarlıdır sonucuna varılabilir. Eğer bu değerden daha yüksekse problem düzenlenmek üzere ele alınır.

Seçeneklerin Sıralanması: Bu aşama AHP yönteminin son aşamasıdır. Son aşamada seçenekler sıralanır. Bu sıralama işlemleri Hiyerarşinin tepesinden başlanarak altına doğru tüm ağırlıklar çarpılır, elde edilen çarpımların toplanarak alternatifin hepsine ait nihai ağırlık elde edilerek en yüksek değere sahip alternatifin seçilmesiyle sonlanır (Doğan & Karakuş, 2014)

2.4.4 Analitik Hiyerarşi Prosesinin Avantajları ve Dezavantajları

AHP'nin üstün yanları şu şekilde sıralanabilir (Kuruüzüm & Atsan, 2001);

- Büyük ölçekli problemleri ele alabilmesi özelliği ile esnek bir modelleme aracıdır. Her türlü kurumsal ve kişisel probleme çözüme kavuşturma da etkilidir.
- Kriterler ikili olarak her düzeyde karşılaştırılabilmektedir. Çok daha fazla sayıda kriter probleme dahil edilebilmektedir.
- Karmaşık problemleri basit hale getirir.
- Nitel ve nicel kriterleri birlikte ele alma imkânı sunar.
- İleri seviye de teknik bilgi gerektirmemekte ve neredeyse herkes tarafından kullanılmaktadır.
- Grup kararlarında kullanıma uygundur.
- Grup halinde karar verirken düşünceye ait zıtlıklar da dikkate alınır. Bu durum sonuçların güvenilirliğini artırır.
- Problemlerde ki başarı karar vericinin tercihlerini ifade etme yeteneği ile ilgilidir

AHP'nin zayıf yanları (Karataş, 2019);

- AHP' de kesinlikle doğru kararlar bulunamaz. Doğruya yakın veya daha iyi karar vermeyi, fikir birliğine varılmasını sağlar. Karar vericilerin yargıları ile yönetildiğinden ortaya çıkan sonucu doğrulamanın bir yolu bulunmadığı ifade edilir.
- AHP yönteminde modelin oluşturulmasında faktörlerin her kademedeki doğru kullanılmaması, seçilmemesi ve bulguların sorgulanamaması sonuçların

geçerlilikten uzaklaşmasına sebep olabilir. Karşılaştırmalar da ayrıntılı ve tam bilgi kullanıldığında en iyi sonuca ulaşılır

- Kademe sayısının artması durumunda ikili karşılaştırma matrisleri de artar. AHP modeli kurmak için daha fazla zaman ve çaba ister.
- Sıra değiştirme, herhangi bir karar seçeneği probleme eklendiğinde veya çıkarıldığında karar seçenekleri sıralamasının değişmesi demektir. Problem de yer alan seçenekler ve veya kriterlerin ağırlıklarının değişmesi sebep olur.
- Kriterlerin seçenekler dikkate almadan değerlendirilmesi sorun yaratır. Ayrı sözel ve sayısal yöntemler farklı kararların alınmasına sebep olur.

3. ÖNERİLEN MODEL

3.1 Dijital Olgunluk Modeli Kriterleri ve Alt Kriterleri

3.1.1 Dijital Strateji

Strateji işletmelerin kısa, orta ve uzun dönem amaç ve hedeflerini planlayarak bu amaçları gerçekleştirmek için kullanılacak kaynakları belirleme, dağıtım ve kullanılması ile ilgili uygun faaliyet programı hazırlamaktır. Peter Drucker, stratejik yönetimin ana görevinin bir işin misyonunu baştan sona düşünmek ve “Bizim işimiz nedir, ne olmalıdır?” sorularını sorarak, belirlenen amaçlar doğrultusunda, belirlenen kararların yarınki sonuçları vermesini sağlamak olduğunu söylemiştir (Drucker, 1999)

Bir kuruluşun stratejisi; o şirketin hissedarları, müşterileri ve çalışanları için nasıl değer üretmeyi planladığını tanımlar. İşletmeler uzun vadeli plan yapıp değer üretilmek için stratejiyi en iyi anlatan kriterleri ölçmülebilmelidirler. Yapılan literatür araştırmasıyla her şirketin strateji tanımının bir diğerinden farklı olduğu görülmüştür. Bir şirketin stratejisi profesyonel yönetim kurarak işi geleceğe taşımakken diğerinin stratejisi şirketin rekabet gücünü arttırmak bir diğerinin stratejisi aile şirketinin geleceğini korumak olabilir. Şirketlerde bütüncül stratejik yaklaşım benimsenmediğinden şirketler için strateji tanımı baskın yöneticiye göre

değişmektedir. Finans yöneticileri (CFO) stratejiye finansal açıdan, satış ve pazarlama yöneticileri müşteri açısından, üretimle ilgili çalışanlar kalite ve diğer süreç kriterleri açısından yaklaşabilmektedir. İnsan kaynakları profesyonelleri insana yapılan yatırıma odaklanırken, bilgi ve iletişim teknolojileri yöneticileri (CIO) ise teknolojiye odaklanabilmektedir (Kumaş, 2021).

Dijital Dönüşümün sağlıklı bir şekilde gerçekleşmesi ve belirlenen hedeflere öngörülen sürede ulaşılabilmesi için önceliklendirme ve yol haritasının oluşturularak sürecin planlanması olmazsa olmaz bir gerekliliktir. Başarılı bir Dijital Dönüşüm stratejisi oluşturabilmek için organizasyonun mevcut dijital olgunluk düzeyinin bilinmesi ve buna uygun eylem planının oluşturulması önemlidir. (Berghaus & Back, 2016). Dijitalleşmeyi kurum stratejisinin bir parçası olarak değerlendiren ve buna göre önceliklendirme, yol haritası, performans hedefi ve getiri hesabı yapan işletmelerin dijital dönüşümde daha başarılı oldukları görülmektedir.

Başarılı bir dijital strateji oluşturabilmek için aşağıdaki sorulara cevap aranmalıdır; Hangi alanlarda dijitalleşmeye odaklanılacaktır? (Pazara açılma stratejisi mi? ürün hizmet inovasyonu mu?) Mevcut iş modellerinde mi daha fazla dijitalleşmeli yoksa yeni dijital iş modellerine mi odaklanılmalıdır? Dijital saldırganlara karşı gerçekten rekabetçi olunmuş mu? Dijital vizyon var mı? varsa nedir? Dijitalleşme rekabetçiliği nasıl etkiliyor? Nerede iyi bir şekilde konumlanılır? Nerede dezavantajlı olunur? Hangi dijital fırsatlar kurum stratejisi ile uyumludur? Bu fırsatlarla ilgili alınacak riskler hangi sıra ile takip edilmelidir? Gap (Boşluk) analizi yapıldı mı? Başarılı bir dijital dönüşüm için yetenek, organizasyon ve sistem olarak nelerin tamamlanması gerekiyor? Dijital Dönüşüm Yol Haritası hazır mı? Zaman çizelgesi belirlendi mi? Hedefler ve sorumluluklar nelerdir? Tüm bunları finanse edecek fon var mı? (The Boston Consulting Group [BCG], 2020) Bir işletmede dijital strateji oluşturulurken aşağıda belirtilen temel dijital araçların dikkate alınması faydalı (Government, 2020)

Online Varlık: İşletmenin; topluluklar ve diğer işletmeler tarafından çevrim içi olarak görüldüğü ortamı ve görülme biçimini ifade eder. Online varlık denilince kurumsal web sitesi, mikro siteler, Sosyal medya (LinkedIn, Facebook, Twitter, Youtube, Instagram vb.) ve mobil platformlar akla gelir.

Dijital Pazarlama: Çevrim içi araçlar ve kaynaklar kullanılarak işletmelerin tanıtımıdır. Dijital pazarlamada kullanılan en popüler araçlar web siteleri, mobil uygulamalar, sosyal medya platformları, e-posta pazarlamalarıdır.

Online Satış: İşletmelerin mağazalarının kapıları kapalıyken bile ürün ve hizmeti müşteriye ulaştırma imkanı sunar. Pandemi koşullarıyla birlikte online satışa olan ilgi artmış, pandemi süresince kapalı olan mağazalara online ulaşma imkanı artmasıyla birlikte dünyada e-ticaret hacmi %18 büyümüş, Türkiye’de ise bu oran % 66’a ulaşmıştır.

Müşteri Etkileşimleri: Müşterilerin tercih ettiği herhangi bir yöntemle işletmeyle iletişim kurmasıdır. Burada önemli olan müşterinin minimum çaba ve zamanda maksimum hizmeti alabilmesidir. Bunun için müşteri ilişkileri yönetimi sistemleri kullanılması şirketlere büyük ölçüde fayda sağlamaktadır. Müşteri ilişkileri yönetimi sayesinde müşterilerden bilgi toplanması toplanan bilgilerin analiz edilmesi ve izlenmesi müşteri memnuniyeti ve dijital stratejinin performansını görmek açısından önemlidir.

Çevrimiçi Güvenlik: Sunucularda ve bilgisayarlarda depolanan veriler hayati varlıklar olduğundan işletmeler için son derece önemlidir. Çevrimiçi güvenliğin başlıcaları; şirket verilerine ve müşteri bilgilerine erişim ile ilgili politikalar, bulut tabanlı yedekleme istemleri, güvenli yazılım ve ödeme sistemleridir.

Tedarikçi Etkileşimleri: Dijital ekonomide aktif olabilmek ve potansiyel tedarikçi ilişkileri kurmak ulusal ve uluslararası pazara erişimin yanında tedarikçi etkileşimlerinin daha verimli ve etkili olduğu anlamına gelir. İyi yönetilmiş tedarikçi ilişkileri; maliyetlerde düşüşle birlikte geliştirilmiş bilgi sistemleri ile işletmeye stratejik rekabet avantajı kazandırarak karlılığı arttırabilir (Aytaç, 2008). Tedarikçilerle özellikle ürünlerin, hizmetlerin ve tekliflerin iletilmesinde dijital çözümleri benimsemiş çevrimiçi etkileşim kurmak işletmelere kar elde ettirir.

Mobil Tabanlı Çözümler: Mobil tabanlı çözümleri işlerine entegre etmek işletmelerde stratejinin bir parçasıdır. Mobil tabanlı çözümler harici ve dahili olabilir. Harici çözümler cep telefonu veya tabletler aracılığıyla müşterilere işlem yapma seçeneği sunarken dahili çözümler işleri daha verimli bir şekilde yürütmeleri için personel yöneliktir. Entegre edilmiş mobil tabanlı çözümler işletmelere etkin iletişim

geliştirme, işlerde esneklik sağlayarak ve hızlı karar verme yetkinliği kazandırarak verimliliği arttırma noktasında avantaj sağlar.

Teknoloji Yoluyla Verimlilik: İşletmelerde doğru yazılımsal ve donanımsal ürünler kullanarak işler daha etkili ve verimli bir şekilde gerçekleştirilebilir. Bu yöntem verileri daha hızlı işleme, bilgilere daha kolay ve hızlı bir şekilde ulaşma yeteneği kazandırır. Bu yetenekler işletmelerde genel giderleri azaltırken ekibin genel zamanlı performansına artı yönde etki sağlar.

Bulut Bilişim: Bilgisayar ve diğer cihazların verileri ve programları bilgisayarda depolamak yerine, istendiği zaman kullanılabilen ve kullanıcılar arasında paylaşılmak için bilgisayar kaynakları sağlayan internet kayanlı bilişim hizmetidir. İşletmelerde yeni alt yapı yatırımları yapmadan, lisanslı yeni yazılımlar almadan, uzman personel yetiştirmeden şirketlerde verimliliği sağlamanın stratejik bir yoludur.

3.1.1.1 Dijital Stratejinin Alt Kriterleri

Dört ana kriterimizden ilki olan dijital strateji kriterimiz işletmelerin dijitalleşme sürecinde belirlemiş olduğu yol haritası, performans hedefleri ve finansal fon planlama olmak üzere üç alt kriterden oluşur.

Yol haritası: İşletmelerin dijitalleşme çalışmalarına başlamadan önce bu süreçte uygulayacakları aksiyon planlarını doğru ve kararlı bir şekilde oluşturmaları gerekir. Bu aksiyon planları dijital lider eşliğinde ya da alanında uzman yöneticiler tarafından oluşturulmalıdır.

Performans hedefleri: Farklı misyon ve vizyona sahip işletmelerde stratejiye uygun biçimde belirlenen hedeflere ulaşmak amaçlanır (Ağca & Tunçer, 2006). Bundan dolayı işletmelerde dijitalleşme çalışmalarında metrik ve temel performans göstergelerini önceden belirlenmesi gerekmektedir.

Finansal fon planlama: Dijitalleşme çalışmalarında işletmelerin çok ciddi finansal fon ayırmaları gerekmektedir. Bu alt kriter planlanan yatırımların fiilen yapıp yapılmadığını ölçmek için belirlenmiştir.

3.1.2 Organizasyon Yönetimi

Dijital dönüşüm sürecinde işletmelerin organizasyon yönetiminde ve iş modellerinde çeşitli değişimler oluşmuştur. Dijital organizasyonlarda dijital teknolojiler iki şekilde kullanılır. Birincisi dijital teknolojilerin ürünlere ve hizmetlere entegre edilmesi ikincisi ise müşteriler, çalışanlar, iş ortakları, tedarikçiler, yatırımcı ve düzenleyicileri kuruluşlarla dijital etkileşimi arttırmayı ifade eder (Şensoy, 2021).

3.1.2.1 Organizasyon Yönetimi Alt Kriterleri

Dijital dönüşümü vizyon edinmiş bir işletmenin “Organizasyon Yönetimi” kriteri için; teknolojik yeniliklere hızla ayak uydurabilecek insan kaynakları stratejilerinin belirlenmesi, gelişime uygun dizayn edilmiş organizasyonel mimarinin tasarımı, çalışan eğitimi için eğitim ve yatırım planlarının oluşturulması alt kriter olarak değerlendirilmektedir.

İnsan Kaynakları: Dijital olgunluk düzeyi belirlenirken en önemli kaynağın “insan” olduğu unutulmamalıdır İşletme stratejileri ile çalışanların sisteme nasıl entegre edileceği ile ilgili çalışmalar insan kaynaklarına girdi sağlamaktadır.

Dijital dönüşüm benimseme ve uygulama aşamasında, işletmelerin organizasyonel mimarisinin, çalışan profiline, dijitalleşmeye yatkın, teknolojik gelişmeleri yakından takip edebilen ve yeni düzene hızla ayak uydurabilecek kabiliyette olması gerekmektedir. Şirketler dijitalleşme süreçlerini tamamlamış olsalar bile bu dijital mekanizmayı kullanabilecek, anlamlandırarak ve yorumlayacak personel ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeple verileri analiz etme bu analizler sonucunda yorumlamalar yapma ve bunları yaparken de doğru sorular sorabilme yeteneğine sahip tüm kademelerden personele ihtiyaç gün geçtikçe artmaktadır (Bersin & Zao-Sanders, 2020).

Dijitalleşme uygulamaları için yeniliği merkeze alan gelişime açık iş gücü teknikleriyle teknolojinin bulunduğu sosyo-teknik bir yaklaşım gerektirmektedir

(Kagermann, Helbig, Hellinger, & Whlster, 2013). Dijitalleşme çalışmaları ile yeni iş modellerinin geliştirilmesiyle birlikte süreçlerin insansız olarak gerçekleştirilmesine bağlı olarak fiziksel güce dayalı işgücü azalarak beyine bağlı iş gücü ihtiyacının artacağı beklenmektedir. Bu sebeple dijitalleşmeye geçiş aşamasında işletmeler, dijital dönüşüme uyum sağlayacak nitelikli iş gücüne ihtiyaç duyacaktır. Ayrıca kuruluşlarda bilgi teknolojileri, otomasyon teknolojileri, büyük veri analitiği ve güvenliği ve üçüncü taraf yazılımlar alanlarında da istihdam ihtiyacı ortaya çıkacaktır (Koçak & Diyadin, 2018).

Bu yeni iş kolları ve bu iş gücüne sahip insanları konumlandırmak için şirketlerin gelişime açık organizasyonel mimari oluşturmaları gerekmektedir.

Organizasyon Geliştirme: Bir işletmenin verimliliğini arttıracak özel stratejiler belirleme çalışması organizasyonel gelişmeyi ifade eder. Organizasyonlar yeniliğe ayak uydururken sıfırdan tasarlanmaz. Dijitalleşme yolunda karlılığı ve verimliliği arttıracak ve dijital dönüşüme hızla ayak uyduracak şekilde bir dönüşüm evresinden geçerler. Dönüşüm evreleri her zaman dinamiktir. Belirlenen bir organizasyon oluşan iç ve dış koşullara göre değişebilmektedir. Özetle dijital dönüşüm tek noktalı bir süreç değil, hareketli bir hedeftir.

Organizasyon geliştirilirken en önemli kural üst yönetimin organizasyonel gelişimin öneminin farkında olması ve değişim için kararlı duruş sergilemesidir. Yönetici pozisyonları, sürece sahip çıkmaları ve belirlenen aksiyonların tabana yayılmasında liderlik etmeleri gerekmektedir.

Dijital dönüşümünün içinde bulunan işletmeler, bu bağlamda iş modeline uygun organizasyonları belirlemeleri gerekmektedir. Organizasyonel gelişimin asıl amacı bugün hedeflerde optimum sonuç elde etmek ve yarın doğabilecek zorluklar karşısında hazır olmaktır.

Organizasyonun mimarisi, kuruluşun iş yapış şekillerine uygun üretilmiş pozisyonlara ve bu pozisyonları yöneten çalışanlara göre optimize edilmesi gerekmektedir. Bu anlamda organizasyonun sürekli iyileştirme kurallarına göre; çalışanların yetenekleri, fonksiyonları, rol ve sorumlulukları ile bir bütün olarak çalışabilmesi kritik öneme sahiptir (Kumaş, 2021).

Başarılı dijital organizasyonlarda olması gereken bazı vasıflar vardır; (Şensoy, 2021).

- İşletmeler paydaşların ihtiyaçlarına göre beklentilerini karşılık için hızlı cevap verir.
- Gerekli teknolojiler ve ihtiyaca göre belirlenen çalışma yöntemleriyle çalışanlar verilere zamanında ulaşır ve aksiyon almakta geç kalmaz.
- Veriye dayalı hızlı karar vermek için uygun teknolojik altyapı mevcuttur.
- Bölümler arası bilgi paylaşımı şeffaf ve birbirine uyumludur.
- Farklı bölümler ve bireyler ile yapılan denemelerin sonuçları şeffaf olarak paylaşılır.
- Olumsuzluklar şeffaf bir şekilde konuşulur.
- Fikir almak konusunda farklı kaynaklara başvurulur
- Açık davranıldığında işletmelerin yararlı bilgiye ulaşım miktarı artar.
- Dijital Dönüşümün başarılı bir şekilde uygulandığı Dijital Organizasyonda maliyetler ve riskler azalır, verimlilik ve direnç artar.
- Hatalı veya problemlili konularda insanlara sorumluluk ve güven verilmeli.
- İnterneti ayrı bir kanal olarak görmekten ziyade kuruluşun ürünlerin ve hizmetlerin isteğe bağlı olmayan asıl bir parçası olarak görmek gerekir
- Açık, işbirlikçi ve deneyimsel bir kültüre sahiptir olmalıdır.

Çalışan Eğitimi: Teknolojinin hızla gelişmesiyle birlikte iş dünyasında da hızlı bir teknolojik dönüşümden bahsedilmektedir. İşletmelerin rekabette geri kalmamak, fark yaratabilmek ve karlılığı maksimum seviyede tutabilmek için bu dönüşüme ayak uydurmaları gerekmektedir.

Dijitalleşme çalışmaları esnasında işletmelerin çalışanlarının dijitalleşmeye yatkın, gelişmelere yakından takip edebilen ve dijital düzene hızla uyum sağlayabilecek yetkinlik olmaları gerekir. Günümüz koşullarında iş dünyasının ihtiyaç duyduğu yetkinlikler ve iş gücünde çok önemli bir dönüşümden bahsetmek mümkündür. Dünya Ekonomik Forumu'nun 2020 yılında yayımladığı raporda ifade edildiği üzere, dördüncü sanayi devrimi 2018-2022 yılları arasında 133 milyon yeni işin doğmasını, bu durumda 75 milyon işin güncelliğini kaybetmesini beraberinde getireceği belirtilmektedir (World Economic Forum, 2020). Benzer bir araştırma McKinsey firması tarafından 2020 yılı başında sadece Türkiye bağlamında yayınlanmış bir

raporda yer almaktadır. Rapor detayları incelendiğinde önümüzdeki 10 yıl için otomasyon ve dijitalleşmenin etkisiyle Türkiye’de 7,6 milyon işin ortadan kalkacağı öngörülmektedir. Buna paralel olarak ise 8,6 milyon yeni iş kolu oluşacağı tahmin edilmektedir (McKinsey, 2020)

İşletmelerde, dijital dönüşüm ile ilgili raporlar incelendiğinde işletmelerdeki çalışanların dijital dönüşümü anlayış biçimi olarak profesyonel eğitimle desteklenmesi gerekliliğini ortaya çıkmaktadır.

Bu anlamda dijital dönüşümü benimseyecek işletmeler için; “Organizasyon Yönetimi” kriteri altında; öğrenmeye ve değişime açık çalışan profili oluşturulmasına yönelik strateji ve politikaların belirlenmesi, mevcut personeli dijital dönüşüm vizyonuna uygun dinamikleri yakalayabilmesi için eğitecek ve geliştirecek liderlik inisiyatifinin elde edilmesi gerekmektedir (Kumaş, 2021)

Çalışanların dijital dönüşüme uyum sürecini kısaltarak işletmelere sağlayacağı faydayı üst seviyeye taşıyabilmek için konuyla ilgili farklı eğitimler düzenlenmelidir. (Nalbantoğlu, 2021)

Dijital dönüşüm süreci boyunca nitelikli insan kaynağı oluşturabilmek için yapılan tüm çalışmaların yanı sıra, var olan iş gücünün yetkinliklerini geliştirmek için uzun vadeli bir stratejik istihdam planı uygulanmalıdır (Türkiye Sanayi ve İş İnsanları Derneği [TÜSİAD], 2017). Kuruluşların öncelikli konularından biri haline gelen yetenekli çalışanların kuruluşa çekilmesi ve/veya elde tutulması ve bağlılıklarının sağlanmasında, eğitim ve kariyer geliştirme olanaklarının varlığı ve yöneticilerin çalışanlarına koçluk yapabilmesi önemli noktalar olarak değerlendirilmektedir. Çalışanlar artık gelişimini destekleyen işletme ortamlarını tercih etmekte ve yöneticilerinden de onları teşvik etmelerini ve fikirlerine saygı göstermelerini beklemektedirler (Doğan & Demiral, 2008).

3.1.3 Teknoloji

İşletmelerin dijital olgunluk seviyesinin arttırılabilmesi için üretici, tedarikçi ve müşterilere sunulan hizmet ve ürün çıktısının hepsini kapsayacak şekilde teknoloji

yönetimine sahip bir iş modeline sahip olması gerekmektedir. Bu iş modeline ulaşabilmek için üst düzey teknoloji alt yapısı oluşturarak yüksek seviyede verimliliğin ortaya çıkması beklenmektedir. Teknolojik alt yapı planlamanın temelinde endüstriyel otomasyon ve kontrol sistemleri ile çalışan cihazlar entegre etmek, entegrasyon aşamasında üst yönetimin kararlılığı ve sürekliliğin sağlanabilmesi için ayrılmış finansal kaynaklar son derece önemlidir. Bu alt yapıda kullanılacak teknolojiler; Nesnelerin İnterneti (IoT), Bulut Bilişim, Büyük Veri ve Analizi, Sanal/Arttırılmış Gerçeklik, Otonom Robotlar, Sistem Entegrasyonu (Yatay ve Dikey Entegrasyon), Siber Güvenlik ve Yapay Zeka teknolojileridir.

3.1.3.1 Teknoloji Alt Kriterleri

İşletmelerin dijital olgunluk seviyelerine ölçmek için belirlenen son ana kriterde teknoloji kriteridir. Teknoloji kriterinin Endüstri 4.0 bileşenleri kullanım seviyesi, büyük veri ve veri analizi kullanımı ile sistem entegrasyonları olmak üzere üç adet alt kriteri vardır.

Endüstri 4.0 bileşenlerini kullanım seviyesi: Nesnelerin interneti, bulut bilişim, sanal gerçeklik ve arttırılmış gerçeklik uygulamaları, otonom robotlar, siber güvenlik gibi hayatımıza endüstri 4.0 ile giren kavramların işletmelerde ne kadar kullanıldığını ölçmek için belirlenmiş alt kriterdir.

Nesnelerin İnterneti (IoT): Nesnelerin birbiriyle iletişimini sağlayan yapılara Nesnelerin İnterneti (IoT) adı verilmektedir (Alçın, 2016). Nesnelerin interneti'nin çok sayıda ekonomik fırsatlar açması beklenmekte ve en umut verici teknolojilerinden biri olarak kabul edilmektedir (Hofmann & Rüşch, 2017).

IoT etkileşim için gömülü sistemler yoluyla her nesneyi entegre ederek internetin yaygınlığında artış olacak bu sayede insanlar ve cihazlarla iletişim kuran geniş bir ağ oluşmasını sağlayacaktır (Xia, Yang, & Wang, 2012). Bu cihaz ağı sayesinde, cihazlar internete bağlanabilir, birbirilerini algılayabilir, veri toplayabilir ve veri gönderebilirler. Bu veri akışı bir fabrikanın kendi kendini yönetebilmesi için gereken kontrol, müdahale, optimizasyon vb. tüm kabiliyetleri kazandırabilecek yapıyı oluşturabilmektedir.

Dijital dönüşüm den önce insandan insana sağlanan süreçler, dönüşümün başlamasıyla birlikte insandan makineye ilerleyen süreçlerde de makineden makineye bir dönüşüm yaşamaktadır. Bu sayede üretim kayıplarını minimize etmek öngörülmektedir. İot tedarik zinciri, stok kontrolleri, depolama ve taşıma gibi lojistik faaliyetler alanlarına büyük ölçüde katkı sağlamaktadır.

Bulut Bilişim: TSE'ye göre ise bulut bilişim; “İşlemci gücü ve depolama alanı gibi bilişim kaynaklarının ihtiyaç duyulan anda, ihtiyaç duyulduğu kadar kullanılması esasına dayanan, uygulamalar ile altyapının birbirinden bağımsız olduğu ve veriye izin verilen her yerden kontrollü erişimin mümkün olduğu, gerektiğinde kapasitenin hızlı bir şekilde arttırılıp azaltılabildiği, kaynakların kullanımının kolaylıkla kontrol altında tutulabildiği ve raporlanabildiği bir bilişim türüdür (Türk Standardları Enstitüsü [TSE], 2014). Bulut bilişim olmadan çok yüksek boyutlarda depolama donanımına ihtiyaç duyulan veriler için bulut sistem sayesinde hizmet olarak satın alınabilmektedir.

Müşteri ihtiyaçlarının hızla değiştiği dijitalleşme sürecinde, üreticinin bu değişime hızla ayak uydurabilmesi, verimliliği maksimum maliyeti minimum seviyeye indirebilmesi için bulut tabanlı imalat büyük fayda sağlamaktadır. Bulut tabanlı imalatın özelliği, her konum fark etmeksizin erişilebilir olması, büyük veriler ve nesnelerin interneti için bir kaynak içermesidir (Yıldız, 2018).

Sanal Gerçeklik ve Arttırılmış Gerçeklik: Uluyol ve Eryılmaz'a göre arttırılmış gerçeklik; “bilgisayar tarafından üretilmiş dijital nesnelerin gerçek nesnelerle birlikte sunulmasıdır” (Uluyol & Eryılmaz, 2015). Sanal gerçeklik teknoloji yardımı ile gerçek dünyanın modellenmesidir. Bu iki kavram birbirlerinden farklıdır. Her iki kavramda işletmelerde, makine kurulumları, montaj çalışmaları, kalite kontrol faaliyetleri gibi alanlarda işletmelere minimum maliyet maksimum çıktı sağlama noktasında büyük avantaj sağlamaktadır.

Otonom Robotlar: Deloitte'a göre otonom robotlar, “insan müdahalesi veya etkileşimi çok az olan veya hiç olmayan görevleri yerine getirmek üzere programlanmış cihazlardır. Robotik proses otomasyonundan yapay zekaya sahip uçan araçlara kadar boyut, işlevsellik, hareketlilik, el becerisi, zeka ve maliyet açısından önemli ölçüde değişebilirler. Otonom robotlar çevrelerini tanıyabilir, öğrenebilir ve bağımsız kararlar

verebilirler” (Deloitte, 2017). İşletmelerde dijitalleşme çalışmalarıyla birlikte sıradan tekrarlayan işlerin yerini robotlar almaya başlamış bu sayede insan hatalarının önüne geçilmiş, verimlilik hız kazanmış ve güvenlik zafiyetleri minimuma indirilebilir. Bununla beraber üretim sürekliliği ve teslimat hızı iyileşmeleri sayesinde müşteri memnuniyeti ve dolayısı ile karlılık arttırılabilir (Lamon, Franco, Peternel, & Ajoudani, 2019). Makineler ve ekipmanlar kendini iyileştirme ve bağımsız karar alma yoluyla süreçleri iyileştirme yeteneğine sahip olacaklardır (Ertuğrul & Deniz, 2018) Bu yeteneğe sahip olunmasıyla tüm birimlerin fonksiyonel şekilde iletişime geçtiği akıllı fabrikalar ortaya çıkmaktadır. Akıllı fabrikanın bileşenleri, nesnelerin interneti, bulut bilim, otonom robotlar, siber güvenlik, sistem entegrasyon, arttırılmış gerçeklik ve büyük veri bileşenlerini kapsamaktadır. Bir sonraki aşama olan fabrikaların insansız karanlık ortamda çalışabilir düzeye gelmesiyle “karanlık fabrikalar” ortaya çıkmaktadır.

“2025 yılı itibariyle dünyada robot pazarı 500 milyar \$ olacağı tahmin edilmektedir. 2019 yılında dünyada 373,240 adet robot satılmış ve her on bin çalışan başına düşen robot sayısı 113 adettir. 2020 yılı itibariyle dünya genelinde 2.7 milyon robot faal olarak çalışmaktadır. Dünya Ekonomik formuna göre 2025 yılı itibariyle dünyada robot kullanım oranı %33 ten % 47’ye çıkması öngörülmektedir. Uluslararası Robot Fedarasyonu’nun (IFR) 2019 raporuna göre Türkiyede 2018 yılında her on bin çalışan başına ortalama 30 robot düşmekte bu oran otomotiv sektöründe 210 ike diğer sektörlerde ortalama 19 dur. Yine bu rapora göre Türkiyede 2018 yılında 2267 adet robot satışı gerçekleşerek bir önceki yıla göre % 11 oranında artarak toplam kurulu robot sayısı 13500’e ulaşmıştır. Robot satışları % 39 ile en fazla otomotiv sanayinde % 14 ile metal sektörü % 11 ile plastik kimya sektöründe gerçekleşmiştir. En fazla robot kullanımı % 60 ile taşıma işlemleri için sonrasında % 19 ile kaynak operasyonları için tercih edilmiştir” (Şensoy, 2021).

Siber Güvenlik: İşletmelerde yatay ve dikey entegrasyonu yaygın kullanılmaya başlamasıyla birlikte bilgi sistemlerinde toplanan veriler ciddi artış göstermektedir. Toplanan bu kişisel, finansal, sektörel verilerin açığa çıkması ve istenmeyen kişilerin veya kurumların eline geçmesi işletmeler için büyük sıkıntılar doğurmaktadır. Bu durumda siber güvenlik sistemleri ciddi role sahiptir.

Siber güvenlik sistemleri, yazılımları, donanımları, verileri kısacası elektronik sistemleri saldırılara karşı koruyan uygulamalardır. Bu verilerin açığa çıkması şirketlerde üretimi durma noktasına bile getirebilmektedir. Bu durumun önüne geçmek için işletmeler siber güvenlik sistemlerine ciddi yatırımlar yapmaktadır. Şirketler artan bu siber tehditlere karşı gerekli önlemleri alması artık bir zorunluluktur (Groot, 2020). 2019 yılı itibarıyla dünyada zararlı yazılım sayısı 850 milyonu aşmış 2019'un da 8 milyar veri ihlali yaşandığı kaydedilmiştir. Dünyada siber güvenliğe harcanan finansal kaynaklar ise 2021 yılında 133.7 milyar dolara ulaşmıştır (Kaspersky, 2021). Siber Güvenlik pazarı 2020 yılında 156,24 milyar \$ iken 2026 yılında 352.25 milyar \$'a yükselmesi beklenmektedir (Poggi, 2021). Dünyada yıllık siber güvenliğin maliyeti 2015 'te 3 trilyon \$ iken 2021'de 6 trilyon iken \$'a 2025'te 10.5 trilyon \$'a ulaşması beklenmektedir (Morgan, 2021).

Büyük Veri ve Analizi: Endüstri 4.0 bileşenleri bölümünde de anlatılan büyük veri kavramı ile ilgili bu bölümde büyük veri analizinin önemi ve boyutlarından bahsedilecektir.

Büyük verinin analizi işletmelere hem anlık aksiyonlar için fayda sağlarken hem de gelecek için ışık olmaktadır. Üretimin ihtiyaçları ve problemlerinin çözümünde hızlı ve doğru analizler yapılabilmesini mümkün kılmaktadır (Ruzgas, Jakubeliene, & Buivyte, 2016)

Büyük verilerin güvenli sistemlerde tutulup analiz edildikten sonra anlamlı verilere dönüştürülmesi üretim yapan işletmeler için büyük katma değer sağlamaktadır. Verileri anlamlandırabilmek müşteri ihtiyacını, bu ihtiyaçla birlikte pazarlama stratejisini belirlemede kolaylık sağlamaktadır.

Büyük veriyi volume (hacim), variety(çeşitlilik) ve velocity (hız) şeklinde 3 temel yapıtaşına ayırmaktadır (McAfee, Brynjolfsson, Davenport, Patin, & Barton, 2012).

Hacim: (Marr, 2019); göre; veriden sadece gigabayt boyutunda değil karmaşık yapıda ki veri boyutlarından bahsedilmektedir. Bu büyüklükte ki verilerin eski yöntemler kullanılarak depolanması ve faydalı veriler üretip analiz edilmesi oldukça zor olmaktadır.

Hız: (Marr, 2019)'a göre: Teknolojinin gelişim çağında yer almakta olan cihazlar, ve cihazlarla birlikte kullanılan platformlar hızlı bir şekilde veri üretmektedir. Verilerin

kullanım hızı açısından elde edilen verilerde anlamlı sonuçlar elde edilebilmesi için verilerin aynı zamanda analiz edilmesi gerekmektedir.

Çeşitlilik: (Kaya & Acılioğlu, 2020)'e göre: “Çeşitli veriler bulunmaktadır. Bu veriler; telefonlardan, tabletlerden veya farklı cihazların ürettiği verilerden oluşmaktadır. Bu sebeple, verilerde çeşitlilik kavramı ortaya çıkmaktadır. Veriler; makineler tarafından üretilen ve direkt olarak kullanılabilir olan “yapısal” formatta veya ses, video, metin dosyaları gibi “yapısal olmayan” formatta karşımıza çıkabilmektedir.” Bu şekilde üretilmiş olan veriler, yapısal olan ve yapısal olmayan verilerle bir araya gelerek çeşitlilik sağlamaktadır.

Ancak, literatürde büyük veri kavramı ilk önce 3 farklı boyutta ele alınmış olmasına rağmen, daha sonra 3 boyutun büyük veri kavramını tam olarak karşılamadığından dolayı 5 boyut şeklinde genişletilmiştir. Eklenen diğer iki kavram ise; gerçeklik (veracity) ve değer (value) dir.

Gerçeklik: Verinin toplanarak elde edilmesi, depolanması ve elde edilen verinin analizi gibi işlemlerde veri güvenliği büyük önem taşımaktadır. Verilerin hızla artmasıyla birlikte çeşitliliğin artması ile veri setleri karmaşık bir hal aldığı için güvenilirliği azalmasından dolayı bu süreçlerin üstesinden gelinebilmesi için veri güvenliği analiz edilmeli ve anlamlandırılmalıdır.

Değer: Verilerin hacminin ve boyutlarının artması ile birlikte veri çeşitliliği de artmıştır. Çeşitliliği çok olan verilerle çalışma yapılınc bu çalışmanın sonucunun minimum orta düzeyde çıkması gerekmektedir. Orta düzeyde değer çıkmadığı sürece çalışmalar değerli anlamlar ifade etmemektedir. Dijitalleşme arttığı sürece veri hacmi ve boyutu artmaya devam ederken değer faktörünün önemi gözden kaçırılmamalıdır.

Sistem Entegrasyonu (Yatay ve Dikey Entegrasyon): Artan dijitalleşmeyle birlikte işletmelerin müşterilerin isteklerine dilediği gibi cevap verebilmesi için süreçlerini yeniden dizayn etmeleri gerekir. Süreçlerin dijitalleştirilmesi; süreçlerde verimliliğin, karlılığın ve müşteri memnuniyetinin yeni teknolojiler yardımıyla artırılması anlamına gelmektedir. (Şensoy, 2021). Akıllı süreçlerin en önemli boyutuda sistem entegrasyonlarıdır.

Entegrasyonlar yatay ve dikey entegrasyon olarak ikiye ayrılmaktadır. Yatay entegrasyon; şirket dışı işleyiş sürecini ifade ederken, dikey entegrasyon, şirket için de

tüm işlevlerin birbiriyle iletişimini ifade etmektedir. Yatay ve dikey entegrasyon mühendislik sürecinin uçtan uca entegrasyonu için temel oluştururlar. Bu bütünleşik sistemler müşteri isteklerinin iyi anlaşılmasını sağlayıp üretimde verimlik ve kalite anlayışını arttıracaktır. Bir ürünün geliştirilmesinden satış sonrası desteğine kadar tüm yaşam döngüsü uçtan uca mühendisliğin çıktısı olmaktadır. Bu entegrasyonlar sayesinde üretilen veriler varsayımdan ziyade gerçek veri olmasından dolayı geleceğe ışık tutması konusunda büyük öneme sahiptir.

3.1.4 Satış ve Pazarlama

İşletmelerin ürün ve hizmetlerini dijital platformlar aracılığıyla çevrim içi (online) olarak satmasını ifade eder. Bu genellikle iç süreçlerde operasyon süresinin kısalmasını sağlar. Pazara giriş ve pazarlama maliyetlerini düşürür, alışveriş yapan müşterilerden toplanan verilerle daha doğru hedef kitleye ulaşma imkanı elde edilir. Müşterilerin alternatif ürünleri rakip firmalar üzerinde kıyaslamasını kolaylaştırır. (Gül & Küsbeci, 2021). 2020 yılında dünya e-ticaret hacmi yıllık bazda % 18 büyüyerek 4.3 trilyon dolara, Türkiye’de ise % 66 oranında artış göstererek 226 milyar 200 milyon TL ye ulaşmıştır (Şensoy, 2021)

3.1.4.1 Satış ve Pazarlama Alt Kriterleri

Perakende sektöründe dijital olgunluğu etkileyen dördüncü kriterimizde satış ve pazarlama alt kriteridir. Bu kriterimizin müşteri beklentileri, satış kanalları ve müşteri hizmetleri olmak zere üç adet alt kriteri belirlenmiştir.

Müşteri Beklentileri: Dijital dönüşümün kendisi, müşterilerin, çalışanların ve ortakların dijital beklentilerini karşılamak için önemli ölçüde değişen bir dijital manzaraya devam eden bir benimseme süreci olarak görülebilmektedir. Bu benimseme süreci aktif olarak tasarlanması, başlatılması ve yürütülmesi gerekmektedir. Teknolojilerin iş süreçlerinde uygulanması, bir işletmeyi dijital olarak dönüştürmenin yalnızca küçük bir parçasıdır. Dahası, dijital teknolojilerin müşteriler, işletmenin kendisi ve diğer temel paydaşlar için ek değer yaratması gerekmektedir.

Başarılı bir dijital dönüşüm için, şirketler iki tamamlayıcı faaliyete odaklanmak zorundadır: müşteri değer önerilerini yeniden şekillendirmek ve daha fazla müşteri etkileşimi ve işbirliği için dijital teknolojileri kullanarak operasyonlarını dönüştürmektir (Teichert, 2019).

Müşterilerin tercih ettikleri bir yöntemle (Mobil Cihaz, Masaüstü Bilgisayar, Telefon ve Sosyal Medya vb.) işletmenizle iletişim kurmasıdır. Burada önemli olan müşterinin aradığı bilgi, hizmet veya ürüne erişim için minimum çapa sarf etmesi gerektiğidir. Bununla ilgili Müşteri İlişkileri Yönetimi uygulaması kullanılabilir. Müşterilerde mümkün olduğunca bilgi toplanması, analiz edilmesi ve izlenmesi müşteri memnuniyeti ve dijital stretejinin performansını görmek açısından önemlidir (Şensoy, 2021).

Satış Kanalları: Dijital pazarlama ve satış kanallarından işletmelerde ki dijital olgunluk seviyesini arttırmak için uygulaması gereken bazı stratejiler vardır. Örneğin: iç bir müşteri ilişkileri yönetimi (CRM) sistemi veya e-ticaret platformu gibi dijital hedeflerini ölçeklendirecek temel bir yatırım yapmaları gerekmektedir. Bu durumu benimseyen işletmelerin çoğu, üretimi müşteri ilişkilerine göre önceliklendirerek hem dijital dönüşüme büyük bir girdi sağlayıp hem de ciro artışı gibi olumlu sonuçlar kazanmaktadır.

Müşteri Hizmetleri : Perakende sektörü gibi müşteri ile birebir iletişim içinde olması gereken sektörlerde müşteri hizmetlerinin kalitesinin ölçülmesi gerekmektedir. İlerleyen teknoloji ile birlikte geleneksel müşteri hizmetlerinin ötesine geçilerek, online olarak karşılıklı diyalog şeklinde iletişim, engelli müşteriler için geliştirilmiş teknolojiler ile iletişim, artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik platformlarıyla müşteriye destek işletmeler için dijitalleşme yarışında rakipleriyle rekabette öne geçirecek adımlardandır.

4. PERAKENDE SEKTÖRÜNDE AHP ANALİZİNİN UYGULANMASI

Tezin bu aşamasında daha önce bahsedilen kriterlerin ve alt kriterlerin AHP analizi ile değerlendirilip öncelikli ağırlıklarına göre sıralanması ve değerlendirmesi yapılacaktır.

4.1 Uygulamanın Amacı

Bu çalışmada temel amaç perakende sektöründe dijital olgunluk seviyesini ölçebilmek için kriterlerin ve alt kriterlerin alanında 15 yılı aşkın tecrübeye sahip yöneticilerin görüşleriyle belirlenmesi ve ağırlıklı önem puanlarının hesaplanmasıdır. Perakende sektörü ile ilgili kriterler belirlenirken, dijital olgunluk modelleriyle ilgili geniş çapta literatür araştırması yapılmış, standartlar ve raporlar detaylı olarak değerlendirilmiştir. Kriterlerin tüm perakende sektörünü kapsayacak şekilde oluşturulması amaçlanmıştır.

4.2 Uygulamanın Yöntemi

Pandemi şartlarından dolayı uzaktan çalışma stili ile çalışan yöneticiler ile “Microsoft Teams” uygulaması üzerinden birebir görüşme yoluyla görüşülerek perakende sektöründe dijitalleşme stratejisi üzerine değerlendirme yapılarak tüm sektörü kapsayacağı düşünülen kriterler ve alt kriterler belirlendi. Belirlenen kriterler ve alt kriterler hem yöneticiler hem de sektörde deneyimli kişiler tarafından AHP analizi ile değerlendirildi. Literatür taraması sonucu Saaty'nin ikili olarak karşılaştırılıp değerlendiren 9'lu ölçeği kullanılmıştır. AHP uygulamasının aşamaları olan tutarlılık analizi yapıldıktan sonra kriterler ağırlık puanları üzerinden değerlendirilmeye tabii tutulmuştur.

4.3 Uygulamanın Örnekleme

Türkiye’de perakende sektöründe ilk sıralarda yer alan firmada çalışan 3 yönetici ile kriterlerin tespiti için görüşme yapılmıştır. Yöneticilerin kriterlerin tespitinde ve değerlendirilmesinde fikirleri alınmıştır.

Yönetici-1: E-Ticaret Dijital Ürün Yönetim Direktörü, yazılım ve dijital ürün yönetimi konusunda 18 yıl tecrübeye sahip.

Yönetici-2: Bilgi Teknolojileri Süreç ve Kalite Yönetim Direktörü, Ar-Ge ve iş süreçleri takibi konusunda 24 yıl tecrübeye sahip.

Yönetici-3: İnsan Kaynakları Grup Müdürü, insan kaynakları yönetim ve gelişimi, özlük hakları, bordrolama gibi, performans yönetimi konularında 17 yıl tecrübeye sahip.

Kriterlerin belirlenmesinde danışılan yönetici 3 kişinin ortak özelliği işletmede dijital dönüşüm konusunda öncü olmaları ve departmanlarında dijitalleşme çalışmalarına son derece önem vermeleridir.

Belirlenen kriterler ve alt kriterler doğrultusunda belirtilen 3 yönetici ile birlikte 4 alanında tecrübe sahibi uzman olmak üzere toplam 7 kişi ile ikili karşılaştırma matrisi uygulanarak değerlendirilmiştir.

4.4 Uygulamanın Modeli

Alnında 15 yılı aşkın tecrübeye sahip yöneticilerle “Microsoft Teams” üzerinden gerçekleştirilen görüşmeler neticesinde perakende sektörünün dijital olgunluk seviyesi ölçümü için 4 ana kriter ve bu kriterlerin her biri için 3 alt kriterleri belirlenmiştir.

Belirlenen kriterler doğrultusunda oluşturulan modelde yer alan ana ve alt kriterlerin ağırlık puanlarının tespiti için 4 x 4 matrisi oluşturulmuş 3 yönetici ve alanında uzman 4 çalışan ile “Microsoft Teams” üzerinden görüşme yapılmış her bir kişi kriterleri ve alt kriterleri ikili karşılaştırma yaparak değerlendirmiş 7 kişinin değerlendirmelerinin geometrik ortalamaları alınarak ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur.

4.5 AHP Analizi ve Değerlendirme

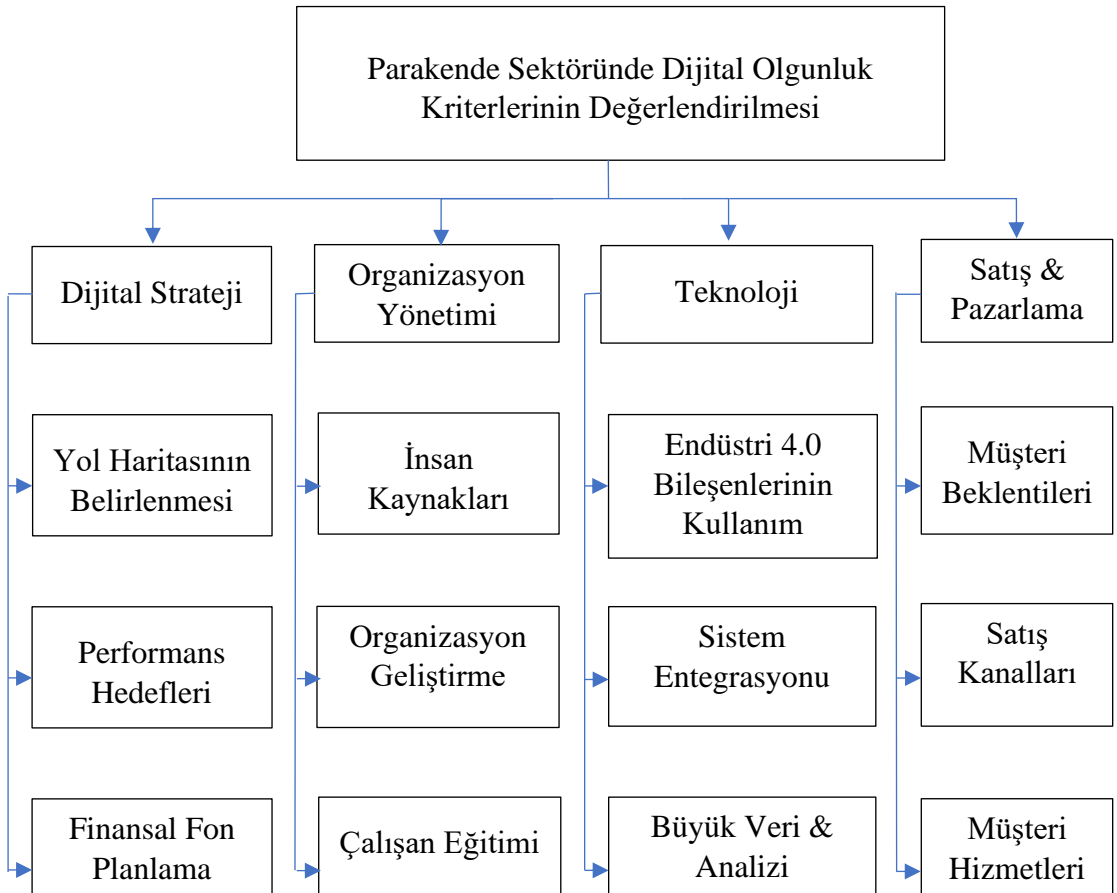
4.5.1 Ana Kriterlerin Analizi

Bu bölümde AHP yönteminin adımları detaylı bir şekilde işletilecek ve uygulama sonuçları değerlendirilecektir.

Perakende sektöründe dijital olgunluk seviyesini ölçmek için 4 ana kriter ve bu kriterlerin her biri için 3 alt kriter tanımlanmıştır. Bu kriterlerden birinci ana kriter dijital strateji kriteri ve alt kriterleri; yol haritasının belirlenmesi, performans hedefleri ve finansal fon planlamadır. İkinci ana kriter organizasyon yönetimi kriteridir ve alt kriterleri; insan kaynakları, organizasyonel gelişim, çalışan eğitimidir. Üçüncü ana kriterimiz ise teknoloji kriteri ve alt kriterleri; endüstri 4.0 bileşenlerini kullanım seviyesi, büyük veri ve analizi ile sistem entegrasyonlarıdır. Dördüncü ana kriterimiz satış ve pazarlama kriteri ve alt kriterleri; müşteri beklentileri, satış kanalları ile müşteri hizmetleridir.

Tüm kriterler belirlendikten sonra hiyerarşik yapının oluşturulması AHP'nin diğer bir aşamasıdır. Hiyerarşik yapıda üste ulaşılması gereken hedef, altında belirlenen ana kriterler ve alt kriterler yer alacak şekilde oluşturulur. Uygulamamızda hedefimiz “dijital olgunluk seviyesi kriterlerinin değerlendirilmesi” ana ve alt kriterlerimiz bahsedilen kriterlerdir. Hiyerarşik yapı Tablo 6’de gösterilmiştir.

Tablo 6: Hiyerarşik Yapı



Hiyerarşik yapı oluşturulduktan sonra karşılaştırma matrisi oluşturulur. Kriterler değerlendirilirken üç yönetici ve dört alanında uzman toplam yedi kişinin Saaty tarafından geliştirilen 1 ile 9 arasında değerler alan önem derecesi ölçeği kullanılarak önce ana kriterler daha sonra alt kriterler değerlendirilmiştir. Vermiş oldukları cevapların ağırlıklı değerlerinin geometrik ortalaması alınarak tek bir karar matrisi elde edilmiştir.

Üç yönetici ve dört alanında uzman toplam yedi kişi ile ikili karşılaştırma yapılarak tablolar oluşturulmuştur. Yedi kişinin ana kriterleri karşılaştırma tablosu EK 1 listesinde verilmiştir. Kullanılan yöntemi detaylı bir şekilde açıklamak için Yönetici-1 ile yapılan değerlendirmeler örnek olarak seçilmiştir ve önem dereceleri Tablo 7’te gösterilmiştir.

Tablo 7: Yönetici-1 Tarafından Ana Kriterlerin Karşılaştırılması

X	Y	Hangisi Önemli [X,Y]	Ne Kadar Önemli [1..9] arası bir sayı veriniz
et1: Dijital Strateji	et2: Organizasyon Yönetimi	x	7
et1: Dijital Strateji	et3: Teknoloji Alt Yapısı	x	5
et1: Dijital Strateji	et4: Satış & Pazarlama	x	3
et2: Organizasyon Yönetimi	et3: : Teknoloji Alt Yapısı	x	1
et2: Organizasyon Yönetimi	et4: Satış & Pazarlama	y	3
et3: Teknoloji Alt Yapısı	et4: Satış & Pazarlama	x	1

Tablo 5’de Yönetici-1’e işletmenin dijital olgunluk seviyesinin ölçülmesi için dijital stratejinin, organizasyon yönetimine göre ne kadar önemli olduğu sorulmuş cevabın 1 olması durumunda eşit önemli, 9 cevabını vermesi durumunda dijital stratejinin en üst düzeyde öneme sahip olacağı düşülerek cevap istenmiş ve Yönetici-1 tarafından 7 değeri verilmiştir (Tablo 5’de ilk satır). İkili karşılaştırma dijital strateji ile teknoloji alt yapısının değerlendirilmesiyle ve sonrasında kalan kriterlerin değerlendirilmesiyle devam etmiştir. Toplam etken sayısı 4 olduğundan $4*(4-1)/2 = 6$ satırda toplam 12

adet soru ile döngü tamamlanmıştır. Aynı işlemler ana kriterlerin alt kriterleri içinde uygulanmıştır.

Alanında tecrübeli toplam 7 kişinin vermiş olduğu önem derecelerine göre her biri için ayrı ayrı tutarlılık oranı hesaplanmıştır. Tablo 8’da her bir uzmanın vermiş olduğu cevaplara göre tutarlılık oranları gösterilmiştir.

Tablo 8: AHP Uygulama Tutarlılık Analiz Sonucu

Çalışmaya Katılanlar	Tutarlılık Değeri	Tutarlılık Durumu
Yönetici-1	0,04	Tutarlı
Yönetici-2	0,06	Tutarlı
Yönetici-3	0,08	Tutarlı
Uzman-1	0,10	Tutarlı
Uzman-2	0,06	Tutarlı
Uzman-3	0,06	Tutarlı
Uzman-4	0,09	Tutarlı

Tüm tutarlılık oranlarının 0,10 değerinin altında olduğundan önem ağırlıkları hesaplamada kullanılabilir.

Alanında uzman yedi çalışan ile yapılan önem dereceleri değerlendirmesinin geometrik ortalamaları alınarak ana matris oluşturulmuştur. Tablo 9’de bu değerler gösterilmiştir.

Tablo 9: Geometrik Ortalamalı Ana Matris

	et1	et2	et3	et4
et1	1	3,11	2,33	4,58
et2	0,32	1	0,85	2,97
et3	0,42	1,17	1	2,66
et4	0,21	0,33	0,37	1
tp	1,95	5,61	4,55	11,21

Tablo 10' de dört ana kritere ait normalize edilmiş matris verilmiştir.

Tablo 10: Ana Kriterlerin Normalize Matrisi

	et1	et2	et3	et4
et1	0,51	0,55	0,51	0,41
et2	0,16	0,18	0,19	0,26
et3	0,22	0,21	0,22	0,24
et4	0,11	0,06	0,08	0,09
	1,00	1,00	1,00	1,00

Ana kriterlerin normalize edilmiş matrisinin satırlarının aritmetik ortalaması alınarak ana kriterlerin önem düzeyleri elde edilmiştir. Önem düzeyleri Tablo 11'da gösterilmiştir.

Tablo 11: Önem Düzeyi Hesaplanmış Matris

	et1	et2	et3	et4	Önem Düzeyi
et1	0,51	0,55	0,51	0,41	0,50
et2	0,16	0,18	0,19	0,26	0,20
et3	0,22	0,21	0,22	0,24	0,22
et4	0,11	0,06	0,08	0,09	0,08
	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Ana kriterlerin önem düzeyleri hesaplandıktan sonra bu değerlerin gerçeği yansıtmayı yansıtmadığının tespiti için tutarlılık ölçülür. Bir karşılaştırma matrisinin tutarlılığı

CR = CI/RI denklemiyle hesaplanır. Bu denklemde RI değeri Şekil 6'ya göre kullanılmıştır.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,525	0,882	1,115	1,252	1,341	1,404	1,452	1,484

Şekil 6: Rastsallık Endeksi Tablosu (Alonso & Lamata, 2006)

Saati tarafından oluşturulan rassallık endeksi tablosuna göre belirlenen kriterlere göre farklı değerlerin kullanılabilceği görülmektedir. Yaptığımız analizde dört adet ana kriterimiz olduğundan ana kriterlerin tutarlılığını ölçerken RI = 0,882 olarak kullanılmıştır.

Tablo 12'de ana kriterlerin tutarlılık analizi sonuçları gösterilmektedir.

Tablo 12: Ana Kriterlerin Tutarlılık Analizi

	et1	et2	et3	et4	tp		tp/ort	
et1	0,497	0,619	0,513	0,389	2,018		4,06	
et2	0,160	0,199	0,187	0,252	0,798		4,01	
et3	0,213	0,234	0,220	0,226	0,894		4,06	
et4	0,109	0,067	0,083	0,085	0,343		4,04	
						ort	4,04	
						CI	0,014	
						CI/RI4	0,02	tutarlı

Yapılan hesaplamalara göre CR = 0,02 < 0,1 olmasından dolayı değerlendirmelerin tutarlı olduğunu ve belirlenen önem düzeylerinin geçerli olduğu görülmektedir.

Tablo 13: Ana Kriterlere İlişkin Sonuçlar

Etken Sayısı (n)	4	Tutarlılık-Consistency
Analiz Sonucu	tutarlı	0,02
Tutarlılık Endeksi:		0,014
İlgili Rastsal Endeksi:		0,882
Etkenler	Etkenler	Ağırlıklar
et1	Dijital Strateji	0,50
et2	Organizasyon Yönetimi	0,20
et3	Teknoloji	0,22
et4	Satış & Pazarlama	0,09

Tablo 13’de işletmelerde dijital olgunluk seviyesini etkileyen ana kriterlerin ağırlıkları verilmiştir. Kriterlerin önem seviyelerine sırasıyla şu şekildedir:

<i>Dijital Strateji</i>	<i>%50</i>
<i>Teknoloji</i>	<i>%22</i>
<i>Organizasyon Yönetimi</i>	<i>%20</i>
<i>Satış & Pazarlama</i>	<i>%9</i>

İlk kriter %50 değerle diğer üç kriterin toplam değerine eşit olup, diğer kriterle göre açık ara baskın görünmektedir.

4.5.2 Alt Kriterlerin Analizi

Ana kriterlerin birbirleriyle ağırlık değerleri ve tutarlılık hesapları yapıldıktan sonra ana kriterlerin altında bulunan alt kriterlerin ağırlık değerlerinin hesaplanması aynı metodolojiyle yapılmıştır. Alt kriterlerin değerlendirilmesi için yine aynı uzman görüşlerine başvurulmuştur. Alt kriterlerin kendi içlerinde önem ağırlık puan toplamı %100’dür. Uzman kişilerin vermiş olduğu değerlendirmeleri tek bir karara bağlamak için her bir uzman kişi tarafından verilen kararların geometrik ortalaması alınarak tek bir karar değeri elde edilmiştir. Alt kriterlerle ilgili sonuçlar aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.

Tablo 14: Dijital Strateji Kriterinin Alt Kriterleri

	Yol Haritası	Performans Hedefleri	Finansal Fon	Önem Düzeyi	%
Yol Haritası	0,23	0,33	0,22	0,26	26
Performans Hedefleri	0,08	0,11	0,13	0,11	11
Finansal Fon	0,69	0,56	0,65	0,63	63

Tablo 15: Organizasyon Yönetimi Kriterinin Alt Kriterleri

	İnsan Kaynakları	Organizasyon Gelişimi	Çalışan Eğitimi	Önem Düzeyi	%
İnsan Kaynakları	0,24	0,45	0,22	0,30	30
Organizasyon Gelişimi	0,05	0,09	0,13	0,09	9
Çalışan Eğitimi	0,71	0,45	0,65	0,61	61

Tablo 16: Teknoloji Kriterinin Alt Kriterleri

	E 4.0 Bileşenleri	Büyük Veri ve Analizi	Sistem Entegrasyonları	Önem Düzeyi	%
E 4.0 Bileşenleri	0,65	0,69	0,56	0,63	63
Büyük Veri ve Analizi	0,22	0,23	0,33	0,26	26
Sistem Entegrasyonları	0,13	0,08	0,11	0,11	11

Tablo 17: Satış & Pazarlama Kriterinin Alt Kriterleri

	Müşteri Beklentileri	Satış Kanalları	Müşteri Hizmetleri	Önem Düzeyi	%
Müşteri Beklentileri	0,71	0,79	0,56	0,69	69
Satış Kanalları	0,14	0,16	0,33	0,21	21
Müşteri Hizmetleri	0,14	0,05	0,11	0,10	10

Alt ve alt kriterlerin önem puanları hesaplandıktan sonra her bir alt kriterin önem puanı ana kriter önem puanları ile çarpılarak genel önem ağırlık derecesi hesaplanmıştır. Alt kriterlerin kendi içlerinde önem ağırlık puan toplamı %100'dür. Genel önem ağırlık puanlarında ise 4 ana kriter altında yer alan 12 alt kriterin toplam ağırlık puanı %100'dür. Alt kriterlerin yerel ve global önem puanları Tablo 18'de gösterilmektedir.

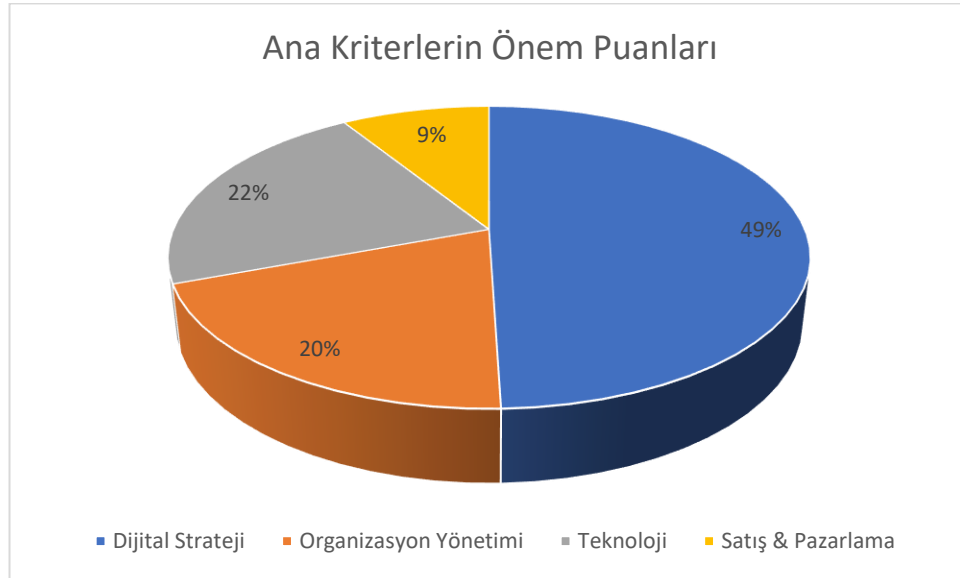
Tablo 18: Alt Kriterlerin Yerel ve Global Önem Puanları

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Ana Kriter Önem Puanı	Yerel Önem Puanı	Global Önem Puanı
et1. Dijital Strateji	Yol Haritası	50%	26%	13%
	Performans Hedefleri	50%	11%	6%
	Finansal Fon	50%	63%	32%
et2. Organizasyon Yönetimi	İnsan Kaynakları	20%	30%	6%
	Organizasyon Gelişimi	20%	9%	2%
	Çalışan Eğitimi	20%	61%	12%
et3. Teknoloji	E 4.0 Bileşenleri	22%	63%	14%
	Büyük Veri ve Analizi	22%	26%	6%
	Sistem Entegrasyonları	22%	11%	2%
et4. Satış ve Pazarlama	Müşteri Beklentileri	9%	69%	6%
	Satış Kanalları	9%	21%	2%
	Müşteri Hizmetleri	9%	10%	1%

4.5.3 Değerlendirme

Yapılan bu çalışmada dijital olgunluk kriterlerinin önceliklendirilmesi, çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan AHP yöntemi kullanılarak tamamlanmıştır. Bu yöntem ile ana ve alt kriterlerinin önem düzeyi belirlenmiştir.

Tüm sektörü kapsayacak en uygun ana kriterler belirlenmiştir. Olgunluk seviyesinin ölçülmesi için belirlen 4 ana kriter dijital strateji, organizasyon yönetimi, teknoloji ve satış&pazarlama olmuştur. Bu 4 ana kriterin almış oldukları ağırlıklı önem oranları Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 7: Ana Kriterlerin Dijital Olgunlukta Önem Düzeyleri

Ana kriterlerin ağırlıklı önem puanı sıralaması şu şekildedir;

- i. Dijital Strateji
- ii. Teknoloji
- iii. Organizasyon Yönetimi
- iv. Satış & Pazarlama

Uzmanların değerlendirmelerine göre hesaplanan ağırlıklı önem puanlarına göre en önemli ana kriter dijital strateji (%49) kriteri olmuştur. Bu kriterin önem puanı diğer üç kriterin toplamına eşit olduğu ve perakende sektörünün dijital olgunluğunu değerlendirme açısından büyük öneme sahip olduğu görülmektedir. Dijital dönüşüm

işletmeler için dijital teknolojilerle mevcut ürünleri ve süreçleri geliştirmek yerine yeni iş modelleri geliştirmesinin önünü açmaktadır. Ana kriterlerin içinde önem düzeyi en yüksek olan kriterin dijital strateji olması da değerlendirmenin ne kadar tutarlı olduğunu göstermektedir. Yeni iş modelleri geliştirmek içinde yol haritasının belirlenmesi, performans hedefleri koyulması ve fon planlamasının yapılması gerekmektedir. Bu kriterlerinde önem düzeyleri kendi içerisinde hesaplanmıştır. Bu hesaplama doğrultusunda ilk sırada finansal fon (%63) ikinci sırada yol haritası (%26) ve üçüncü sırada performans hedefleri (%11) yer almaktadır. Dijitalleşme çalışmalarında yeni teknolojilerin uygulanabilmesi ve uygulanan teknolojilerinin sürekliliğin sağlayabilmek için çok ciddi finansal fon ayrılmalıdır. Değerlendirmemizde de finansal fon planlama kriterinin diğer kriterlere göre açık ara üstün olması değerlendirmenin tutarlılığını bir kez daha göstermektedir.

Ana kriterlerin değerlendirilmesi sonucu ikinci önemli kriter teknoloji (%22) kriteridir. Teknoloji dijital dönüşümün temelini oluşturmaktadır. Dönüşümün sağlıklı gerçekleştirilebilmesi için temelin sağlıklı olması gerekmektedir. Teknoloji kriterinin ikinci sırada olması da işletmelerin dijital dönüşümde teknolojinin önemini farkında olduğunu göstermektedir. Bu kriterin alt kriterlerinin kendi içinde değerlendirmesiyle ilk sırada endüstri 4.0 bileşenlerini kullanım seviyesi (%63) yer almaktadır. Endüstri 4.0 teknolojilerini işletmenin süreçlerine entegre etmek ya da mevcutta var olan geleneksel teknolojileri geliştirerek kullanmak dijital dönüşüm sürecinde işletmeler için büyük önem arz etmektedir. Bir işletmenin dijital dönüşümündeki ana hedef en alt seviyedeki sistemlerden en üst seviyedeki sistemlere kadar tüm süreçleri kapsayan yeni teknolojik bileşenlere sahip olmaktır. İkinci sırada yer alan büyük veri analizi (%26) ise; dijital dönüşüm ile artan veriler içerisinde yararlı veriyi ulaşabilmeleri için devreye girmekte ve işletmeleri rekabette öne geçirmektedir. Son sırada ise sistem entegrasyonları (%11) yer almaktadır. İşletmelerin üretimde dahil olduğu birçok operasyon sürecinde dijital dönüşüm ile birlikte uçtan uca entegrasyon söz konusudur. Uçtan uca entegrasyonda yatay ve dikey entegrasyonun birlikte var olması büyük kolaylıklar sağlamaktadır.

Ağırlıklı önem puanını göre üçüncü sırada organizasyon yönetimi (%20) yer almaktadır. Bu kriterin alt kriterlerin önem puanları sırasıyla şöyledir; çalışan eğitimi (%61), insan kaynakları (%30) ve organizasyonel gelişim (%9) kriterleridir.

Organizasyonel gelişim kriteri bir önceki ana kriter olan teknoloji kriteri ile birbirlerine yakın öncelik değerine sahiptir. Buradan teknoloji ve insan faktörünün birbirini etkileyen iki önemli faktör olduğu sonucunu çıkarabiliriz. Bir işletmenin dijital dönüşüm aşamasında bu dönüşümü etkileyen teknolojik faktörler ne denli önemliyse bu teknolojiyi kullanabilecek gelişmiş insan kaynağı, insan kaynağının eğitim ve gelişimi ile mevcut organizasyonel yapılarının değişime göre şekillenebilmesi o denli önemlidir sonucu çıkmaktadır.

Satış & Pazarlama kriteri (%9) diğer üç kritere göre nispeten daha az orana sahip olmasına rağmen dijital dönüşümde kriterlerin hepsi bir zincir gibi olması sebebiyle her kriter önemli konumda olduğu unutulmamalıdır. Bu ana kriterin kendi içinde alt kriter önem düzeyleri şu şekildedir; müşteri beklentileri (%69), satış kanalları (%21) ve müşteri hizmetleri (%10)' dur.

Dört ana kritere ait toplam 12 tane alt kriterin ağırlıklı önem sırası da şu şekildedir;

- i. Finansal Fon (Dijital Strateji)
- ii. Endüstri 4.0 Bileşenleri (Teknoloji)
- iii. Yol Haritası (Dijital Strateji)
- iv. Çalışan Eğitimi (Organizasyon Yönetimi)
- v. İnsan Kaynakları (Organizasyon Yönetimi), Performans Hedefleri (Dijital Strateji), Büyük Veri ve Analizi (Teknoloji), Müşteri Beklentileri (Satış & Pazarlama)
- vi. Organizasyon Gelişimi (Organizasyon Yönetimi), Sistem Entegrasyonları (Teknoloji), Satış Kanalları (Satış & Pazarlama)
- vii. Müşteri Hizmetleri (Satış & Pazarlama)

5. SONUÇ

20. ve 21. yy da bilgisayar ve internet kullanımının bireye inmesiyle birlikte dünya hızlı bir dijitalleşme sürecine girmiştir. İşletmeler dijital çağa ayak uydurabilmek için hızla dönüşüm çalışmalarına başlamaları gerektiğinin farkına varmışlardır. Dijitalleşme ile birlikte dijital dönüşüm kavramı işletmelerin vizyonlarında yerini almıştır. Bu çalışmanın yöneticiler için yol gösterici olması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda perakende sektöründe, dijital olgunluk seviyesini yükselmesi için ne gibi kriterlerin ve alt kriterlerin olduğu ve bu kriterlerin ne derece etkili olduğu çalışmanın ana amacıdır. Çalışmanın ortaya çıkan ağırlıklı önem puanlarının hesaplanması ile literatüre büyük katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

Bu amaca ulaşmak için bu tez kapsamı, işletmelerde dijital olgunluk seviyesinin ölçülebilmesi için kriterlerin ve alt kriterlerin belirlenerek bu kriterlerin önem düzeylerini çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan AHP ile değerlendirmektir.

Bu doğrultuda dijital dönüşümün ne olduğu, dünya da daha önce yaşanan dönüşüm hareketleri ve sanayi devrimlerinden bahsedilmiştir. Bilhassa Alman Hükümeti tarafından ilk kez 4. Sanayi devriminin başlangıcı olarak 2011 yılında Hannover Fuarı'nda ilan edilen endüstri 4.0 ve bu devrimin beraberinde hayatımıza giren kavramlara yer verilmiştir. Aynı zamanda işletmelerin bu yarışta dijital olgunluk seviyeleri ölçebilmeleri ve bu bağlamda yol haritalarını belirleyebilmeleri için literatürde kabul görmüş olgunluk modellerine yer verilmiştir. Bu modelleri ölçmek için çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan AHP modeline ilişkin aksiyomlardan, prensiplerinden ve hesaplama aşamalarından bahsedilmiştir.

Literatür çalışmasının akabinde Türkiye'de perakende sektöründe öncü olan firmada çalışan, alanında 15 yıldan fazla tecrübeye sahip üç yönetici ile birlikte tüm perakende sektörünü kapsayacak şekilde dijital olgunluk ölçümü için ana kriterler ve alt kriterler belirlenmiştir. Belirlenen kriterler doğrultusunda, bahsedilen üç yöneticiyle birlikte alanında tecrübeli dört uzman olmak üzere toplam yedi çalışan ile Saaty'in 1-9 önem dereceli ölçeği kullanılarak karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Bu karşılaştırma matrisleri neticesinde yedi uzman görüşünün önem puanlarının geometrik ortalamaları alınarak ana matris oluşturulmuş ve AHP yönteminin tüm aşamaları uygulanarak hem ana kriterler hem de alt kriterler için önem dereceleri bulunmuştur. Bu önem

derecelerine göre sıralama işlemi yapılmış ve dijital olgunluk düzeyini belirlemede hangi kriterlerin daha büyük öneme sahip olduğu belirlenmiştir.

Perakende sektöründe genel bir yaklaşım ile bu tarzda bir AHP analizi yapılmamış olması fenomenolojik değerlendirmelerin girdi olarak kabul edilmesi ve elde edilen bulgular açısından mevcut literatürde her biri adına yapılan çalışmalar olsa da birlikte değerlendirilmiş çalışmanın yer almamış olması bu çalışmanın özgün bir çalışma olduğunu ortaya koymaktadır.

Literatürde dijital olgunluk seviyesini değerlendiren çok sayıda olgunluk modeli olmasına karşın, bu çalışmaların tamamı genel bir modeldir. Bu çalışmada standart olgunluk modeli kriterleri kullanılmamıştır. Perakende sektörünün dijital olgunluk seviyesini en iyi ölçeceği düşünülen ana kriterler ve alt kriterler geniş literatür araştırması ve uzmanlar ile söyleşi yapılarak belirlenmiştir. Oluşturulan bu olgunluk modeli kriteri perakende sektörünün genelini kapsayacak şekilde oluşturulmuştur. Sektörü özelleştirildiğinde kriterlerde farklılıklar olabileceği söylenebilir. Örneğin; hazır gıda sektöründeki bir perakende işletmesi için en önemli kriter satış&pazarlama olduğu ifade edilmektedir. Bu çalışmadan sektöre özel çalışmalar yapılması gerekliliğine ışık tutmaktadır.

Genel anlamda işletmelerin dijital olgunluğundan bahsedilse de bu bağlamda en büyük rol ülkelere düşmektedir. Bir işletmenin dijital anlamda katedeceği yol bulunduğu ülkenin imkanlarıyla doğru orantılıdır. Bir işletmenin dönüşüm hızı bulunduğu ülkede dönüşüm stratejisinin varlığı ve etkinliğiyle doğru orantılıdır. Çalışmamızda tüm alt kriterlerin global ağırlıklarına bakıldığında finansal fon %32 ile en büyük değere sahiptir. Buradan da anlaşılacağı gibi dijital dönüşümde birçok boyut finansal kaynak gerektirmektedir. Bu gereklilik doğrultusunda ülkelerin endüstri 4.0 yarışında geri kalmamaları için işletmeleri ekonomik anlamda desteklemesi gerektiği devlet politikası haline getirilmesi zorunluluğu bu çalışmayla da desteklenmektedir.

KAYNAKÇA

- Acar, S. (2021). Endüstri 4.0'in Gelişmekte Olan Ülkelere Transfer Edilebilirliği: Türkiye Örneği. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*.
- Ağca, V., & Tunçer, E. (2006). Çok Boyutlu Performans Değerleme Modelleri ve Bir Balnced Scorecard Örneği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F Dergisi*, 8(1), 173-193.
- Akbaba, A. İ. (2018). Dördüncü Endüstri Devrimine Geçiş Sürecinde Üç Boyutlu Yazıcı Kullanımının Teknoloji Kabul Modeliyle Ölçülenmesi: Otomotiv Endüstrisinde Bir Araştırma. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*.
- Akdil, K. Y., Üstündağ, A., & Çevikcan, E. (2018). Industry 4.0: Managing The Digital Transformation. *Maturity and Readiness Model for Industry 4.0 Strategy* (s. 61-94). içinde Springer.
- Alçın, S. (2016). Üretim için yeni bir izlek: Sanayi 4.0. *Journal of Life Economics*, 19-30.
- Arslan, Ü. Ç., & Demirağ, Y. H. (2017). Sanayi Devrimi: Sonuçları ve Uluslararası Sisteme. *Başkent Üniversitesi*, 1-15.
- Asiltürk, A. (2018). İnsan Kaynakları Yönetiminin Geleceği:İK 4.0. *Journal of Awareness*, 3(Özel), 528-544.
- Aslıyüksel, M. K. (2016). Bilgi Teknolojileri ve Dijitalleşmenin Türkiye'de. *Bilgi Dünyası*, 17(1), 87-103.
- Aytaç, P. (2008). Tedarikçi ve Müşteri İlişkilerinin Entegrasyonu: Würth GmbH. Tedarik Zinciri Uygulaması. *Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Banger, G. (2017). *Endüstri 4.0-Ekstra*. Ankara: Dorlion Yayınevi.
- Berghaus, S., & Back, A. (2016). Stages in Digital Business Transformation: Results of an Empirical Maturity Study. *Tenth Mediterranean Conference on Information Systems (MCIS)*.
- Bersin, J., & Zao-Sanders, M. (2020). *HBR Boost Your Teams Data Literacy*. Aralık 16, 2021 tarihinde <https://hbr.org/2020/02/boost-your-teams-data-literacy> adresinden alındı
- Bilen, A. Y. (2020). İktisadi Düşünce Tarihinde Sanayi Devrimi: Geçmişten Günümüze. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*.
- Bogner, E., Voelklein, T., Schroedel, O., & Franke, J. (2016). Study Based Analysis on the Current Digitalization Degree in the Manufacturing Industry in Germany. *49th CIRP Conference on Manufacturing Systems (CIRP-CMS 2016)*, 57(2016), 14-19.

- Canetta, L., Barni, A., & Montini, E. (2018). Development of a digitalization maturity model for the manufacturing sector. *IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation*, 1-7.
- Carolis, A., Macchi, M., Negri, E., & Terzi, S. (2017). A Maturity Model for Assessing the Digital Readiness of Manufacturing Companies. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*(513), 13-20.
- Çallı, L., & Taşkın, K. (2015). 3D Yazıcı Endüstrisinin Oluşturacağı Yeni Pazarlar ve Pazarlama Uygulamaları. : *ICEB 2015 Uluslararası Vizyon Üniversitesi*, 1-12.
- Dağdeviren, M., Akay, D., & Kurt, M. (2004). İş Değerlendirme Sürecinde Analitik Hiyeraşi Prosesi ve Uygulamaları. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(2), 131-138.
- Davutoğlu, N. A., Akgül, B., & Yıldız, E. (2017). İşletme Yönetiminde Sanayi 4.0 Kavramı İle Farkındalık Oluşturarak Etkin Bir Şekilde Değişimi Sağlamak. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5, 544-567.
- Deloitte. (2017). Using autonomous robots to drive supply chain innovation. *Deloitte*.
- Demirer, Ö., & Demirer, M. C. (2019). *Endüstriyel Devrimler-Tarihsel Bir Perspektif* (1. b.). Ankara: Gazi Kitapevi.
- Demirkaya, H. (2006). İnsan Kaynakları Bölümünün Organizasyonu. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12, 1-21.
- Doğan, N. Ö., & Karakuş, Y. (2014). KFG-AHP bütünleşik yöntemi kullanılarak turizm sektöründe hizmet kalitesinin değerlendirilmesi: Göreme açık hava müzesi üzerine bir uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(3), 169-194.
- Doğan, S., & Demiral, Ö. (2008). İnsan kaynakları yönetiminde çalışanların kendilerine doğru yolculuk yöntemi: Yetenel yönetimi. *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17(3), 145-166.
- Drucker, P. F. (1999). Knowledge-Worker Productivity; The Biggest Challengee. *Regents of the University California*.
- EBSO. (2015). Sanayi 4.0. *Araştırma Müdürlüğü*.
- Ertuğrul, İ., & Deniz, G. (2018). 4.0 Dünyası: Pazarlama 4.0 ve Endüstri 4.0. *Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 143-170.
- Evren, R., & Ülengin, F. (1992). *Yönetimde Çok Amaçlı Karar Verme*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Forman, E. H., & Glass, S. I. (2001). The Analytic Hierarchy Proses: An Exposition. *Operations Research*, 49(4), 469-486.
- Forman, E. H., & Selly, M. A. (2001). *Decision By Objectives (How To Convince Others That You Are Right)*. Petersburg: World Scientific Pub.

- Ganzarain, J., & Errasti, N. (2016). Three stage maturity model in SME's toward industry 4.0. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 9(5), 119-1128.
- Geissbauer, R., Vedso, J., & Schrauf, S. (2016). *Industry 4.0: Building the Digital*. London: PricewaterhouseCoopers.
- Genç, S. (2018). Bir İleri Teknoloji Fabrikasının Dördüncü Endüstri Devrimine. *Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*.
- Gilchrist, A. (2016). Industry 4.0 - The Industrial Internet of Things. *New York: Springer Science+Business Media*.
- Glas, A. H., & Kleemann, F. C. (2016). The Impact of Industry 4.0 on Procurement and Supply Management: A Conceptual and Qualitative Analysis. *International Journal of Business and Management Invention*, 5(6), 55-66.
- Gordon, R. J. (2012). *Is U.S. Economic Growth Over?* Şubat 2022 tarihinde <https://www.nber.org/papers/w18315> adresinden alındı
- Government, Q. (2020, Mayıs 27). *Key components of a digital strategy*. 12 21, 2021 tarihinde www.business.qld.gov.au: <https://www.business.qld.gov.au/running-business/it/digitalstrategy/key-components> adresinden alındı
- Gökalp, E., Şener, U., & Eren, P. E. (2017). Development of an Assessment Model for Industry 4.0: Industry 4.0-MM. *International Conference on Software Process Improvement and Capability Determination*.
- Görçün, Ö. F. (2016). *Dördüncü Endüstri Devrimi Endüstri 4.0*. İstanbul: Beta Yayınları.
- Groot, J. D. (2020, Ekim 5). *What is Cyber Security? Definition, Best Practices & More*. Aralık 21, 2021 tarihinde <https://digitalguardian.com/>: <https://digitalguardian.com/blog/what-cyber-security> adresinden alındı
- Hartwell, R. M. (2005). İngiltere'de Sanayi Devriminin Nedenleri. *Piyasa Dergisi*(15-16), 1-16.
- Hergül, B. (2020). Dördüncü Sanayi Devrimi (Sanayi 4.0) Sürecinde İnsansız Hava Araçlarıyla Medyada Haber Toplamaya Yönelik Yöntem Geliştirme. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*.
- Hermann, M., Pentek, T., & Boris, O. (2015). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios A Literature Review. *Technische Universität Dortmund*.
- Hofmann, E., & Rüsçh, M. (2017). Hofmann Industry 4.0 and the current status as well as future prospects of logistics. *Computers in Industry*, 89, 23-34.
- Huxtable, J., & Schaefer, D. (2016). On Servitization of the Manufacturing. *Procedia CIRP*, 52, 46-51.

- Kagermann, H., Helbig, J., Hellinger, A., & Whlster, W. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the future of German manufacturing industry; final report of the Industrie 4.0 Working Group. *Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Acatech), Forschungsunion*.
- Karataş, P. Ç. (2019). Aralık değerli Nötrosifik AHP VE aralık değerli Nötrosifik TOPSIS yöntemleri ile personel seçimi. *Sosyal Bilimleri Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı*.
- Kaspersky. (2021, Mart 14). *Siber Güvenlik Nedir?* <https://www.kaspersky.com.tr:https://www.kaspersky.com.tr/resource-center/definitions/what-is-cyber-security> adresinden alındı
- Kaya, N. N., & Acılioğlu, İ. (2020). *Beyaz Yakalı'nın Dijital Dönüşümü*. Ankara: Elma Yayınevi.
- Keçek, G., & Yıldırım, E. (2010). Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) Sisteminin Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ile Seçimi : Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15, 193-211.
- Kent, E. (2020, mart 19). *Endüstrinin Gelişimine Bakış*. şubat 18, 2022 tarihinde <https://www.endustri40.com/endustrinin-gelisimine-bakis/> adresinden alındı
- Kırçı, Z. (2007). Motivasyon Unsuru Olarak Kariyer Geliştirme ve Bir Uygulama. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*.
- Koçak, A., & Diyadin, A. (2018). Sanayi 4.0 Geçiş Süreçlerinde Kritik Başarı Faktörlerinin DEMATEL Yöntemi ile Değerlendirilmesi. *Ege Academic Review*, 18(1), 107-120.
- Koçak, A., & Diyadin, A. (2018). Sanayi 4.0 Geçiş Süreçlerinde Kritik Başarı Faktörlerinin DEMATEL Yöntemi ile Değerlendirilmesi. *Ege Akademik Bakış*, 18, 107-120.
- Kumaş, E. (2021). Endüstri 4.0 Olgunluk Modeli: Türkiye Endeksi ve Değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü*.
- Kuruüzüm, A., & Atsan, N. (2001). Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları. *Akdeniz İ.İ.B.F Dergisi*, 83-105.
- Lamon, E., Franco, A., Peternel, L., & Ajoudani, A. (2019). A Capability-Aware Role Allocation Approach to Industrial Assembly Tasks. *IEEE Robotics And Automation*, 1-8.
- Leyh, C., Bley, K., Schaffer, T., & Forstenhausler, S. (2016). SIMMI 4.0 – A maturity model for classifying the enterprise-wide IT and software landscape focusing on Industry 4.0. *Proceedings of the Federated Conference on Computer Science and Information System(8)*, 1297-1302.

- Li, L., Su, F., Zhang, W., & Mao, J. Y. (2017). Digital Transformation By SME Entrepreneurs: A Capability Perspective. *Information System Journal*, 1-29.
- Lichtblau, K., Stich, V., Bertenrath, R., Blum, M., Bleider, M., Millack, M., . . . Schröter, M. (2015). Industrie 4.0- Readiness; Impuls-Stiftung des Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau. *IMPULS*.
- Marr, B. (2019). *Büyük Veri ve Nesnelere İnterneti Nasıl Kar Getirir?* (Z. H. Akman, Çev.) İstanbul: MediaCat.
- McAfee, A., Brynjolfsson, E., Davenport, T. H., Patin, D. J., & Barton, D. (2012). Big Data: The Management Revolution. *Harvard Business Review*, 90(10), 60-68.
- McKinsey. (2020, Kasım 1). *What 'digital' really means*. Aralık 29, 2021 tarihinde <https://www.mckinsey.com>:
<https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/what-digital-really-means> adresinden alındı
- Morgan, S. (2021, Ocak 21). *Cybercrime To Cost The World \$10.5 Trillion Annually By 2025*. Aralık 20, 2021 tarihinde <https://cybersecurityventures.com/>:
<https://1c7fab3im83f5gqiow2qqs2k-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2021/01/Cyberwarfare-2021-Report.pdf> adresinden alındı
- Nalbantoğlu, C. B. (2021). Dijital Dönüşümün Örgüt Kültürü Üzerine Yansımaları. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırma Dergisi*, 23(40), 193-207.
- Nyeki, A. K. (2017). Towards Sustainable Agricultural and Biosystems Engineering. *Gyor Universitas-Gyor Nonprofit Ltd*.
- Odası, E. B. (2015). Sanayi 4.0. *Ebso Araştırma Müdürlüğü Yayını*.
- Özçelik, T., Erkollar, A., & Cebeci, H. İ. (2018). Bir İmalat İşletmesi için Endüstri 4.0 (Dijital) Olgunluk Seviyesi. *Paper presented at the Fifth International Management Information Systems Conference*.
- Özdaş, M. R. (2014). *Bulut bilişimin kamuda kullanımı: Dünya örnekleri ve Türkiye için Öneriler*. Ankara.
- Özdemir, M. S., & Saaty, T. L. (2006). The Unknown in Decision Making What to do About It. *European Journal of Operational Reserarch*, 174, 349-359.
- Özdoğan, O. (2017). *Dördüncü Sanayi Devrimi ve Endüstriyel Dönüşümün*. İstanbul: Pusula 20 Teknoloji ve Yayıncılık.
- Özsoyulu, A. F. (2017). Endüstri 4.0. *Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi*, 21(1), 41-64.
- Öztürk, M. G., Köseoğlu, A. M., & Zorlu, G. H. (2018). Inventory Control Methods in Companies by Using Industry 4.0. *Pressacademia*, 1(7), 348-351.
- Palaz, H., & Kovancı, A. (2008). Türk Deniz Kuvvetleri Denizaltılarının Seçiminin AHS ile Değerlendirilmesi. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 3(3), 53-60.

- Pessl, E., Sorko, S. R., & Mayer, B. (2017). Roadmap Industry 4.0 – Implementation Guideline for Enterprises. *International Journal of Science, Technology and Society*, 5(6), 193-202.
- Poggi, N. (2021, Şubat 22). *Cybersecurity Statistics Report 2021*. Kasım 24, 2021 tarihinde <https://preyproject.com/>: <https://preyproject.com/blog/en/cybersecurity-statistics/> adresinden alındı
- Rockwell Automation. (2014). The connected enterprise maturity model. *Rockwell Automation*.
- Ruzgas, T., Jakubeliene, K., & Buivyte, A. (2016). Big Data Mining and Knowledge Discovery. *Journal of Communications Technology, Electronics and Computer Science*, 9, 5-9.
- Saaty, T. (2000). *Fundamentals Of Decision Making and Priority*. Pittsburgh: RWS Publications.
- Saaty, T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process.
- Saaty, T. L. (1986). Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process. *Management Science*, 7(32), 841-855.
- Saaty, T. L. (1994). How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *Interfaces*, 24(6), 19-43.
- Saaty, T. L. (2008). Relative Measurement and its Generalization in Decision Making: Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors - The Analytic Hierarchy/Network Process. *Review of the Royal Spanish Academy of Sciences, Series A Mathematics*, 251-318.
- Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (2001). Models, Methods, Concept And Applications of the Analytic Hierarchy Proses. *Kluwe Academic Publishers*.
- Schumache, A., Erol, S., & Sihn, W. (2016). A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and. *ScienceDirect*, 161-166.
- Schwab, K. (2016). *Dördüncü Sanayi Devrimi*. (Z. Dicleli, Çev.) İstanbul: Optimist Yayıncılık.
- Siemens. (2017). *Endüstri 4.0 Yolunda*.
- Simmon, E. D. (2018). NIST Cloud Computing Program Supporting the U.S. Cloud Computing. *Proceedings of the 19th ISPE International Conference on Concurrent*. U.S: National Institute of Standards and Technology (NIST).
- Sjödin, D., Parida, V., Leksell, M., & Petrovic, A. (2018). Smart factory implementation and process innovation : a preliminary maturity model for leveraging digitalization in manufacturing moving to smart factories presents specific challenges that can be addressed through a structured approach focused on people. *Research-Technology Management*(61), 22-31.

- Stock, T., & Seliger, G. (2016). Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry. *Procedia CIRP* 40, 536-541.
- Şahin, R. (2019). Sanayi Devrimi Osmanlı İmparatorluğu'nda Neden Başlamadı. *Business, Economics and Management Research Journal*(2), 1-16.
- Şensoy, Y. (2021). Kauçuk Üretimi Yapan İşletmelerin Dijital Olgunluk Düzeylerinin Belirlenmesi: Bursa İli Örneği. *Düzce Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*.
- Taş, H. Y. (2018). Dördüncü Endüstri (sanayi) devrimi'nin (Endüstri 4.0) Çalışma Hayatına ve İstihdama Muhtemel Etkileri. *Uluslararası Toplum Araştırma Dergisi*, 1817-1836.
- The Boston Consulting Group [BCG]. (2020, Aralık 27). *A Digital Strategy Roadmap to Drive Transformation*. Şubat 21, 2022 tarihinde <https://www.bcg.com:https://www.bcg.com/capabilities/digital-technology-data/digital-strategy-roadmap> adresinden alındı
- Türk Standardları Enstitüsü [TSE]. (2014). *Bulut Buluşum Güvenlik ve Kullanım Standardı*. Ankara.
- Türkiye Sanayi ve İş İnsanları Derneği [TÜSİAD]. (2017). Türkiye'nin Sanayi'de Dijital Dönüşüm Yetkinliği. *Türkiye Sanayi ve İş İnsanları Derneği, TÜSİAD-T/2017*, 12-589.
- Tüsiad, Samsung, Deloitte, & Gfk. (2016). *Türkiye'deki Dijital Değişime CEO Bakışı*.
- Uluyol, Ç., & Eryılmaz, S. (2015). Examining pre-service teachers opinions regarding to augmented reality learning. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(3), 403-413.
- Vaidya, O. S., & Kumar, S. (2006). Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal of Operational Research*(169), 1-29.
- Weber, C., Königsberger, J., Kassner, L., & Mitschang, B. (2017). M2DDM – A Maturity Model for Data-Driven Manufacturing. *Procedia CIRP*(63), 173-178.
- World Economic Forum. (2020). *Jobs of Tomorrow Mapping Opportunity in the New Economy Report*. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Jobs_of_Tomorrow_2020.pdf adresinden alındı
- Xia, F., Yang, L., & Wang, T. (2012). Internet of things. *International Journal Of Communication Systems*, 25(9), 1101-1102.
- Yeşiltaş, C. (2021). Dijitalleşen Ekonomide İstihdam Türk Tekstil Sektörü. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*.
- Yıldız, A. (2018). Endüstri 4.0 ve Akıllı Fabrikalar. *Sakarya University Journal Of Science*, 22(2), 546-556.
- Yin, S. K. (2015). Big Data for Modern Industry:Challenges and Trends [Point of View]. *Proceedings of the IEEE*, 2(103), 143-146.

- Yüce, G. (2020). Dijital Dönüşüm ve Endüstri 4.0 Olgunluk Modeli: Türkiye Çimento Sektörü Üzerine Bir Uygulama. *Mersin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*.
- Yücel, T. F. (2015). *Cumhuriyet Türkiye'si'nin Sanayileşme Öyküsü*. Ankara: Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı.
- Yüksel, İ. (2020). Endüstri 4.0 ve Tarım Politikaları. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*.
- Zahedi, F. (1987). Utility Approach to The AHP. *Mathematical Modeling*, 9(3-5), 387-395.