

**ENDÜSTRİ 4.0 BAĞLAMINDA İŞLETMELERDE DİJİTAL OLGUNLUK;
ERZURUM İLİ ÖRNEĞİ**

Aybüke MÜHÜRDAROĞLU

İşletme Anabilim Dalı

Doç. Dr. Ahmet İlker AKBABA

Erzurum- 2024

Her hakkı saklıdır



SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ENDÜSTRİ 4.0 BAĞLAMINDA İŞLETMELERDE DİJİTAL OLGUNLUK;
ERZURUM İLİ ÖRNEĞİ

Aybüke MÜHÜRDAROĞLU

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ahmet İlker AKBABA
Anabilim Dalı: İşletme Anabilim Dalı

Erzurum-2024

Her hakkı saklıdır

YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAY SAYFASI

Aybüke MÜHÜRDAROĞLU tarafından hazırlanan Endüstri 4.0 Bağlamında İşletmelerde Dijital Olgunluk; Erzurum İli Örneği adlı bu çalışma 06.05.2024 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda ☐ oybirliği / ☐ oyçokluğu ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından **İşletme Ana Bilim Dalı, Üretim Yönetimi ve Pazarlama Bilim Dalında yüksek lisans tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı	Prof. Dr. Dilşad GÜZEL Atatürk Üniversitesi	İmza
Danışman	Doç. Dr. Ahmet İlker AKBABA Erzurum Teknik Üniversitesi	İmza
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Sefa ÖZDEMİR Erzurum Teknik Üniversitesi	İmza

Aybüke MÜHÜRDAROĞLU tarafından hazırlan Endüstri 4.0 Bağlamında İşletmelerde Dijital Olgunluk; Erzurum İli Örneği başlıklı yüksek lisans tezi kabul edilmiştir. 06.05.2024

Prof. Dr. Serap BEDİR KARA
Enstitü Müdürü

TEZ ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullandığım her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını, aksinin ortaya çıkması durumunda her tür yasal sorumluluğu ve tezin erişim sürecine ilişkin aşağıdaki beyanımı kabul ediyorum. 06.05.2024

Aybüke MÜHÜRDAROĞLU

Öğrenci

- ☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun Tarih girmek için tıklayınız tarih ve Karar No sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.
- ☐ Enstitü Yönetim Kurulunun Tarih girmek için tıklayınız tarih ve Karar No sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.
- ☐ Enstitü Yönetim Kurulunun Tarih girmek için tıklayınız tarih ve Karar No sayılı kararı ile teze erişim süresi ile ilgili bir kısıtlama bulunmamaktadır.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	VIII
ABSTRACT	X
TABLolar LİSTESİ.....	XII
KISALTMALAR LİSTESİ	XIII
ÖN SÖZ.....	XIV
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

ENDÜSTRİ 4.0 ve DİJİTAL DÖNÜŞÜM

1.1. ENDÜSTRİ DEVRİMLERİ	4
1.1.1. Endüstri 1.0	4
1.1.2. Endüstri 2.0	5
1.1.3. Endüstri 3.0	5
1.2. ENDÜSTRİ 4.0 KAVRAMI VE TARİHÇESİ	6
1.3. ENDÜSTRİ 4.0'IN ÖNEMİ	8
1.4. ENDÜSTRİ 4.0'IN YAPISI VE ETKİSİ	9
1.5. ENDÜSTRİ 4.0 BİLEŞENLERİ	12
1.6. ENDÜSTRİ 4.0'IN AVANTAJLARI	18
1.7. ENDÜSTRİ 4.0'IN DEZAVANTAJLARI.....	20
1.8. DİJİTAL DÖNÜŞÜM KAVRAMI	20
1.9. DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜN ÖNEMİ.....	22
1.10. DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜN AVANTAJLARI.....	25
1.11. DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜN DEZAVANTAJLARI	27
1.12. ENDÜSTRİ 4.0 VE DİJİTAL DÖNÜŞÜM	29

İKİNCİ BÖLÜM

DİJİTAL OLGUNLUK MODELLERİ

2.1. DİJİTAL OLGUNLUK KAVRAMI	33
2.2. DİJİTAL OLGUNLUK MODELİ KAVRAMI.....	36
2.3. DİJİTAL OLGUNLUK MODELLERİNİN ÖNEMİ	37
2.4. DİJİTAL OLGUNLUK MODELLERİNİN GENEL BOYUTLARI	39

2.5.	DİJİTAL OLGUNLUK MODELİ ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ	41
2.5.1.	IMPLUS Endüstri 4.0 Hazırlık Modeli	43
2.5.2.	DMAT Dijital Olgunluk Değerlendirme Ölçeği	46
2.5.3.	Endüstri 4.0 Hazırlığını ve Olgunluğunu Değerlendirmek İçin Olgunluk Modeli (I40MM Endüstri 4.0 Hazırlık Modeli), (Schumacher Modeli)	49
2.5.4.	TÜBİTAK Dijital Olgunluk Modeli (DİJİTAL AKADEMİ)	51
2.5.5.	Endüstri 4.0 Olgunluk Değerlendirme Aracı (Industry 4.0 Maturity Assessment Tool)	54
2.5.6.	Endüstri 4.0 Stratejisi İçin Olgunluk ve Hazırlık Modeli (Maturity and Readiness Model for Industry 4.0 Strategy)	60
2.5.7.	Forrester Dijital Olgunluk Modeli 4.0.....	62
2.5.8.	Dijital Kobim (Dijital Beceri Testi) Olgunluk Modeli.....	64
2.5.9.	ACATECH Endüstri 4.0 Olgunluk Endeksi	66
2.5.10.	360 Dijital Olgunluk Modeli (360 DMA)	69
2.5.11.	Endüstri 4.0: Dijital İşletmeyi İnşa Etmek (Industry 4.0: Building The Digital Enterprise).....	71
2.5.12.	Dijital Olgunluk: Tanım ve Model (Dijital Olgunluk Sınıflandırması)	74
2.5.13.	İZKA Dijital Olgunluk Modeli	77

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ENDÜSTRİ 4.0 BAĞLAMINDA DİJİTAL OLGUNLUK SEVİYESİ ÖLÇÜMÜ; ERZURUM İLİ ÖRNEĞİ UYGULAMASI

3.1.	ARAŞTIRMANIN PROBLEMİ.....	87
3.2.	ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ	87
3.3.	ARAŞTIRMANIN EVREN VE ÖRNEKLEMİ.....	88
3.4.	ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ	88
3.5.	ARAŞTIRMA BULGULARI	89
3.5.1.	Katılımcı Demografik Bilgileri	89
3.5.2.	Firmalara Yönelik Demografik Bilgiler	90
3.5.3.	Araştırma Ölçeklerine Yönelik Güvenilirlik Analizi	91
3.5.4.	Katılımcıların Strateji, Kültür, Teknoloji, Yönetişim ve Süreçler Boyutlarına Yönelik Değerlendirmeleri	93

3.5.5. Strateji, Kùltür, Teknoloji, Yönetişim, Süreçler Boyutlarının Sektörlere Göre Karşılaştırılması	98
3.6. İŞLETMELERİN DİJİTAL OLGUNLUK SEVİYELERİNİN SINIFLANDIRILMASI	100
3.7. DİJİTAL OLGUNLUK SEVİYELERİNİN SEKTÖRLERE GÖRE DAĞILIMI	102
SONUÇ.....	104
KAYNAKLAR.....	108
EKLER.....	118

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ENDÜSTRİ 4.0 BAĞLAMINDA DİJİTAL OLGUNLUK SEVİYESİ ÖLÇÜMÜ; ERZURUM İLİ ÖRNEĞİ

Aybüke MÜHÜRDAROĞLU

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ahmet İlker AKBABA

2024, 121 sayfa

Jüri: Doç. Dr. Ahmet İlker AKBABA (Danışman)

Prof. Dr. Dilşad GÜZEL (Üye)

Dr. Öğr. Üyesi. Sefa ÖZDEMİR (Üye)

Geliştirilen Endüstri 4.0 teknolojileri işletmeleri iş modellerinde, stratejilerinde, organizasyon yapılarında, ürün ve hizmetlerinde köklü değişimler yapmaya zorlamaktadır. Endüstri 4.0'ın ve Dijital Dönüşümün kazanımlarını araştırarak girişimlerde bulunan işletmeler, dijital dönüşüm sürecine başlamadan önce dijital olgunluk seviyelerini belirleyerek bu doğrultuda yatırım planı yapmayı hedeflemektedirler.

Bu çalışmada, Endüstri 4.0 ve Dijital Dönüşüm kavramlarının temel prensipleri, özellikleri, dijital olgunluk kavramı, literatürde kabul görmüş dijital olgunluk modelleri uygulamada ise; “İZKA Dijital Olgunluk Modeli” isimli olgunluk değerlendirme aracının Erzurum ili örneği uygulaması ve uygulamaya yönelik araştırmanın sonuçları sunulmuştur.

Erzurum ilinde üretim yapan işletmelerin dijital olgunluk seviyeleri değerlendirilerek, işletmelerin dijital dönüşüm süreçlerine katkı sağlayacak önerilerde bulunulması, işletmelerin dijital olgunluğu hakkında farkındalığın oluşması, güçlü ve zayıf yönlerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. İşletme temsilcileri ile yüz yüze anket yöntemi kullanılarak bilgi alınmıştır. Araştırmanın evreni toplam 161 işletmeden oluşmakta ancak 104 tane işletmenin katılımı sağlanmıştır. Toplanan veriler SPSS 26.0 programı ile istatistiksel verilerle açıklanmıştır.

Açıklayıcı nitelik taşıyan bu çalışmada İZKA web ara yüzü kullanılarak araştırmaya katılan 104 işletmenin dijital olgunluk analiz sonuç raporları alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Dijital Dönüşüm, Dijital Olgunluk, Dijital Olgunluk Modelleri.



ABSTRACT

MS. Thesis

DIGITAL MATURITY LEVEL MEASUREMENT IN THE CONTEXT OF INDUSTRY 4.0; ERZURUM PROVINCE EXAMPLE

Aybüke MÜHÜRDAROĞLU

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Ahmet İlker AKBABA

2024, 121 pages

Jury: Assoc. Prof. Dr. Ahmet İlker AKBABA (Consultant)

Prof. Dr. Dilşad GÜZEL (Member)

Assistant Professor Sefa ÖZDEMİR(Member)

Developed Industry 4.0 technologies force businesses to make radical changes in their business models, strategies, organizational structures, products and services. Businesses that take initiatives by researching the gains of Industry 4.0 and Digital Transformation aim to determine their digital maturity levels and make investment plans accordingly before starting the digital transformation process.

In this study, the basic principles and characteristics of Industry 4.0 and Digital Transformation concepts, the concept of digital maturity, digital maturity models accepted in the literature, the application of the maturity assessment tool named “IZKA Digital Maturity Model” in the case of Erzurum province and the results of the research on the application are presented.

By evaluating the digital maturity levels of enterprises producing in Erzurum province, it is aimed to make suggestions that will contribute to the digital transformation processes of enterprises, to raise awareness about the digital maturity of enterprises, and to determine their strengths and weaknesses. Information was obtained by using face-to-face survey method with business representatives. The universe of the research consists of 161 enterprises in total, but 104 enterprises participated. The collected data were explained with statistical data using SPSS

26.0 program. In this explanatory study, the digital maturity analysis result reports of 104 enterprises participating in the research were obtained using IZKA web interface.

Key Words: Industry 4.0, Digital Transformation, Digital Maturity, Digital Maturity Models.



TABLÖLAR LİSTESİ

1.1 Endüstri Devrimlerinin Tarihçesi.....	8
1.2 Endüstri 4.0 Altı Tasarım İlkesi	9
1.3 Endüstri 4.0 Alt Yapısı.....	10
2.1 Dijital Olgunluğun Farklı Tanımları	35
2.2 Dijital Olgunluk Boyutları	41
2.3 DMAT Dijital Olgunluk Modeli Boyutları	49
2.4 Dijital Olgunluk Değerlendirme Ölçeği Gereksinim Seviyeleri	53
2.5 Endüstri 4.0 Olgunluk Değerlendirme Aracı Boyutları ve Kriterleri.....	56
2.6 Endüstri 4.0 Stratejisi İçin Olgunluk ve Hazırlık Modeli Boyutları, Alt Boyutları ve İlgili Alanları.....	60
2.7 Forrester Dijital Olgunluk Modeli 4.0 Boyutları	63
2.8 Forrester Dijital Olgunluk Modeli 5.0 Olgunluk Seviyeleri	63
2.9 ACATECH Endüstri 4.0 Olgunluk Endeksi Boyutları	68
2.10 ACATECH Endüstri 4.0 Olgunluk Endeksi Boyutları ve Alt Boyutları	69
2.11 Endüstri 4.0 Dijital İşletmeyi İnşa Etmek Boyutları ve Olgunluk Seviyeleri.....	73
2.12 Dijital Olgunluk Sınıflandırması Özelliklerine İlişkin Boyut Tanımları	76
2.13 Dijital Olgunluk Modelleri.....	79
2.14 Dijital Olgunluk Modellerinin Seviyeleri	82
2.15 Dijital Olgunluk Modellerinin Güçlü ve Zayıf Yönleri	84
3.1 Katılımcı Firmalara Yönelik Demografik Bilgiler	89
3.2 Firmalara Ait Demografik Bilgiler	90
3.3 Güvenilirlik Analizi.....	91
3.4 Strateji Boyutuna İlişkin Dijital Olgunluk Ölçeğine Ait Tanımlayıcı İstatistikler	93
3.5 Kültür Boyutuna İlişkin Dijital Olgunluk Ölçeğine Ait Tanımlayıcı İstatistikler	94
3.6 Teknoloji Boyutuna İlişkin Dijital Olgunluk Ölçeğine Ait Tanımlayıcı İstatistikler ...	95
3.7 Yönetişim Boyutuna İlişkin Dijital Olgunluk Ölçeğine Ait Tanımlayıcı İstatistikler ..	96
3.8 Süreçler Boyutuna İlişkin Dijital Olgunluk Ölçeğine Ait Tanımlayıcı İstatistikler.....	97
3.9 Strateji, Kültür, Teknoloji, Yönetişim, Süreçler Boyutlarının Sektör Karşılaştırılması	98
3.10 Olgunluk Seviyelerinin Sektörlere Göre Dağılımı	102

KISALTMALAR LİSTESİ

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
BİT	: Bilgi İletişim Teknolojileri
BT	: Bilgi Teknolojileri
ETSO	: Erzurum Ticaret Sanayi Odası
İZKA	: İzmir Kalkınma Ajansı
OECD	: Ekonomik İş Birliği ve Kalkınma Örgütü
ort.	: Ortalama
s.s	: Standart Sapma
vd.	: ve diğerleri

ÖN SÖZ

Hazırlamış olduğum “Endüstri 4.0 Bağlamında İşletmelerde Dijital Olgunluk; Erzurum İli Örneği” başlıklı yüksek lisans tez çalışmamın hazırlanması sırasında her konuda destekçim ailem ve Furkan ŞAFAK’a, araştırmalarım sırasında bilgi ve deneyim desteğinin yanında göstermiş olduğu sabır için danışmanım Doç.Dr. Ahmet İlker AKBABA’ya teşekkürlerimi sunarım.

Vermiş oldukları geri bildirimlerle tezime değerli katkılarından ötürü Prof. Dr. Dilşad GÜZEL’e, Dr. Öğr. Üyesi Sefa ÖZDEMİR’e ve Arş. Gör. Muhammet MUTLU’ya teşekkür ederim.

Aybüke MÜHÜRDAROĞLU

Erzurum-2024

GİRİŞ

Geçmişten günümüze kadar olan bu süreçte birçok farklı olay ve olgu içinde bulunduğu zamanı etkileyerek sanayi devrimlerine sebep olmuş hala olmaya da devam etmektedir. Birinci Sanayi Devrimi 18. yüzyılın sonlarında üretimle başlayarak toplumsal hayatın her alanına etki etmiştir. İlk sanayi devriminin ışığında İkinci ve Üçüncü Sanayi Devrimleri geliştirilerek üretim fabrikalara taşınmış ve üretim sistemlerinde otomasyon düzeyi yükselmiştir. Bu devrimler sonucunda 20. ve 21. yüzyıllarında hızla ilerleyen teknolojik gelişmeler yeni sanayi devriminin hazırlanmasına zemin oluşturmuştur.

Endüstri 4.0 diğer adıyla Dördüncü Sanayi Devrimi yeni gelişen bir kavramdır. İlk kez 2011 yılında Almanya’da Hannover Fuarında tanıtılmış araştırmalar sonucunda uygulanmaya başlamıştır. Almanya’nın öncülüğünde gelişen bu yeni sanayi devrimi tüm dünyaya yayılmıştır. Dördüncü sanayi devrimi üretim süreçlerine yenilik ve teknolojik bir boyut kazandırmakla birlikte gündelik hayatın da kaçınılmaz bir parçası haline gelmeye başlamıştır.

Endüstri 4.0 kavramı, üretim sistemlerinin akıllı ürünler ve bilgi teknolojileriyle doğrudan iletişim sağladığı bir üretim şeklidir. Üretim süreçlerinde birbirleriyle iletişim halinde olan iş araçlarının ve siber fiziksel teknolojilerin birleşmesiyle büyük bir dönüşüm yaşanmaktadır. Gelişen Endüstri 4.0 teknolojilerinin getirdiği ürünlerde kişiselleştirme ve çeşitliliğin yanı sıra tüketicilerin değişen ihtiyaçlarına yönelik en kısa sürede yanıt verebilen ve gerekli durumlarda karar verebilme yeteneğine sahip sistemlerdir. Temel üretim aşamalarında kullanılan Endüstri 4.0 teknolojik gelişmeler üretim alanlarının yanında sosyal hayatın her alanına etki etmekte ve yaşamın kaçınılmaz bir parçası olmaya başlamıştır.

Hızla gelişen dijital dönüşüm teknolojileri insanları, makineleri birbirine bağlıyor ve yeni fırsatlar, yeni dijital iş modellerini oluşturuyor. Geliştirilen teknolojiler işletmeleri stratejilerinde, iş modellerinde, ürün ve hizmetlerinde, müşteri deneyimlerinde ve organizasyon yapılarında köklü değişimler yapmaya zorlamaktadır. Bu dijital teknolojileri (büyük veri, bulut bilişim, yapay zekâ, üç boyutlu yazıcılar, siber güvenlik, akıllı fabrikalar, otonom sistemler,

sanal gerçeklik) sistemlerine dahil edebilen işletmeler verimlilikte, esneklikte ve müşteri deneyiminde artış sağlayarak rekabet edilebilir olacaktır.

Endüstri 4.0 devrimi bazı görüşlere göre yeni sanayi devrimi trendi veya geçici bir modadır. Ancak araştırmalar sonucuna göre bu devrimin yeni bir modanın çok daha ötesinde kaçınılmaz bir gereklilik olduğu kanıtlanmıştır. Endüstri 4.0 farkındalığına sahip olup uygulamak isteyen işletmeler bu kavramı işletme politikaları haline getirmektedirler. Endüstri 4.0'a başlangıç yapmak isteyen işletmeler bu dönüşümü işletme stratejilerine dahil ederek kazanımlarının farkında olmakta ve uygulamalarını geliştirmek için detaylı çalışma ve yatırımlarda bulunmaktadırlar.

Günümüzde internet teknolojilerinin gelişmesiyle bilgi teknolojileri ve bilgi yönetimi alanları işletmeler için öncelikli olmuştur. Bu noktada dijital dönüşüm kavramı önemli hale gelmiştir. İşletme organizasyonları işlerini dijital ortama aktarmak için internet tabanlı teknolojilerden faydalanmaktadır.

Dijital dönüşüm kavramı son yıllarda birçok farklı disiplinde yer almaktadır. Dijital dönüşüm, bilgi sistemlerinin temel yapı taşı olan sayısallaştırmayı tanımlamaktadır. Verilerin dijital ortamda saklanıp, düzenlenip ve depolanma görevini içermektedir. Dijital dönüşüm aşaması işletmeler için verilerin dijital olarak yönetilebildiği bilgi teknolojilerinin kullanımı ile gerçekleşir. İlk olarak yazılım teknolojileri sayesinde iş süreçlerinde otomasyon olarak işletmelere dahil olmuş sonrasında internet tabanlı dijital teknolojilerin aracılığıyla işletmeler için yeni iş modelleri gelişmesine neden olmuştur. Dijital dönüşüm teknolojilerinin hızla gelişmesi dördüncü sanayi devrimi diğer adıyla Endüstri 4.0'a geçişi sağlamıştır. Bu bağlamda işletmelerin tüm iş süreçlerini, organizasyon yapılarını ve iş modellerini dönüştüren olgu dijital dönüşüm olarak ifade edilmektedir.

Globalleşen dünya ekonomisinde işletmeler zorlu rekabet koşullarıyla karşı karşıya kalmaktadırlar. İşletmelerin rekabet halinde oldukları sektörlerle göre rekabet gücünü artırabilmeleri ve avantajlı hale gelebilmeleri için dijital dönüşüm çözümlerini kullanmalıdırlar. Son yıllarda dünyada trend olan Endüstri 4.0 ve Dijital Dönüşüm yatırımlarının işletmelerin stratejik planları arasında yer almaktadır. İşletmeler, dijital dönüşüm doğrultusunda yatırım yapmaya ve dijitalleşmeyi uygulamaya çalışmaktadır. Bu sebeple, Endüstri 4.0 ve Dijital

Dönüşümün kazanımlarını araştıran ve çeşitli girişimlerde bulunan işletmeler, dijital dönüşüm sürecine başlamadan önce dijital dönüşüm seviyelerini belirlemelerini ve yatırım planlarını bu seviye doğrultusunda yapmayı planlamaktadırlar. İşletmeler dijital olgunluk seviyelerini belirlemek için literatürde bulunan çeşitli olgunluk modellerinden faydalanabilmektedirler.

Endüstri 4.0, Dijital Dönüşüm ve Dijital Olgunluk terimleri neyi ifade etmekte, literatürdeki Dijital Olgunluk Modellerinin neler olduğu, boyutları, özellikleri ve kullanım alanları, dijital dönüşümün işletmelere nasıl avantajlar sağladığı ve işletmelerin hangi olgunluk modellerini kullanabileceği konusunda bilgiler bu tez çalışmasında açıklanmaktadır.

Çalışma üç bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde Endüstri 4.0'ın tanımı, tarihçesi önemi, yapısı, etkileri, bileşenleri, avantajları, dezavantajları ve Dijital Dönüşümün tanımı, önemi, avantajları, dezavantajları hakkında bilgilere detaylı şekilde yer verilmiştir. İkinci bölümde Dijital Olgunluk kavramı, boyutları, önemi, ölçüm yöntemleri ve Dijital Olgunluk Modellerine ilişkin literatür çalışmalarına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde ise “İZKA Dijital Olgunluk Modeli” isimli olgunluk modelinin Erzurum ilinde işletmeler üzerinde yapılan araştırma sonuçlarına yer verilmiş, bulguların değerlendirilmesi ve yorumu yapılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

ENDÜSTRİ 4.0 ve DİJİTAL DÖNÜŞÜM

1.1. ENDÜSTRİ DEVRİMLERİ

Ekonomi tarihinde, toplumların ekonomik yaşantısında büyük değişimlere neden olan ve büyümeyi sağlayan iki önemli değişimden bahsedilmektedir. Bunlar tarım ve sanayi devrimleridir (Özsoylu, 2017: 42).

Tarım devrimi, avcılık ve toplayıcılık yapan toplumların sosyo-ekonomik yapılarında önemli değişimler yaşanmasına neden olmuştur. Tarım devriminin ardından sanayi devrimine geçiş yaşanmıştır. İngiltere’de başlayan sanayi devrimi insan gücünün yerini makine gücüne bırakmıştır. Sanayi devriminin başlamasındaki en önemli unsurlar buharlı makinelerin icadı, tekstil ve demir madeni üretilmesi ve kullanılmaya başlanması olarak değerlendirilebilir. Sanayi devrimi Avrupa’ya ve ABD’ye yayılarak ülkelerin zenginlik ve refah düzeyleri önemli düzeyde artmıştır. Tarım yapan nüfusun çoğunluğu hizmet ve sanayi sektörlerinde çalışmaya başlamıştır (Özsoylu, 2017: 42).

Sanayi devrimiyle birlikte üretimde ve yaşam şekillerinde önemli değişimler meydana gelmiştir. Gündelik ve sosyal yaşamı etkileyen sanayi devrimi, küresel ticaretin, çalışma yaşamının, hukuki ve sosyal yapının, sağlık ve fen bilimlerinin devrimlerine zemin hazırlamıştır. (Özsoylu, 2017: 43)

Makinelerin üretimde devreye girmesiyle üretimde yaşanan artış basit imalat yöntemleri fabrika üretimine göre şekillenmeye başlamıştır. Güçlü makinelerin, yüksek miktarda ham madde üretimine fayda sağlaması ve mallarda çeşitliliğe sebep olması açısından önemlidir (endustri40.com, 2020)

Endüstri devrimi, uzun sürede ve belli aşamalardan geçerek dünyada sosyoekonomik ve kültürel değişimlere yol açmıştır. Günümüze kadar geçen dönemde farklı yapı ve etkilere sahip Endüstri Devrimleri yaşanmıştır.

1.1.1. Endüstri 1.0

1700 yıllarının sonu buhar gücünün fabrikalarda kullanılmaya başlaması, Birinci Sanayi Devrimi olarak kabul edilmektedir. James Watt tarafından buhar gücü ilk olarak tekstil alanında

kullanılmıştır. Tekstil sektörünün yoğun insan gücü gerektirmesi ve zorlu süreçlerinin dolayı ilk olarak buhar gücü bu alanda denenmiştir (Taş, 2018: 1820).

18.yy. ve 19.yy. makineleşme çağı olarak ifade edilen dönemde kömürün yerini buhar gücünün alması, makinelerin kullanımının yaygınlaşmasını sağlamıştır. Buhar gücü, kömür ve demirin üretimde ham madde olarak kullanımı aynı zamanda enerji kaynağı olarak birlikte kullanımları demiryolunun gelişimine katkı sağlamıştır. Bu bağlamda, ham maddelerin ve farklı ürünlerin uzak noktalara taşınması Endüstri devriminin Avrupa'ya yayılmasına neden olmuştur.

1.1.2. Endüstri 2.0

1840 ve 1870 yılları arası İkinci Sanayi Devrimini kapsamaktadır. “Teknoloji Devrimi” olarak da ifade edilmektedir. Endüstri 2.0’da elektriğin üretim aşamalarında kullanılması yeni üretim modellerinin oluşmasına neden olmuştur. İkinci Sanayi Devriminde Henry Ford’un geliştirdiği ve otomotiv sektöründe kullandığı seri üretim yöntemi küresel çapta devrimsel bir etki yaratmıştır. Gelişen seri üretim sistemiyle verimlilik artışı sağlanmış, reel ücretler yükselerek yeni bir kavram olan orta sınıf oluşmuş ve bunlara bağlı olarak refah seviyesinde artmış sağlanmıştır. Seri üretim yöntemi otomobil fiyatlarının düşmesine sebep olmuş ve bunun sonucunda Amerika’da esnek üretim başlamıştır. Tüm bu gelişmeler sonucunda yoğun üretimin yapıldığı ve bilgisayar destekli sistemlerin kurulduğu Endüstri 3.0’a geçiş başlamıştır (Yüksel ve Genç, 2018: 218).

1.1.3. Endüstri 3.0

İkinci dünya savaşından sonra ülkelerin teknoloji ve sanayi alanındaki gelişmeleri yavaşlamıştır. Bu yavaşlama, 1929 küresel krize neden olmuş ve ekonomik zorluklar yaşanmıştır. 1950’li yıllardan sonra sanayi sektöründe krizin azalması ve yeni gelişmelerin sağlanabilmesi için dijital teknoloji gelişmeye başlamış ve Üçüncü Sanayi Devrimi’nin zemini oluşmaya başlamıştır.

Endüstri 3.0 “Dijital Devrim” olarak da ifade edilmektedir. Üçüncü Sanayi Devrimi, sanayi toplumundan bilgi toplumuna geçiş sağlanan dijital bir çağdır. Dijital otomasyonun gerçekleşmesini bilgi ve iletişim teknolojileri alanında yaşanan dönüşümler sağlamıştır (Bahrin vd., 2016: 138).

Bilgisayar sistemli teknolojilerin makinelerle iletişim sağlayarak entegre olması üretim sistemlerinin otomatikleşmesini sağlamıştır. Bilgisayar teknolojilerinin üretim aşamalarında

kullanılması insan gücüne olan ihtiyacın azalmasına ve sanayinin gelişmesine neden olmuştur. Endüstri 3.0 dönüşüm süreci mikroçiplerin gelişmesi ve günlük yaşamda kullanılmasıyla birçok farklı yeniliğin gerçekleştiği bir dönem olmuştur. İnternet kullanımının yaygınlaşması fiber optik ağlar ve üretim süreçlerindeki otomatikleşme dördüncü sanayi devriminin bileşenlerinden olan nesnelerin interneti ve akıllı üretimin gelişmesine temel hazırlamıştır (Yüksel ve Genç, 2018: 238).

Günümüze kadar gerçekleşmiş olan tüm sanayi devrimleri, toplumları bir sonraki sanayi devrimine hazırlamıştır. Endüstri 3.0 devriminde gelişen bilgi ve iletişim teknolojileri Endüstri 4.0 devriminde akıllı üretim ve nesnelerin interneti gibi teknolojileri anlamamıza yardımcı olacaktır.

1.2. ENDÜSTRİ 4.0 KAVRAMI VE TARİHÇESİ

Endüstri 4.0 kavramı Almanca literatüründe “Endüstri 4.0” İngiliz literatüründe “Endüstriyel İnternet” olarak tanımlanmaktadır. Endüstri 4.0 için yapılacak diğer tanımlar ise sırayla; “Makinelerin, İnsanların, Nesnelerin İnterneti olarak adlandırılmaktadır. Endüstri 4.0 birçok verinin toplanması, depolanması ve işlenmesini sağlayan ve akıllı üretim sistemleri teknolojilerini içeren kolektif bir kavramdır (Evans, 2012).

Endüstri 4.0 olarak ifade edilen Dördüncü Sanayi Devrimi, üretim ve tüketim alanında önemli değişimlere sebep olan bir sisteme sahiptir. Tüketicilerin hızla değişen ihtiyaçlarına yönelik akıllı üretim sistemlerini ve birbirleriyle sürekli entegrasyon sağlayan otomasyon faaliyetlerini tanımlamaktadır (Alçın, 2016).

Qin (2016), Endüstri 4.0 kavramı fabrikalar, işletmeler, tedarikçiler, lojistik ağları, müşteriler vb. arasında sağlanacak olan tüm iletişim ağlarını ifade etmektedir. Endüstri 4.0 bağlamında gelecekteki iş kanalları kendi otomasyon sistemini kurmuş ve gerçek zamanlı veriler toplayarak cevapları iletebilen her iş birliği bölümünden etkilenmektedir.

Endüstri 4.0, mevcuttaki karmaşık yapısı olan makinelerin ve cihazların internet ağlarına bağlı olarak sensörler ve yazılımlarla uyumlu halde olan, akıllı üretim sistemlerinin kontrolü, dijital teknolojilerin ekonomik çıktılarını tahmin etmede ve üretimi planlamada kullanmak bu entegrasyonlarla fayda sağlayan sistemler olarak açıklanmaktadır (Mrugalska ve Wyrwicka, 2017).

Bir ürünün insan müdahalesi olmadan otomasyon sistemiyle üretilmesi (Tedarik zincirinin dijitalleşmesi), teslim edilmesi, uygulanması ve onarılarak geri dönüştürülmesi

olarak Endüstri 4.0 kavramı dikkat çekmektedir (Fucsh, 2018: 281). Üretim ve tüketim alanında birçok gelişime sebep olan Endüstri 4.0 değişen ihtiyaçlara hemen yanıt verebilecek üretim sistemleri, makineler ve üretim ağları arasında iletişim sağlayan dijital teknolojileri kapsamaktadır.

Endüstri 4.0 kavramı hızla artan rekabetçi ortamda varlığını koruyabilmek için işletmeler açısından önemli bir yöntemdir. Rekabetçi ürünlerin üretilmesi ve uygulanmasından esnek lojistik ağları ve akıllı üretim sistemlerine kadar yeni endüstri devrimine göre değişim göstermektedir. İşletmeler ürünlerin kişiselleşmesi, kaynak verimliliğinin artması ve pazara hızlı bir şekilde katılma açısından stratejilerini geliştirmek için Endüstri 4.0 sürecini dikkate almaktadırlar (Yıldız, 2018).

Endüstri 4.0 kavramı, mevcut internet standartlarına dayanan ortak bir dijital ağla uyumlu akıllı bileşenlerin ve makinelerin geleceği olmakla beraber makinelerin ve üretilen ürünlerin insan müdahalesi olmadan entegre olduğu akıllı üretim ağı sistemidir (Lu, 2017).

Endüstri devrimi, birçok farklı aşamadan geçerek ve uzun sürede dünyada kültürel ve sosyo-ekonomik gelişmelere sebep olmuştur. Günümüze kadar farklı etkilere ve yapılara sahip dört sanayi devrimi gerçekleşmiştir.

Endüstri 4.0 kavramı ilk kez 1 Nisan 2011 yılında Almanya’da düzenlenen Hannover Messe fuarında ifade edilmiştir. Almanya’nın otomotiv ve makine sektöründe dünya lideri olması ve iş gücü maliyetlerinden dolayı üretim üssü olma özelliğini kaybetmemesi için Siber Fiziksel Sistemlerin uygulanması için 2020 yılına kadar oluşturulan bir projedir. Bu proje doğrultusunda Uzak Doğu’da hızlanan üretim sistemlerinin tekrar Almanya’nın üretim üssü olması planlanmaktadır. Endüstri 4.0 süreci ile üretim, iş modelleri, organizasyonel işlemler, üretim hizmetlerinde dönüşüm gerçekleştirerek bu dönüşüm insan ve makine arasında bağlantı kurularak iletişim sağlanması amaçlanmaktadır. Bu noktada üretim sistemlerinde hızlilik ve verimlilik artışı olacaktır (Kaygın vd., 2019: 1068).

Endüstri 4.0 öncüsü ve lideri Almanya’da ilk defa Alman Yapay Zekâ Araştırma Merkezi önlüğünde küçük çaplı bir akıllı fabrikada üretim sisteminin nasıl çalıştığına yönelik bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Makineler ile ürünlerin birbirleriyle nasıl iletişim kurarak haberleşeceği ve etkileşime geçeceğini test etmek için sabun şişelerinin üzerine Endüstri 4.0 teknolojisi olan Radyo Frekansı ile Tanımlama (RFID) etiketleri yapıştırılmıştır. Bu etiketler ürünlerin özellikleri olan şişelerin hacmi, boyu ve rengini makineye aktarmaktadır. Etiketler aracılığıyla akıllı makineler şişelerin özelliklerini taşımaktadır. Bu sistem, üretilen ürünlerin

radio frekansı ile aktarılan bilgiler dijital ortamda depolanabilmektedir. Bu Siber Fiziksel Sistemlerin çalışma prensibidir (Selek, 2015; akt. Aksoy, 2017: 37).

Tablo 1.1 Endüstri Devrimlerinin Tarihçesi

Endüstri 1.0 (1760-1830)	Buhar gücüyle çalışan makinelerin keşfi
Endüstri 2.0 (1840-1973)	Elektriğin üretim aşamalarında kullanılması, Seri üretim sisteminin gelişmesi
Endüstri 3.0 (1974-2011)	Bilgi teknolojilerinin gelişmesi, Bilgisayar teknolojilerinin üretim aşamalarında kullanımı, Otomasyon sistemleri
Endüstri 4.0 (2011-...)	Siber Fiziksel Sistemler, Dijitalleşmiş yeni iş modelleri

1.3. ENDÜSTRİ 4.0'IN ÖNEMİ

Endüstri 4.0'ın uygulamalarında en önemli etken tüketici taleplerinde yaşanan değişimlerdir. Eski dönemlerde tüketiciler ürün azlığından dolayı hızlı bir şekilde ürüne ulaşma korkusu içinde değillerdir. Günümüzde ürün miktarının ve çeşitliliğinin çok olmasından kaynaklı küreselleşen dünyada tüketiciler ürünlere hemen ulaşabilme ihtiyacı duymaya başlamışlardır. Bu durum rekabetçi ortamda ülkelere fırsat yaratmıştır. Yeni ürünlerin piyasaya hızlı şekilde çıkması firmaların hayatta kalabilmesi için büyük bir öneme sahiptir. Bu noktada küreselleşen piyasada rekabet üstünlüğü sağlayabilmek ve piyasaya hızlı ürün çıkarabilmek için üretimin hızlanması, esnekliğin artırılması ve maliyetlerin azalması Endüstri 4.0'ın oluşumda zemin hazırlamıştır.

Endüstri 4.0 hedefleri; tedarik zincirinin dijital ve esnek hale gelebilmesini sağlamak, makineler ve ürünler arasındaki iletişimi kolaylaştırmak, makine-insan iletişimini uygulamak, akıllı fabrikalarda nesnelerin interneti özellikli üretimi uygun hale getirmeyi sağlamak ve yeni model hizmetleri, iş modelleri sunmak olarak sıralanabilir (Yang 2017; akt. Yıldız, 2018). Endüstri 4.0 üretim sürecinde ürünler, insanlar ve makineler arasında gerçek zamanlı yetkinliğe sahip, kişiselleştirilebilir ve dijital ürünleri esnek üretim modeli ile oluşturmayı amaçlamaktadır (Zhou vd., 2015).

Klaus Schwab Endüstri 4.0'ı daha önce gerçekleşen üç sanayi devriminden farklı olup kapsamı bakımından benzemediğini belirtmiştir. Ayırt edici özelliklerini üç nedene dayandırmıştır.

Hız; Üç büyük devrime kıyasla endüstriyel gelişmeler hız kazanmıştır. Bağlantılı ve çok yönlü olan yeni teknolojik gelişmeler daha yenilerinin gelişmesini hızlandırmaktadır.

Genişlik ve Derinlik; Endüstri 4.0'daki gelişmeler dijitalleşme ile hız kazanmıştır. Gelişmeler sadece üretim yapısında değil iş yaşamı, toplum ve bireyin yaşam şartlarında değişikliklere sebep olmaktadır.

Sistem Etkisi; Şirketler, sektörler ve ülkelerin yapısındaki değişimler ve sistemlerin bütünsel dönüşümünü içermektedir. (Schwab, 2017: 17).

Sosyal hayata girmeyi başaran Endüstri 4.0 eğitim, yazılım ve ev yaşantısında aktif olmaktadır. Bu noktada akıllı evlerin ve akıllı şehirlerin tasarımının gerçekleştirileceği düşüncesi ortaya çıkmıştır (Stock, 2016).

Yeni bir form kazanan sanayileşme, sadece üretim süreçlerinde değil yaşamımızın her alanında aktif olmaya başlamıştır. Ekonomide, ticarete ve sosyal yaşamda önemli bir yer edinmiştir. Mobil uygulamalar, insan gücü olmadan çalışabilen akıllı makineler, gelişmiş teknolojilerin kullanıldığı üretim sistemleri gibi birçok yenilik Endüstri 4.0 olarak karşımıza çıkmaktadır.

1.4. ENDÜSTRİ 4.0'IN YAPISI VE ETKİSİ

Tablo 1.2 Endüstri 4.0 Altı Tasarım İlkesi

İlkeler	Açıklamalar
Birlikte Çalışabilirlik	İşletmelerde ağ üzerinden iletişim kurabilen siber fiziksel sistemler, bilgilerin makine, insan ve süreç arasında transfer edilmesini sağlamaktadır.
Sanallaştırma	Üretimdeki bütün fiziksel süreçlerin sensörler yardımıyla uzaktan ya da ekran başından takip edilebilmesini sağlamaktadır.

Tablo 1.2 (devamı)

İlkeler	Açıklamalar
Gerçek Zamanlı Yetkinlik	İş akışında ürünleri ve çalışmayı başka cihaza yönlendirmek ve oluşan sorunlara karşı tepki gösterme de siber fiziksel sistemler gerçek zamanlı karar verme yeteneği ile verilerin toplanması sağlanmaktadır.
Kişiselleştirme	Siber Fiziksel sistemlerde sadece makineler üretimle ilgili komut almamakta üretimle alakalı önemli karar alınmasını da sağlamaktadır. Üretimle alakalı kararlar tek bir merkezden verilmemekte, makineler ve süreçlerde katılmaktadır.
Hizmet Oryantasyonu	Nesnelerin interneti teknoloji ile uyumlu olarak yazılım programları kullanılmaktadır
Modülerlik	Değişen müşteri ihtiyaçlarına karşı ayak uydurabilmek için üretim süreçlerinin değiştirilebilmesi adına yazılımın makinelere özelliklerini uyarlayıp farklı görevleri kolaylıkla verebilmesi gerekmektedir.

Kaynak: Santos, 2017 akt. Kamber 2019

Tablo 1.3 Endüstri 4.0 Alt Yapısı

• Nesnelerin İnterneti • Bulut Bilişim • Büyük Veri • Geniş Bant Sistemleri	• Kişiselleştirilmiş Ürünler • Yatay ve Dikey Entegrasyon	• Siber Fiziksel Sistemler • Otonom Robotlar • Akıllı Fabrikalar • 3D Yazıcılar	• Siber Güvenlik • İstihdam Yapısı
--	--	--	---

Kaynak: Özsoylu, 2017: 47'den derlenmiştir.

Endüstri devrimleri sosyo-ekonomik ve kültürel açıdan birçok çeşitli alanda etkili olmuştur. Küreselleşme ile Endüstri 4.0 etkileri daha yaygın ve daha belirgin hale gelmiştir. Genel hatlarıyla Endüstri 4.0'ın etkileri farklı alanlarda incelenmiştir;

- **Büyüme ve verimlilik üzerinde etkisi;** Endüstri 4.0 dönüşüm aşamasında hızla gelişen teknolojilerin verimlilik artışında, ekonomik büyümede, kaynak kullanımının

azalmasında ve imalat süresinin en aza indirilmesi gibi birçok konuda önemli gelişmeler yaşanmaktadır.

- **İstihdam üzerine etkisi;** Endüstri 4.0'ın tüm sektörlerde yeni iş modelleri kazandıracağı ve mesleklerin çalışma şekillerinin değişeceği açıktır. Bu değişimlerin otomasyona hangi seviyede etki edeceği ve ne kadar zamanda gerçekleşeceğine dair net bir yargı yoktur. Endüstri 4.0 teknolojilerinin istihdam üzerinde iki temel etkisi vardır. İlk olarak teknolojik gelişmelerden dolayı sermayenin emek yerine ikame edilmesi ve insan gücüne olan ihtiyacın azalması. İkinci etki, yeni akıllı ürünler ve hizmetlere olan ilginin artmasıyla yeni iş modellerinin ortaya çıkması ve istihdamın bu yeni iş modelleri ile karşılanması (Özkan vd., 2018: 139).
- **İşletmeler üzerindeki etkisi;** Endüstri 4.0 teknolojileri işletmeler üzerinde yönetim, organizasyon, örgütlenme gibi alanları önemli ölçüde etkilemekte ve gelişimine neden olmaktadır. Endüstri 4.0 yenilikleri, işletmelerin gelişim hızını ve boyutunu olumlu yönde etkilemektedir. Endüstri 4.0 teknolojileri işletmelerde yeniliklerin artmasına, organizasyon içinde ve dışında köklü değişimlere neden olacaktır. Mevcut işletme sistemlerini değiştirenler verimlilik artışını yakalayıp karlılık oranlarını artıracaklardır. Endüstri 4.0 teknolojilerine uyum sağlayan işletmeler tüm sektörler içinde rekabet gücü artırarak piyasada kalmayı başaracaklardır. Endüstri 4.0 işletmeler için sadece iş stratejilerinde değil tedarik zinciri, ürün, hizmet gibi unsurların gelişmesinde de etkilidir. Dönüşen ve gelişen işletme yapılarının Endüstri 4.0 devrimine uyum sağlamak zorunda olduğu kaçınılmazdır.
- **Sürdürülebilir rekabet üzerindeki etkisi;** Endüstri 4.0 teknolojileri ile gelişen yeni üretim sistemleri üretim yapanların karlılığını ve piyasa payını artıracığı için uzun vadede teknolojik rekabet gücü doğrultusunda yatırım yapılacaktır. Yeni üretim anlayışı sonucu, düşük ücretten faydalanmak için Avrupa'dan Asya'ya doğru yönelen üretim amaçlı yatırımlar tersine dönecektir. Bu olay kalite, maliyet ve üretim hızı süresinde rekabet gücünü yükseltecektir. Akıllı üretim tarzının benimsenmesi yenilikçi anlayışların gelişmesini sağlayacak ve bilginin yoğun olduğu yeteneklerin oluşması sağlanacaktır. Rekabet gücünün artması için verimlilik, üretkenlik, kalite, en az hata payı, pazara duyarlılık gibi unsurlar etkilidir. Bu bağlamda bu unsurlar

yeni üretim anlayışının en önemli kazanımları olacak ve yüksek katma değerli üretim imkânı sağlanacaktır (Bağcı, 2018: 127).

- **İnovasyon üzerindeki etkileri;** Endüstri 4.0'ın dinamizmini oluşturan en önemli unsur inovasyondur. İnovasyon, araştırma ve geliştirme sonucu ortaya çıkmaktadır. İşletmelerin rekabet güçlerinin belirleyicisi de inovasyon olacaktır. İşletmelerin faaliyetlerini devam ettirebilmelerinin temel yolu inovasyona yeterli kaynak ayırmalarıdır. Bu durum daha iyi olan ürünü en az kaynak ile hızlı şekilde üretmeyi ve müşteri ihtiyaçlarına hızlı cevap verebilmeye imkân sağlayacaktır (Bağcı, 2018: 128).

1.5. ENDÜSTRİ 4.0 BİLEŞENLERİ

Endüstri 4.0 dönüşüm sürecini anlayabilmek için bu sistemi oluşturan temel bileşenleri anlamak gerekmektedir. Endüstri 4.0 Bileşenleri; Nesnelerin İnterneti, Bulut Bilişim, Üç Boyutlu Yazıcılar, Siber Fiziksel Sistemler, Akıllı Fabrikalar, Büyük Veri, Artırılmış Gerçeklik, Yapay Zekâ gibi teknolojilerden oluşmaktadır.

Siber Fiziksel Sistemler (Cyber Physical Systems); Siber Fiziksel Sistemler (CPS), fiziksel dünya ile sanal bilgi işlem dünya arasındaki iletişimi internet ile birbirine bağlamaktadır (Alçın, 2016: 23). Fiziksel aktiviteleri sanal ortama aktarmaktadır.

Ulusal Bilim Vakfı (The National Science Foundation) Siber Fiziksel Sistemleri üretim süreçlerinde yer alan gözlemlene, koordine ve kontrol etme gibi temel ilkelerin hesaplama ve iletişimden oluşan karma teknolojiler tarafından yönetilen bir sistem olarak tanımlamaktadır. Ulusal Bilim Vakfı göre fiziksel makinelerin sanal ortam ile bütünleştirilmesi sonucunda makineler çok daha akıllı hale gelecektir (EBSO, 2015: 18).

Siber Fiziksel Sistemlerin beş temel aşaması vardır. Bunlar;

1. Sanal dünya ile gerçek dünya arasında bağlantı kurabilmek,
2. Sistemde birden çok kaynağı bir araya getirerek, mevcutta olana göre daha yüksek performanslı yeni bir sistem oluşturmak,
3. Değişimlere uyum sağlayabilen bağımsız sistemler kurmak,
4. LAN Bağlantısı ile yüksek performanslı dağıtık kontrol sistemleri ile çalışabilmek,
5. İnsanlar ve sistem arasındaki iş birliğini daha kapsamlı hale getirmek, (Bartodziej, 2017 akt. Bakan, 2018: 23).

Akıllı üretim, akıllı şehirler, akıllı araçlar, akıllı sistem vb. teknolojilerin geliştirilmesinde siber fiziksel sistemler temel kavramdır (Alguliyev, 2018).

Nesnelerin İnterneti; (Internet of Things); “İot” olarak adlandırılan nesnelerin interneti, sensör yazılımı sayesinde ağ bağlantısı olan fiziksel cihazların iletişime geçmesini sağlamaktadır. Nesnelerin internetinin amacı makineleri uzaktan kontrol etmek ve makinelerin iletişim bağlantısı kurabilmektir.

Nesnelerin interneti, ağ bağlantısı ve internete sahip nesnelerin sanal bir kimlik kazanmasıyla çevreyle sosyal ve fiziksel olarak iletişim halinde olmasıdır (EBSO; 2015 :13). Nesnelerin interneti, insan müdahalesi ve veri girişi ihtiyacı olmadan makinelerin birlikte iletişim kurarak veri akışı gerçekleştirdiği, verileri depoladığı elde edilen bilgilerle karar verdiği bir ağ bağlantısı olarak tanımlanabilir (Aktaş vd., 2016: 43).

İot sadece üretim ve sanayi alanında değil yaşamımızın her alanında aktif olmaya başlamıştır. Akıllı telefonlardaki bilgilerin tablet ve bilgisayarlarda kullanılabilmesi nesnelerin internetinin kullanımında ilk örnek olarak gösterilmektedir. Nesnelerin interneti, cihazlar başka cihazlarla bağlantı kurarak hayatımızı kolaylaştırmaktadır Son zamanlarda geliştirilen telefon uygulamaları ile evdeki bazı gereçlerin uzaktan kumanda ile yönetilmesi nesnelerin interneti ile sağlanmaktadır.

Nesnelerin interneti, akıllı şehirler, akıllı fabrikalar, akıllı ev sistemleri, elektronik sağlık sistemleri, akıllı çevre, tarım, enerji gibi alanlarda uygulanmakta ve bu sistemlerin temelini oluşturmaktadır. Bu alanlarda hizmet kalitesini, verimliliği ve devamlılığı sağlayabilmek için veriler toplanmaktadır. Bulut bilişim sistemlerinde depolanarak büyük veriyi oluşturur. (Görkem ve Bozuklu; 2016: 49).

Bulut Bilişim (Cloud Computing); Günümüzde gelişen teknoloji ve internet ile kullanıcılar, klasik bilgi teknolojileri alt yapısından esnek, ekonomik ve her yerde erişim imkânı olabilen bulut bilişim sistemini benimsemektedirler. Bulut bilişim internet ağ bağlantısı ile herhangi yazılım ve depolama sistemi gerektirmeden bilgisayarlar, akıllı cihazlar üzerinden başka sunuculara bağlanarak hizmet sağlanmasıdır (Kavzoğlu ve Şahin, 2012).

Bulut bilişim sistemleri üç temel hizmet türü olarak alınır;

Yazılım: Kullanıcıların, bir kurulum sistemine gerek duymadan internete bağlı bir platform üzerinden erişim izni verilerek yararlandığı bir servis hizmetidir. Yazılım ile kullanıcı

direkt buluta ulaşarak veriye erişim sağlayabilir. Google servisleri olan Google Mail, Google Drive örnek gösterilebilir.

Platform: Kullanıcıya online olarak yazılım ve uygulamalarını geliştirme ile oluşturacakları yazılımların devamlılığı olabilmesi için çevre birimleri üzerinden yönetim imkânı verir. Hizmetin çevrimiçi dağıtımı olarak tanımlanabilir.

Altyapı: Kullanıcı ihtiyacı olan işlemci, depolama alanı, ağ kaynağı ve diğer bilgisayarlara erişme olanağına sahiptir. Bu noktada istediği işletim sistemini kurma, geliştirme ve çalıştırma imkânı vardır. Kullanıcı alt yapıya bütün halinde erişmektedir. (Kavozğlu ve Şahin, 2012).

Bulut bilişim, fiziksel alana ihtiyaç duyulmadan kullanılan bir servis hizmetidir. İnternet ve ağ erişiminin bulunduğu her yerde her zamanda kullanılabilmesi büyük avantaj sağlamaktadır. (Kavozğlu ve Şahin, 2012). Örneğin, bulut bilişim sayesinde departmanlar arası bilgi alışverişi dijital ortamlarda yapılması zaman kaybını azaltır. Genel anlamda bilgiye hızlı, kolay ve masrafsız erişilebilmesi bulut bilişimin tercih edilmesinde etkilidir.

Google, Amazon, Microsoft gibi bilişim şirketleri bulut bilişim teknolojisi üzerine AR-GE çalışmaları yapmakta ve hizmet vermeye başlamışlardır (Kavozğlu ve Şahin, 2012).

Üç Boyutlu Yazıcılar (3D); Eklemeli üretim olarak da bilinen üç boyutlu yazıcılar, dijital ortamda hazırlanmış olan üç boyutlu modelleri katmanlar halinde oluşturarak somut nesnelere dönüştürmektedir. İlk olarak 1984 yılında Charles Hull tarafından icat edilmiş ve teknolojinin gelişmesiyle 2005'ten sonra kullanımı yaygınlaşmıştır. Üç boyutlu yazıcılar, kullanıcıların dijital ortamda çizdikleri üç boyutlu modelleri gerekli formata dönüştürdükten sonra yazıcıya bu dosyayı göndererek katı nesnelere dönüştürülmesini sağlayan bir teknolojidir. Model çizimi yapıldıktan sonra dilimleme programları kullanılarak nesne katmanlara bölünür ve dosya yazıcıya gönderilir. Üç boyutlu yazıcıda ilk katman oluşturulduktan sonra diğer katmanlarda üst üste aynı şekilde devam ederek nesneyi oluşturur (Barnatt, 2014).

Üç boyutlu yazıcıların sağladığı avantajlar; (Yıldırım vd., 2018).

1. Çok geniş kullanım alanına sahip olması,
2. Zaman ve maliyetten kazanç,
3. Çevre dostu bir teknoloji olması,
4. Geometrik özgürlük ve Yedekleme,
5. Hızlı sonuç alma imkânı tanınması,

6. Orijinaline benzer sonuçlar alma imkânı sunması.

Üç boyutlu yazıcıların, gündelik hayatta kullanılabilmesi diğer teknolojik yeniliklerden farklılık göstermektedir. İnovasyon fikrini benimseyen meraklı kullanıcıların elinde gelişmesini tamamlamış ve kullanılabilir hale gelmiştir. Sanayi alanında kullanılan yazıcılar, ürünlerin prototiplerinin üretilmesinde, modellerin nesne haline gelmesinde ve kişisel ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır (Yıldırım vd., 2018).

Üç boyutlu yazıcıların, kişiye ve duruma özel hızlı üretim yapabilmesi ve dünyanın her yerine gönderilebilmesi endüstriye devrim olarak nitelendirilmiştir. Önümüzdeki 5-10 yıl içerisinde tasarım ve üretim açısından tedarik zincirinin ve pazarın daha çok büyüyeceği düşünülmektedir. Zamanla bio-medikal, tekstil, gıda, inşaat ve savunma sanayi gibi birçok alanda üç boyutlu yazıcı teknolojisi ile üretim yapılabilecektir.

Büyük Veri (Big Data); Günümüzde internet ve ağ bağlantıları ile birçok veri bir araya getirilmektedir. Ancak bu fazla bilgilerin kullanımı ve doğru bilginin seçilmesi zorlaşmıştır. Veri artışı her zaman doğru veri üretme şeklinde olmamış ve bilgi kirliliği zamanla artmaya başlamıştır. Büyük verinin sadeleştirilmesine yönelik çalışmalar başlamıştır (Pamuk ve Soysal, 2018).

Veriler makineler, cihazlar aracılığı ile üretilir ve bulut bilişim sistemlerinde depolanır ve ihtiyaç anında işletme yöneticileri veya tüketiciler bu verilere ulaşabilirler. Zamanla verilerin çok daha fazla genişleyeceği düşünülmektedir. Almanya hükümeti büyük verinin endüstri 4.0'ın yakıtı olacağı fikrini ileri sürmektedir. Günümüzde sosyal medya ve internetten gerçekleştirilen alışverişler büyük veriye kaynak oluşturmaktadırlar.

Genel olarak, siber fiziksel sistemlerde akıllı makineler devamlı bilgi akışı, bilgi üretimi ve bilgi depolaması sağlamaktadır. Bu bilgilerin analiz edilip ve ölçülmesi gerekmektedir. Bu noktada büyük veri ön plana çıkmaktadır. (Pamuk ve Soysal, 2018).

Büyük veri hem özel sektörde hem de kamu kuruluşlarında önemli bir yere sahiptir. Büyük veriden sağlanan bilgiler doğrultusunda geleceğe yönelik hipotezler oluşturmak mümkündür. Bu hipotezler sayesinde stratejik plan ve değerlendirmeler yapılabilenkte bunların yanında olası tehlikelere karşı tedbir alınabilmektedir (Aksoy vd., 2017)

Siber Güvenlik (Cyber Physical System); Bilgisayarları, yazılımları, verileri ve uygulamaları kötü amaçlı saldırılara karşı koruyan bir sistemdir. Bu saldırılar kişilere, şirketlere veya kurumlara karşı gizli bilgilere erişimi, değiştirme ve silme şeklinde gerçekleştirilebilir.

Dijitalleşme ile kişi ve kurumların bilgi sistemlerinde veri miktarları artmaktadır. Toplanan bu kişisel, finansal, sağlık gibi bilgilere erişim olumsuz sonuçlara sebep olabilir. Bu sebeple siber güvenlik sorunu şirketler ve kurumların geleceği için önemlidir (endustri40.com, 2020).

Birçok şirket siber güvenliğe karşı farklı stratejiler geliştirmektedir. Siber güvenlik konusunun çok önemli olmasının sebebi her geliştirilmiş güvenlik stratejisine karşı yeni bir güvenlik tehdidi ile karşılaşılmasıdır. Bu nedenle güvenlik önlemleri sürekli güncellenmelidir. Endüstri 4.0 ile gelişen bağlantı ve iletişim sistemleri artacak siber tehditlere karşı endüstriyel sistemleri ve üretim süreçlerini korumak önemli bir ihtiyaç olmuştur. Bu noktada büyük kuruluşlar geliştirdikleri güvenlik stratejileri ile tehditleri en aza indirmeye çalışmaktadırlar.

Yapay Zekâ (Artificial Intelligence); Yapay zekâ, insan algısına yönelik yetilerin ve davranışların taklit edilerek dijital ortamda bu yetilerin modellenmesidir. Yapay zekâ insan zekasını taklit ederek modellemek için insan davranışları olan sorunları çözebilme, deneyimleme, deneyimlediklerini öğrenebilme gibi yetenekleri modellenen sisteme kazandırmayı amaçlar (Yılmaz, 2021: 5).

Yapay zekanın amacı, insan zekasına ihtiyaç duyulan işleri yapabilmesi için makineler üretmektir. Yapay zekâ iki yapıdan oluşmaktadır. İlk olarak insan düşünce sürecinin araştırılması, ikincisi ise bu sürecin makineler aracılığı ile gösterilmesidir. Yapay zekanın temel amacı, makineleri daha akıllı ve yararlı hale getirerek zekanın ne olduğunu anlamak.

Genel anlamda yapay zekâ, üretilen bir bilgisayar sisteminin insan yetenekleri gibi görsel algılama, konuşma, tanıma ve karar verme gibi özelliklere sahip olmasıdır. Yapay zekanın kullanım alanları (endustri40.com, 2020):

- 1. Uzman Sistemler:** Bilgisayar yazılımlarının gerçek yaşamdaki gibi ihtiyaç anında karar verme yetkinliğinin kazandırıldığı sistemdir.
- 2. İnsani İletişim:** Yapay zekâ sistemi insanların dillerini tanımlayabilir ve kullanıcı ile doğrudan iletişime geçebilir.
- 3. Yapay Sinir Ağları:** İnsan beynindeki fiziksel bağlantı türlerinin yeniden üretilmeye çalışılır.
- 4. Robotik:** Yapay zekâ teknoloji ile sıcaklığa, ışığa, sese duygusal tepkiler veren makineler ve bilgisayarlar üretilmektedir.
- 5. Oyun Sistemleri:** Yapay zekâ sayesinde stratejik oyunlar insanlara karşı oynatarak tepkiler vermektedir.

Üretim süreçlerinde gün geçtikçe yapay zekanın kullanımı artmaktadır. Bilgisayar komutları ile çalışan makineler üründe istenilen değişikliklere göre uygulanmakta ve sıfır hata oranı ile çalışmaktadır ve üretim süreçlerini daha esnek hale getirmektedir. Günümüzde yapay zekâ imalat, sağlık, bankacılık, enerji, ulaşım ve tarım gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality); Artırılmış gerçeklik, gerçek dünyadaki fiziksel ortamı bilgisayar tarafından üretilen duyuşal girdiler ile canlı, dinamik ve gerçek zamanlı olarak yaşamayı sağlayan ve zamanla hayatımızda önemli bir yeri olacak kavramdır. Artırılmış gerçeklik, gerçek dünya ile bilgisayar aracılığı ile sağlanan ses, video, grafik ve GPS konumu gibi verilerin bütünleşmesini sağlayan bir teknolojidir. Artırılmış gerçeklik ile gerçek dünyanın daha net algılanabilmesi için sezgisel bilgiler sağlar. Sanal nesnelerin gerçek dünyaya yerleştirilmesi ile kullanıcıların algılarını iyileştirmeyi mümkün hale getirir (Somyürek, 2014: 67).

Artırılmış gerçeklik ile insan duygularına hitap edecek ve hislerini harekete geçirecek veriler bilgisayar aracılığı ile modellenerek zenginleştirilip oluşan gerçeklik kullanıcının algısına sunulmaktadır. Bu zenginleştirme gerçek zamanlı gerçekleşir ve çevreyle etkileşim halindedir.

Artırılmış gerçeklik günlük yaşamda kullanılabilecek ve hayatı kolaylaştıracak bir teknolojidir. Bu teknoloji mimarlık, sanat, sağlık, askeriye ve eğitim gibi farklı birçok alanda kullanılmaktadır. Örneğin ürünler tasarlanmadan önce tasarım ve işleyişi tecrübe etmek için faydalı olabilir. Volkswagen tahmini ve gerçek çarpışma testi görüntülerini karşılaştırmak için artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanmaktadır.

Akıllı Fabrikalar (Smart Factories); Dünyada sanayileşme de öncü ülkeler globalleşen dünyada gelişmiş üretim, yenilik ve tasarımı teşvik etmek için ulusal girişimlere yatırım yapmışlardır. Bu yatırımların çoğu endüstri 4.0 gibi akıllı fabrikaların olduğu bir çağı yakalamak için yapılmaktadır. Endüstri 4.0; üç boyutlu yazıcılar, yapay zekâ, büyük veri gibi gelişen teknolojilerle birlikte nesnelerin interneti ile etkileşime geçtiği akıllı üretim (smart manufacturing) olarak tanımlanmıştır. Endüstri 4.0 'da nesnelerin birbirleriyle haberleşebileceği önemli alanlardan biri de akıllı teknolojilere sahip insan gücüne ihtiyaç olmayan karanlık fabrika olarak da bilinen akıllı fabrikalardır (Yıldız, 2018: 0551).

İlk karanlık fabrika Çin'de cep telefonu üreten robotların kullanılması ile gerçekleştirilmiştir. İşçi sayısı %90 oranında azalarak ürünlerde hata oranı %25'ten %5'e kadar düşmüştür (Aksoy, 2017: 38).

Akıllı fabrikaların amacı, insandan kaynaklanan hata oranlarını, aksaklıkları ve karar verme aşamasında yaşanan zaman kayıplarını ortadan kaldırarak daha hızlı ve daha az hatalı üretim yapabilmektir. Bunların yanında üretim maliyetlerini düşürmekte etkili olacaktır (Barut vd., 2020: 32).

Akıllı fabrikalar kişilerin, makinelerin ve verilerin birbirleriyle sosyal bir ağ üzerinden iletişim sağladığı üretim sistemi fikrine dayanmaktadır. Ürünlerin, makinelerin, taşıma sistemlerinin ve kişiler arası iletişimin geleneksel üretim sistemini değiştireceği öngörmek. Bu nedenle endüstri 4.0 bileşenleri içerisinde akıllı fabrikaları önemi büyüktür. Akıllı fabrikalarda üretim sürecinde ürünlerde işlemler bağımsız olarak yapılır, kolay tanımlanır ve erişilebilir özelliktedir. Bu noktada üretim süreçlerindeki karmaşıklık çalışanlar için yönetilebilir hale getirilerek üretimin daha istekli, sürdürülebilir olması sağlanmakta ve kar elde edilmektedir (Yıldız, 2018: 551).

Akıllı fabrika, sanal dünya ile fiziksel dünyanın bütünleşmesini sağlamak için veri alışverişi sağlayabilen akıllı bir sistemdir. Ürün, bilgi ve iletişim teknolojilerinin birlikte entegre edilerek üretim ve tedarik süreçlerinde bütünleşmeyi akıllı fabrikalar sağlamaktadır. Günümüzdeki fabrikalara göre akıllı fabrikalar kaynak kullanımını artırmak, ürünlerin depolama ve dağıtım sürecini azaltmak ve üretim pazardaki talebi eş zamanlı olarak karşılamaktadır (Bakan ve Şekkeli, 2018: 205).

1.6. ENDÜSTRİ 4.0'IN AVANTAJLARI

Önceki başlıklarda incelenmiş olan Endüstri 4.0'ın temellerini göz önüne alarak Endüstri 4.0 kavramı ve bileşenlerinin ortaya çıkması birçok avantajı beraberinde getirmiştir. Endüstri 4.0 devrimiyle birlikte her alanda var olan düzenin değişmesi yeni kavramlar ve inovasyon süreçlerinde gelişim etkisini göstermiştir.

Endüstri 4.0 avantajlarının en büyük etkisi üretim süreçlerinde olmuştur. Giderek artan küreselleşmenin etkisiyle üretim alanında güçlü rekabet ortamı en üst seviyelere çıkmıştır. İşletmelerin Endüstri 4.0'ın avantajlarından faydalanarak ayak uydurması güçlü rekabet ortamında zorunluluk haline gelmiştir. Endüstri 4.0'ın üretim alanında sağladığı avantajlar sıralanmıştır (Karaca, 2019: 32):

- Endüstri 4.0 uygulamaları sayesinde üretim sistemlerinin izlenmesi ve meydana gelebilecek olan hata ve aksaklıklar erken fark edilip en aza indirilmesi sağlanacaktır,
- Endüstri 4.0 düşük maliyet oluşturarak üretimde yüksek verimlilik oluşturacaktır,

- Endüstri 4.0 uygulamaları çevreye duyarlı ilkelere sahiptir ve kaynak tasarrufu yaparak etkin bir üretim sağlanacaktır,
- Endüstri 4.0 uygulamaları ile hızlı ve esnek üretim anlayışı ile her talebe uygun üretim gerçekleşecektir,
- Endüstri 4.0 sistemleri üretimde insan müdahalesini en aza indirerek ve insan kaynaklı hataları ortadan kaldırarak insansız üretim kavramını oluşturacaktır,
- Endüstri 4.0 uygulamaları sayesinde üretim bandında zaman tasarrufu sağlanacak ve enerji verimliliği olacaktır,
- Endüstri 4.0 uygulamaları yeni üretim modelleri ve yeni iş modellerinde yaklaşımlar geliştirmeye olanak sağlar,
- Endüstri 4.0 yüksek performans gerektiren ve hızlı işler ile üretimde verimlilik artışı sağlamak ve sonucunda hatalar en aza indirilerek müşteri memnuniyetini olumlu etkilemektedir,

Endüstri 4.0 uygulamaları ile sadece üretim alanında değil ülkelerin gelişmişlik seviyelerine bağlı olarak eğitim ve işgücü alanlarında ülkelere sağlanan yatırımların beraberinde dönüşümler olacaktır. Bu durum istihdam, yatırım ve büyümede olumlu yönde birçok sonuç ortaya çıkacaktır.

Endüstri 4.0 ile birçok alanda insan iş gücünün azalacağı insanların işlerini kaybedeceği düşünülmektedir. Fakat geçmiş üç sanayi devrimine baktığımızda gelişen makinelerin insanların işlerini elinden alacağı düşünülse de bu durum insanın üretim sürecinde değerini artırmıştır. Bir başka yönden ise ağır ve fiziksel özellik gerektiren işlerin makinelerin üstlendiği akıl gerektiren işler de insanların rolleri artmıştır. Böylece insanlar yeni endüstri devrimlerine uyum sağlamak, kendilerini geliştirmek ve eğitim seviyelerini yükseltmek durumun da kalmışlardır. Bunlarla birlikte insanlar yeni rol beklentilerinin farkına vararak yeni iş becerileri kazanmak zorunda kalmışlardır. Yeni iş modellerinin ortaya çıkması ve teknoloji odaklı olması alanında uzman kişilerin aranmasını sağlayarak nitelik her geçen gün artacaktır (Pereira ve Romero, 2017).

Endüstri 4.0 kavramlarının geliştiği dönemde insanlar inovasyon gücünün farkına vararak, girişimciliğin öneminin artması ile kendi işlerini kurmaya yönelmişlerdir. Endüstri 4.0 sürecinin inovasyon davranışlarını etkileyeceği kaçınılmazdır. Bu inovasyon dönemi insanın

önemini artırmıştır. Fakat insan bu yeni sürece uyum sağlamalı ve gelişmelere açık olmalıdır (Petekçi, 2021: 12).

İnsan kaynaklarının Endüstri 4.0'dan yararlanması ve şirketlerde işe alım süreçlerinde adayların bilgilerinin geliştirilen bir yapay zekâ aracılığı ile değerlendirilmesi daha liyakatli ve daha doğru kararlar alınmasını sağlayabilir (Petekçi, 2021: 13).

1.7. ENDÜSTRİ 4.0'IN DEZAVANTAJLARI

Endüstri 4.0 sürecinin üretim aşamalarına ve gündelik hayata avantajlarının yanında dezavantajlara da sahiptir. Yeni olan tüm algılar için olası tehlike ve olumsuz durumlar Endüstri 4.0'da bulunmaktadır. Endüstri 4.0 kavramının dezavantajlarının en başında veri güvenliği sorunu gelmektedir. Veri tabanlarına siber saldırılar gerçekleştiği durumda büyük tehlikeler ve sorunlara yol açacaktır. Bu durum Endüstri 4.0 içerisinde en önemli tehdit olarak görünmekte fakat gerekli önlemler alınmakta ve güvenlik çalışmaları yapılmaktadır.

Hızla gelişen Endüstri 4.0 uygulamalarının ilk etapta kullanılması yüksek bir maliyet gerektirmektedir. Teknoloji seviyesi yüksek büyük işletmelere göre küçük işletmelerde uygulama sorunu yaşanabilecektir. Fakat uyum sürecine bakıldığında yeni iş modelleri de ortaya çıkmıştır. Bir diğer dezavantajı ise yüksek teknoloji içeren devrim olması bilginin ve eğitimin ciddi anlamda büyük ihtiyaç olmasına neden olmuştur. Bu açıdan baktığımızda toplumların eğitilmiş ve bilgi seviyelerinin yüksek olması gerekmektedir. Böylece gelişmiş ülkeler diğer ülkelere kıyasla Endüstri 4.0'dan daha çok yararlanacak, daha kolay uyum sağlayacak ve imalat sektörüne büyük oranda sahip olacaklardır. Sanayi açısından henüz ikinci ve üçüncü evrelerini tamamlayamayan ülkeler bu yeni devrimde daha da geride kalacaklardır.

1.8. DİJİTAL DÖNÜŞÜM KAVRAMI

Literatür incelendiğinde dijital dönüşüm kavramıyla ilgi birçok tanımlama yapıldığı görülmektedir. Dijital dönüşüm kavramı Dünyada “Yeni Sanayi Devrimi”, “Endüstri 4.0”, “Akıllı Üretim Sistemleri”, “Dijital Devrim”, “4. Sanayi Devrimi”, “Dijitalleşme” ve “Bilişim Teknolojisi Dönemi” gibi farklı şekillerde ifade edilmektedir (Yetmen, 2021: 165). Dijital dönüşüm, dijital teknolojilerin iş modellerine entegre edilmesi olarak tanımlanabilir. Dijital dönüşüm, bir işletme ve işletme için daha fazla değer yaratmaya ve uygun hale getirmeyi sağlayan dijital iş süreçleri geliştirmek için yeni dijital teknolojileri kullanım şeklidir (Matarazzo vd., 2020). Başka bir tanımda ise, dijital dönüşüm firmaların en iyi performansı sağlaması ve rekabet ortamında üstünlük elde etmesi amacıyla dijital teknolojilerin birlikte

kullanılması olarak ifade edilebilir. İşletmelerin dijitalleşmesi, rekabet avantajı sağlarken etkinliğin artması ve yeni fırsatları beraberinde getirmiştir (Ismail, Khater ve Zaki, 2017). Tutkunca (2020) ise dijital dönüşümü işletmenin içinde var olan yeteneklerini, mevcut iş modellerini ve ilişkilerini yeniden şekillendirerek, geleneksel iş süreçlerini tümüyle değiştirmesi olarak açıklamaktadır. Ek olarak işletme performansının sağlanması ve etkileşim düzeyinin artması için geliştirilen teknolojiler olarak dijital dönüşümü tanımlamaktadır. Schuchmann ve Seufert (2015)'ya göre dijital dönüşüm, dijitalleşmeyi benimseyerek kullanabilen müşterilerle etkileşim sağlayabilmek için teknolojilerini ve iş süreçlerini dijitalle uygun hale getirerek yeniden düzenlemeleri olarak açıklamaktadır.

Dijital dönüşüm kavramı, yeni dijital teknolojiler ile robotik sistemlerin imalat sanayiiyle bütünleşmesi ve üretim süreçlerinin dijitalleşmesi olarak açıklanır. Fakat dijital dönüşüm sadece imalat sanayide gelişim sağlamakla kalmayıp eğitim, bankacılık, sağlık, tarım gibi birçok farklı alanı ve sosyal hayatı etkileyerek yeni bir “dijital ekonomi” kavramı ortaya koymaktadır (T.C Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2017).

Gartner sözlüğü dijital dönüşümü, “Bir iş sürecini değiştirmek yeni gelir kaynağı ve değer üreten avantajlar sağlamak için yeni dijital teknolojilerin kullanılması, dijital işletmeye geçiş aşaması” olarak ifade etmektedir. Sadece iş hayatını hedef almıştır ve açıklamada yer almayan önemli konu olan bireyi nasıl etkilediğidir. Dijitalleşme, işletmelerin iş süreçlerini ve işletmelerin yapılarını değiştirirken dijital yeteneklerin kazanılması hem bireysel açıdan hem de işletme açısından başarının ilk şartı olarak görülmektedir. Diğer bir ifadesi ise “Bilgi teknolojilerinin gelişmesinden dijital optimizasyona ve dijital iş süreçlerinin ortaya çıkmasına kadar her şeyi ifade edebilir” (Gartner, akt. Sundu ve Sağbaş, 2021: 256).

Dijital dönüşüm ilk olarak 20. Yüzyılda bilgisayarın icadıyla ortaya çıkarak birey ve kurumların hayatında yer almış internet ve mobil cihazların kullanım oranının artmasıyla gelişimi hız kazanmıştır. Bireylerin, örgüt çalışanlarının ve kurumların tercihlerine göre her yerde ve diledikleri zaman etkileşimini sağlayan yeni dijital teknolojiler küresel boyutta refah seviyesini artırmakla birlikte çalışanların, kurumların ve iş modellerinin bu hızla gelişen dijital dünyaya uyum sağlamaları zorunlu hale gelecektir (Pakdemirli, 2019).

Dijital dönüşüm diğer bir ifadeyle ikinci makine çağı daha önceki dönemlerde görülen fiziki ve imalat sanayi üretimin aksine daha çok bilgi aktarımına, iletişime, etkileşime ve işbirliğine dayanan yüksek teknoloji odaklı ve katma değer üretmeyi hedefleyen bir yapıya sahiptir (Vaska, Massaro, Bagarotto ve Mas, 2021). Bu dönüşüm, bazı dinamikleri açısından

standart ekonomi modellerine uymamaktadır. Dijitalleşme ile teknolojik ve dijital gelişmelerin sayesinde haber alma, iletişim, oyun, eğlence gibi birçok farklı alanda hizmete ücretsiz erişim imkânı sağlamaktadır. Ayrıca bu hizmetlere istenilen zamanda ve istenilen yerde kullanılabilir olması açısından önemlidir. Dijital dönüşüm beraberinde farklı iş modellerini hayatımıza kazandırmıştır ve her an bu iş modellerine yenileri dahil olmaktadır (Pakdemirli, 2019).

1.9. DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜN ÖNEMİ

Dijital dönüşüm, 21.yüzyılın en önemli değerlerindendir. İçinde bulunduğumuz yenilik döneminin yapısını açıklaması bakımında önemlidir. Bu noktada dijital dönüşüm iş modellerini, gelir kaynaklarını, işletme operasyonlarını ve yeni iş fırsatlarını geliştirmektedir. Bu yenilik süreci dijital iş yaşamına geçişte basamak olarak görülebilir. Dijital dönüşüm sınırlı teknolojilere sahip değildir. Bu dönüşümde büyük veri, Web 2.0, sosyal medya, yapay zekâ, üç boyutlu yazıcılar, nesnelerin interneti, bulut bilişim, mobil cihazlar, artırılmış gerçeklik ve otonom robotlar gibi birçok yeni teknoloji dijital dönüşüme öncülük ederek yeni bir sürecin başlamasını sağlamışlardır (Coşkun Arsalan ve Karkacıer, 2019).

İçinde bulunduğumuz dijital çağ, kurum ve kuruluşların iş süreçlerini yeni teknolojiler ile uyumlu olarak değişime zorlamaktadır. Kane (2017) dijital dönüşümü üç farklı anlayış ile açıklamaktadır. Birinci ve en genel anlayış olarak dijital dönüşüm yeni teknolojilerin kullanılıp bu teknolojilere uyum sağlanmasıdır. Bu anlayışı esas alan kuruluşlarda çalışanlar yeni teknolojileri kullanamayan ve iş süreçlerinde istenen etkiyi oluşturmeyen dijital araçlar olduğu görülmektedir. İkinci yaklaşım ise gelişen teknolojileri yeni ve farklı iş modellerinde kullanmak için benimseyen işletmelerdir. Bu işletmeler dijital gelişmelere uyumlu olarak yeni yetenek modelleri esas alınarak çalışanlar düzenli görev değişimi yaparlar. Bu değişim sayesinde işletmelerin sürekli gelişen dijital çağda farklı yetenekler kazanmasına olanak sağlaması hedeflerken, kuruluşlarda yeni dijital teknolojilere uyum sağlanarak kullanılması mümkün olmamaktadır. Birinci yaklaşıma göre daha kapsamlı olsa da yetersiz kalmaktadır. Dijital dönüşüm yaklaşımından sonuncusu ise, organizasyonların hız kazanan dijital dönüşüm dünyasında rekabet ortamında ayakta kalabilmesi için dijital iş modellerini ve uygulamalarını esas alınmasıdır. Kurum ve kuruluşlar varlıklarını devam ettirebilmeleri için dijital dönüşümün getirdiği yeni teknolojilerin ister istemez etkisinde kalacaklardır. Fakat organizasyonlar için sadece dijital dönüşümü kullanma ve uygulaması dışında organizasyonun yapısı, hedefleri ve iş stratejisi gibi farklı konular içinde dijital dönüşüm aynı seviyede önemlidir.

Dijital dönüşüm, gelip geçici kısa süreli bir değişim, bir fenomen veya bir furya değildir. Dijital dönüşüm insanlığı ilerletecek, geliştirecek, birçok sorunu çözmeye yardımcı olacak ve modern medeniyetin vazgeçilmez temel teknolojisidir. Tüm organizasyonlar bu sürecin farkında varıp ve buna hazırlıklı olmalıdırlar. Dijital dönüşüm bir makro trenddir ve tüm birey ve organizasyonları etkileyecektir. Bu yüzden dijital dönüşüm ile ilgilenilmeli ve öğrenilmelidir. Henüz dijital dönüşümünü tamamlayamayan işletmeler hızla dönüşümlerini tamamlayarak, gerçekleştirmelidirler (Aksu, 2018: 23).

Dijital dönüşümün öneminin anlaşılması açısından üç temel gerçeğin benimsenmesi gerekmektedir (Pekin ve Abraham, 2017);

- Dijital dönüşüm, kaçınılmazdır,
- Dijital dönüşüm, bir teknolojiden çok daha fazlasıdır,
- Dijital dönüşüm, kapsamlı ve temelden bir gelişim içerir. Bir işletmenin çalışma yapısının yeniden keşfedilmesidir.

Dijital dönüşüm teknolojilerinin kabul edilip kullanılmasında iki temel etki beklenmektedir. Dijital dönüşüm ile işletmelerin sadece çalışma şekilleri değişmez işletmelerin karşılaştıkları değişim hızını da yükseltmektedir. Dijital dönüşüm sürecinde işletmelerin başarılı olabilmeleri için üç hedefi karşılamaları gerekmektedir. Bunlar; dijitalleşme için yeni beceriler ve yeni liderlik şekilleri gereklidir, işletmeleri yeni örgütsel kabiliyetler geliştirmesi için zorlar. İşletmeler bu zorunlulukları sağladıkları sürece dijital dönüşüme hızla uyum sağlayacaklardır.

İşletmelerin rekabet ortamı giderek değişerek karmaşık bir hale gelmektedir. Teichert (2019)'ya göre kuruluşların rekabet edebilir olmaları için yeni teknolojileri kullanabilmeleri ve bunlara uyum sağlayabilmeleri her dönemden daha fazla önemli hale gelmiştir. Dijital dönüşüm sadece işletmeleri değil kurum, kuruluş ve tüm sektörleri etkileyip sonucunda ekonomiyi yeniden şekillendirmektedir. Ticari amaç gütmeyen kamu kuruluşları dahi dijital dünyanın getirdiği yeni teknolojilere uyum sağlayarak kullanmak için sosyal medya, bulut bilişim, nesnelerin interneti gibi birçok alanda çalışmalarını sürdürmektedirler. Toplumsal yaşam standartlarında ciddi etkisi olan dijital dönüşüm sayesinde sadece şehirde değil kırsalda yaşayanlar içinde hizmetlerin eşit olarak ulaşmasını sağlanmaktadır. Bu bağlamda eğitimden sağlığa, haberleşmeden her türlü iletişim kaynağına her alanda toplumsal eşitlik sağlanması amaçlanmaktadır. Dijital dönüşüm ve beraberinde getirdikleri kaçınılmazdır. Yeni bir ekonomi sürecini ve farklı yaşam tarzını beraberinde getiren dijital dönüşümün doğru şekilde

aktarılabilmesi için dünyada araştırmalar yapılmaktadır. 2021’de Avrupa Komisyonu tarafından yayınlanan Europe’s Digital Decade (Avrupa’nın Dijital On Yılı) raporu 2030 senesine kadar Avrupa ekonomisi ve toplumu için dijital dönüşüm süreci hedeflerini sağlamaya yönelik dijital beceri ve alt yapı, iş süreçlerinin dijitalle uyumlu hale getirilmesi ve kamu kuruluşlarında dönüşüm çalışmalarına yönelik bir plan oluşturularak çalışmalar yürütölmeye başlamıştır (Sundu ve Sağbaş, 2021: 256).

Dijital dönüşüm, başarılı işletmelerin en büyük hedeflerinden biridir. Bu hedef, işletmelerin müşteri taleplerine cevap verilebilmesinde ve müşteri ilişkilerinin sağlanmasında önemli rol oynamaktadır. Dönüşüm sayesinde bilgi işlem gücüne sahip olan işletmelerde büyük veri ve bulut bilişim gibi vb. yeni teknolojilerin kullanılması, bilişim teknoloji yeteneklerinin güçlenmesinde yardımcı olmaktadır. Nesnelerin interneti, yapay zekâ, büyük veri gibi birçok yeni teknolojiye işletmeler yatırım yapmalı ve sonucunda ortaya çıkan verinin geri dönüşleri araştırılmalıdır. Sonuç olarak, dijital dönüşümün getirdiğı teknolojiler yeni iş süreçlerinin veya organizasyonlarının analiz edilmesinde ve işletme yeteneklerinin aktif olarak faydalanmasında kullanılmalıdır. Ek olarak, bilişim teknolojileri yeteneklerine sahip olan işletmeler yeni bilgi kaynaklarına hızla uyum sağlar ve kaynakları daha etkin kullanılır (Matalamaki ve Joensuu-Salo, 2021).

OECD (Ekonomik İş Birliğı ve Kalkınma Örgütü) 2017’de oluşturduğu “OECD Dijitalleşiyor Projesi” (The OECD Going Digital Project) karar vericilerin dijital dönüşümü daha iyi anlamak ve sağlıklı dijital çağı gerçekleştirmeyi sağlayacak uygun politikalar yürütmesinde yardımcı olmayı hedeflemektedir. Bireyler, işletmeler, kamu kurumları ve hükümetler eskiden olduğundan çok daha farklı yaşadığını, çalıştığını, iletişime girdiğini ve ürettiğini tespit eden örgüt, birbirleriyle bağlantılı teknolojilerden oluşan bir ekosistem ortaya çıktığını ifade etmektedir. Bu dijital teknoloji ekosistemi, dijital dönüşümün temellerini oluşturmakta ayrıca ekonomik ve sosyal değer kaynağı haline gelen ciddi miktarda veri üretmektedir. Bu geniş çaplı proje ile amaçlanan işletmeler, işgücü piyasaları, KOBİ’ler, sağlık, kamu yönetimi, finans gibi birçok farklı politika alanlarını bütün olarak bir araya getiren analizlerle politikalar geliştirmektedir. Ülkemizde 2018 yılında T.C Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi kurulmuştur. Yeni teknolojiler, kamu alanlarındaki yenilik hareketleri ve toplumsal talepler doğrultusunda, farklı kuruluşlar tarafından yürütölen dijital dönüşüm milli teknolojiler yapay zekâ, büyük veri, bulut bilişim, E-Devlet, siber güvenlik gibi birçok farklı teknolojinin tek proje ile birleşmesi amacıyla oluşturulmuştur. Dijital dönüşüme sadece ticari

amaç güden işletmeler değil devletlerin ve uluslararası örgütlerin ciddi önem vermesinin nedeni, dijital çağa uyum sağlamanın iş dünyasının, toplumun ve ekonominin gelişmesi için kaçınılmaz olduğunun farkına varmalarıdır. Çağımızda iş dünyasının, devletlerin ve örgütlerin varlığını belirleyen süreç küreselleşme ve dijitalleşmedir. Bu dönüşüm süreci yaşam tarzları, eğitim, yönetim, açık sistemlerin kurulumu hatta sağlık gibi insan genomunun dönüşümüne kadar toplumun bütün yönleri teknolojik hamlelerle dönüştürülecektir (Sundu ve Sağbaş, 2021: 256).

1.10. DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜN AVANTAJLARI

Dijital dönüşüm, küreselleşen dünyada toplumları her alanda etkileyen büyük bir gelişim sürecidir. Dijital teknolojilerin hızla gelişmesi sadece endüstriler için değil tüm kurum ve kuruluşların etkin ve verimli şekilde gelişimini sağlayacaktır.

Dijital Dönüşümün avantajları sıralanmıştır (Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı, 2018):

- Önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlama,
- İşlemlerin kolay gözlemlenmesi ve yalın süreç sağlanabilmesi,
- En az seviyede insan müdahalesiyle işlemlerin oluşturulması,
- İşlemlerin analog yöntemler ile değil, elektronik ortamlarda güvenli şekilde gerçekleştirilmesi ve belgelendirme kolaylığı,
- Rutin işlemlerin bilgi teknolojileri sistemleri aracılığıyla zaman tasarrufu sağlanması,
- Süreçlerde verimlilik ve kalite artışı,
- Hızlı ve etkili haberleşmeye olanak sağlayarak günlük yaşamda kolaylık sağlanması,
- Verilerin depolama ve yedekleme teknolojisi ile korunması,
- Bilginin üretilerek yayılımının hızlı ve kolay olmasını sağlamaktadır.

Dijital dönüşüm süreçleri sayesinde işletmeler daha yenilikçi hizmetler vermektedirler. İşletmelerin kurumsal kültürlerinin aksamadan ilerlemesinde dijitalleşme önemlidir. Örneğin bir çalışanın işten ayrıldıktan sonra yaptığı işin aksamadan devam etmesi işletmenin kurumsallığının göstergesidir. Dijital dönüşüm kurumlara depolama ve değer sağlamaktadır. İşletmelerin analog yöntemlerle yürüttüğü iş süreçleri dijital sistemler aracılığıyla daha doğru, iş akışlarının daha net izlenebildiği ve hata seviyelerinin en aza indirildiği süreçler

düzenlenmektedir. Dijital dönüşümün en önemli avantajları; kurumsal kültürün oluşturulması, süreç verimliliği, depolama alanı oluşturularak verilerin güvenliğinin sağlanması, müşteri memnuniyeti, stok kontrol seviyelerinin takibi ve otomasyon akışlarının takip edilmesi gibi kolaylıklar içermektedir (Demir, 2022: 32).

İşletmelerin yeniliklere uyum sağlaması, eskiye olan bağlılık algısının kırılması ve tüm organizasyonları ortak hedefte buluşturarak bu inovasyonu kabul ettirmesi zamanla gerçekleşirken, öte yandan farkında olmadan her zaman bu gelişim süreci içindedirler. Günlük hayatımızda bile dijital dönüşüm ile gelişen teknolojiler insanlığın vazgeçilmez bir parçasıdır. Bu gelişim sürecini takip etmekle kalmayıp, sürecin içinde tam anlamıyla yaşıyoruz. İşletmelerde Dijital Dönüşüm sürecinin faydaları şu şekildedir (Albert Solino, 2021):

- **İnsan kaynaklı hataların ortadan kaldırılması:** İnsan kaynaklı hataların en düşük seviyeye azaltılması için robotik otomasyonlar ve yazılımlar iş süreçlerine katılmaktadır.
- **Operasyon verimliliğinde artış:** Dijital dönüşüm sayesinde iş süreçlerinde verimlilik artmakta ve kesintisiz verimlilik sağlamaktadır. Uzun süreli olarak işletmelerin verimliliğini çok daha üst düzeylere taşıyacaktır.
- **Operasyon giderlerinde azalış:** Dijital dönüşüm teknolojileri ile gelişen operasyonlar verimliliğindeki yüksek artış, operasyon giderlerinin daha kontrollü yönetilmesini sağlamaktadır. İnsan müdahalesini en aza indirerek daha çok iş yapılmasına imkân tanıyan dijital dönüşüm, operasyon giderlerini azaltıp operasyon karlılığını artırmada önemli bir role sahiptir.
- **İş modelinde tutarlılık:** Yazılım destekli iş modelleri, her zaman sürekliliği olan bir performans gösterir. Bu sürekliliği sağlayan iş modelleri oluşacak hataların ve aksamaların en aza indirilmesine imkân tanıyacaktır. Günümüzde giderek değişen piyasa ve rekabet koşullarından kaynaklanan sektör ihtiyaçlarının farklılaşması dijital dönüşümün etkilerini göstermektedir. Bu bağlamda işletmeler dijital dönüşümün iş süreçlerinde önemli etkileri olacağının farkındadırlar.
- **Yüksek seviye operasyon sürdürülebilirliği:** İşletmelerde uyumu tamamlanan robotik otomasyonların ve üst düzey yazılım teknolojilerinin kesintisiz kullanılması insan kaynaklı aksamalara müdahale edebilecektir.

- **Otomasyon:** Çalışanların işletmeler için daha fazla katma değer ortaya koyabilmelerini sağlayan yöntemlerdir. Örneğin; raporlama, iş süreçleri yönetimi ve hatırlatmalar.

- **Daha etkili yönetim:** Verileri ölçebildiğiniz kadar iyi yönetebilirsiniz. Bu bağlamda işletmeler performanslarını iyi ölçebildikleri ölçüde iyi bir yönetim gerçekleştirebilirler. Sonuç olarak iş operasyonlarında dijital dönüşümün etkin şekilde uygulanması önemlidir.

- **Anlık analiz etme imkânı:** Dijital dönüşüm aracılığıyla iş süreçleri hakkında birçok bilgi sağlanmaktadır. Bilgi elde etmek için mevcut analog iş yöntemleri yerine, dijital dönüşüm sayesinde işletmelerin kolaylıkla işlemleri gözlemleyebilecekleri yazılım sistemleri geliştirilmiştir. Bu sistemler ile örgütler iş analizlerini gerçekleştirebilir, sürekli iyileştirme ve geliştirme yapabilirler.

- **Yapay zekâ tarafından desteklenen iş zekâsı:** Verilerin sürekli analizini yapan ve iş süreçlerinde yeni stratejiler geliştiren yapay zekâ destekli iş zekâsı iş analist rolünü üstlenmektedir. Yapay zekâ teknolojisi ile depolanan yüksek verinin özellikleri tahmin etmek veya iş modellerine karar verilmesi için veri analiz teknikleri (makine ve derin öğrenme vb.) uygulanabilir.

Dijital dönüşümün sağladığı avantajlar sıralanmıştır (endüstri40.com, 2018);

- Süreçlerin izlenmesini kolaylaştırarak sorunların tespitinin hızla bulunmasına yardımcı olmak,
- Sistemlerin farkındalık kazanması,
- Çevre dostu ve enerji tasarrufu sağlayan sistemlerin gelişmesi bu süreç sürdürülebilir olmasını mümkün kılmıştır,
- Maliyetlerin minimum seviye gelmesini sağlamıştır,
- Üretim süreçlerinde esnekliğin artırılması,
- Yeni iş modellerinin ortaya çıkmasını sağlamıştır.

1.11. DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜN DEZAVANTAJLARI

Dijital dönüşümün üretim aşamalarından günlük hayatımıza kadar birçok alanda faydası olmasına rağmen salt avantajlara sahip değildir. Dijital dönüşümün yaygınlaşması ile birlikte olumsuz etkilerini görmek mümkündür. Dijital dönüşüm işletmelerde önemli ölçüde değişime neden olmaktadır. Bu sebeple işletmeler dijital dönüşüm aşamalarını düzenleyen, planlayan ve

kontrol eden kapsamlı bir dijital dönüşüm stratejisine ihtiyaçları vardır. Bu strateji düzenlenirken dönüşümü gerekli kılan unsurlar arasında sebep sonuç ilişkisi arasındaki bağlantıyı kurmak önemlidir.

Dijital dönüşümün etkisiyle işletmeler teknolojik alt yapılarını geliştirme ihtiyacı duymuşlardır. Dijital teknolojilerin işletme sürecine uyarlanması (nesnelerin interneti, bulut sistemler, iş analitiği ve mobil uygulamalar vb.) bilgilerin aktarılmasında dönüştürücü etkiye sahiptir. Dijital dönüşüm sürecine uyum sağlayamayıp dijital teknolojileri kullanamayan işletmelerin fırsatları sınırlıyken, dijital teknoloji kullanımında yeterli olgunluğa ulaşmış işletmeler yenilikler oluşturmaktadır. Sadece yenilikçi teknolojilerin işletmelerde kullanılması salt başarıyı sağlamamaktadır. Dijital teknolojilerin yanı sıra organizasyon yapısının yeniden düzenlenerek esnek bir yapının oluşturulması gerekmektedir. Bu açıdan işletmelerde dijital dönüşüm süreci örgüt kültüründen iş süreçlerinin baştan düzenlenmesine kadar bütüncül bir değişimi zorunlu kılmaktadır (Tutkunca, 2020).

Bilgi Teknolojileri Derneğinin hazırlamış olduğu Dijital dönüşümde yaşanan problemler çalıştay sonuç raporuna göre sıralanmıştır (BiTekDer, 2021):

- İşletmelerin neden, neyi, nasıl dönüştürmesi gerektiğini bilmemesi,
- Yatırım maliyetlerinin yüksek seviyelerde olması ve geri dönüş net karının belirlenememesi,
- Ülkelerin ve işletmelerin alt yapılarının yeterli seviyeye ulaşmamış olması,
- Dijital dönüşüm sürecinde çalışan ve bu dönüşüme destek sağlayacak danışan yetersizliği,
- Dijital dönüşümün önemi hakkında farkındalık seviyesinin düşük olması,
- İşletmelerin dijital dönüşüm planı hazırlanıp uygulama yetkinliğinin olmaması,
- Yerli dijital teknoloji sağlayıcıların sınırlı olması,
- Dijital dönüşümün iş gücünü azaltacağına dair düşüncelerin olumsuz etkileri,
- Dijital teknolojilerin gelişebilmesi için kurum ve kuruluşların dijital dönüşüm açısından teşvik uygulamalarının yetersizliği,
- Dijital dönüşümü benimseyecek tüm paydaşların ortak olarak anlayabileceği teknolojik bir dil olmaması kavramların anlaşılmasına neden olması,
- Dijital dönüşümün bir parçası olan programların dönüşümün tamamı gibi bütünsel sunulması.

Dijital dönüşümün günlük hayatımıza girmesiyle bazı dezavantajlarını da görmek mümkündür. İnsan emeği ve iş gücünün dijital teknolojiler ile ikame edilmesi işsizlik riskini artıracığından en önemli dezavantaj olarak görülmektedir. İş gücü konusunda gerekli olan önlemleri almayıp değişime ayak uyduramayan toplumlar yüksek işsizlik ile karşılaşması beklenmektedir. Toplumlar arasında dijital dönüşüme bağlı gelişmişlik seviyeleri açısından fark giderek artacaktır. Dijital teknolojileri benimseyip kullanan ülkeler diğer ülkelere kıyasla yaşam standartlarında ciddi bir artış olacaktır. Bu durum insanlık açısından istenmeyen nedenlere sebep olacaktır. Diğer yandan dijital teknolojileri kullanabilen kişilerin işe alınması mevcut çalışanların işten çıkarılma riskini doğurur. İşten çıkarılanlar için yasal süreçler zorlayıcı olacağından işletmeler bu süreci en düşük risk ile atlarmaya çalışacaktır. Söz konusu durum gerçekleşme bile dijital teknolojileri etkin kullanabilen nitelikli eleman yetiştirmek için teknik ve teknolojik eğitim süreci işletmelerin maliyetlerini artıracaktır (Petekçi, 2021: 12).

İşletmelerin çoğu dijitalleşmenin gerekli olduğunu fark etmelerine rağmen birçok zorluk onların dijital dönüşüme başlamasına engeldir. Dijital dönüşümü başlatma, koordinasyon ve yürütme süreçleri olmak üzere üç temel aşamada işletmeler engellerle karşı karşıya kalmaktadır. Teknoloji alt yapılarının yetersizliği, yüksek dönüşüm maliyetleri, iş süreçlerinde engeller, uygulamada oluşacak riskler gibi zorluklar dijital dönüşümü engelleyen faktörler arasındadır. Dijitalleşmeyi zorlaştıran diğer unsurlar arasında firmanın kurum kültürü, yönetimin ve çalışanların dönüşüm karşısında isteksizliği gösterilmektedir. Dönüşümdeki ana sorun işletmelerin bu zorlukları nasıl aşabilecekleri ve dijital dönüşümünü tamamlayabilen işletme olmayı başarabilmeleridir (McAfee vd., akt. Sağlam, 2021: 403).

1.12. ENDÜSTRİ 4.0 VE DİJİTAL DÖNÜŞÜM

Birinci Endüstri Devrimi, ticari yaşamda rekabet üstünlüğü sağlayabilmek için buhar gücünün kullanılmasıyla mekanik üretimin oluşturulmasıdır. İkinci Endüstri Devrimi ise, elektrik enerjisinin üretim süreçlerinde kullanılarak toplu üretime başlanmasıyla sağlanmıştır. Üçüncü Endüstri Devrimi ile elektronik ve bilgi teknolojilerinin gelişmesiyle üretim sistemlerinde otomasyon süreci gerçekleşmiştir. Bu ilk üç sanayi devrimi üretime mekanizasyon, elektrikli ve bilgi teknolojilerini (IT) getirmiştir. Üçüncü Endüstri Devriminde dijital dönüşümün ilk adımlarının atılması ile Dördüncü Endüstri Devriminin zemini hazırlanmıştır. Bu yeni devrim fiziksel ve fiziksel olmayan tüm nesnelerin birbirleriyle etkileşimde içinde olacağı bambaşka bir üretim ve hizmet süreci sunmaktadır. İlk olarak Almanya'nın kendi rekabet ortamını geliştirmek için çalıştığı ve Endüstri 4.0 olarak başlattığı

bu devrim hızla diğer tüm gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeleri bu sürece dahil etmiştir (Erturan ve Ergin, 2018: 154).

Sanayi devrimleri, insanlık tarihinin durumunu değiştiren en önemli değerlerdir. Araştırmalara göre, endüstri devrimleri insanların yaşam tarzlarını bilim devrimleri kadar çok etkilemiştir. Endüstri 4.0 bilgi teknolojileri, hizmet süreçleri ve üretim alanlarındaki gelişmelerin entegrasyonundan kaynaklanan sinerjiyi ifade eden bir kavramdır. Endüstri 4.0 kavramı dijital dönüşüm, dijitalleşme, otomasyon ve ağ oluşturma gibi birçok kavramla ilişkilidir (Lasi, vd., 2014).

Dijital dönüşüm, “dijital teknolojilerin toplumsal yaşamın her alanında uygulanması ile ilişkili değişiklikler” sayesinde yeni bir iş sürecini ifade eder. Herhangi bir işi veya servisi dijital teknolojilerle bütünleşik hale getirmektir. Endüstri 4.0’ın temel hedefi, mevcut ürün ve hizmetleri dijital teknolojilere dönüştürme ve fiziki ürünlere göre avantaj elde etmektir (Henriette, vd., 2015: 432).

Endüstri 4.0 kavramı sadece endüstriyel değil akademik dünyada da çok önemli bir yere sahiptir. Bu yeni sanayi devrimi ile hizmet sistemleri, bilgi teknolojileri ve imalat sektöründeki gelişmeler sayesinde bir sinerji gelişmiştir. Bu gelişmeler üretimde ve hizmette artışa sebep olarak beraberinde imalat ve bilgi teknolojisindeki gelişmelerin artmasına neden olmuştur. Bu eşgüdümlü ve iletişim teknolojilerinin temelleri Endüstri 4.0’a dayanmaktadır. Sonuç olarak, Endüstri 4.0 daha verimli sistemleri içermektedir (Salkin, 2018: 23).

Endüstri 4.0’ın temel amaçları; Bilgi teknolojilerinin ürettiklerini toplu olarak özelleştirilmesini sağlamak, üretim sürecinin esnek ve otomatik uyumunu gerçekleştirmek, ürünler ve makineler arasındaki iletişimi basit şekilde etkinleştirmek, insan-makine (HMI) entegrasyonunu uygulamak, nesnelerin interneti teknolojisi ile üretim sürecini mümkün kılmak, yeni hizmet sistemleri ve iş modelleri ortaya çıkarmak gibi birçok şey sıralanabilir (Yıldız, 2018: 547).

Endüstri 4.0 temelde üç aşamaya dayanmaktadır. Birincisi, endüstriyel araçlara bağlı sensörler sayesinde insan duygu ve düşünceleri örnek alarak veri depolayan dijital kayıtlar almak. Bu teknoloji sensör füzyonu olarak ifade edilmektedir. İkinci aşama, görselleştirme ve analiz etme depolanan verilerdeki yeteneklerin sensörler ile uygulanmasını içermektedir. Sinyal işlemeden optimizasyon, bilişsel ve yüksek yetenekli hesaplama ve görselleştirme gibi arka plan işlemiyle birçok farklı işlem gerçekleştirilmektedir. Üçüncü aşama ise, depolanan verilerin eyleme dönüştürülme basamağıdır. Verilerin dijital tasarım, otonom robotlar, imalat ve

simülasyon gibi anlamlı sonuçlara dönüştürülmesini kapsamaktadır. Veri analizi uygulamaları sayesinde endüstriyel bilgi bulutunda depolanan veriler işlenmekte ve kullanılabilir bilgiye dönüşmektedir (Wang ve Wang, 2016: 1-8).

Dördüncü teknolojik ilerleme sürecinin içinde bulunduğumuz bu dönemde Endüstri 4.0 olarak adlandırılan yeni “Dijital Endüstri” teknolojisinin yükselişi, temelde dokuz teknoloji üzerine kurulu bir dönüşümdür. Bu teknolojiler; nesnelerin interneti (IoT), büyük veri, üç boyutlu yazıcılar, bulut bilişim, akıllı fabrikalar, artırılmış gerçeklik, siber güvenlik, yatay ve dikey entegrasyon ve otonom robotlardan oluşmaktadır. Bu dönüşümde makineler, sensörler, iş parçaları ve BT sistemleri, üretim zinciri boyunca tek bir girişimin ötesinde birleşeceklerdir. Bu bağlantılı sistemler internet tabanlı protokoller (IP) kullanarak birbirleriyle etkileşime girebilir, değişimlere uyum sağlamak, gerçekleştirebilecek hataları önceden tahmin etmek, kendilerini yapılandırmak için verileri analiz edebilir. Endüstri 4.0 makineler arasında veri toplayıp ve analiz edilmesini sağlayarak, en az maliyetle yüksek kalitede mal üretmek için daha verimli, daha esnek ve daha hızlı süreçler sağlamaktadır (Coşkun Arslan ve Karkacıer, 2019: 433).

Günümüzde Endüstri 4.0’ın üretim işletmelerinde ve hizmet sektöründe önemi oldukça büyük olup yoğun ilgi görmektedir. Endüstri 4.0 üretim süreci, tedarik zinciri ve hizmet entegrasyonundan oluşarak katma değerli ağların (VAN) kurulmasını sağlayan sistemler bütünüdür. Endüstriyel internetin gelişmesi ile bulut bilişim sistemleri, kablosuz sensör ağları, gömülü sistemler, nesnelerin interneti ile üretim birbirleriyle bağlantılı hale getirilmiştir. Bunların yanında uyum sağlanabilir siber-fiziksel sistemler ve otonom robotlar, üç boyutlu (3D) görselleştirme ve simülasyon teknolojileri kullanılarak bilgisayar tabanlı bir sistem oluşturulmaktadır. Endüstrilerdeki bu yeni değişim üretkenlik, özelleştirme ve verimlilik yetenekleri sayesinde çok büyük öneme sahiptir. Endüstri 4.0 insan-makine entegrasyonu ile büyük veri hacimlerinin kullanılmasına imkân vererek etkileşimli sistemler ile dijital ve fiziksel ortamlar arasındaki iletişimin en iyi seviyeye ulaşmasını sağlamaktadır (Aımaier, 2020: 26).

Dördüncü Endüstri Devrimi nesnelerin interneti (Iot), bulut bilişim, gömülü sistemler, otomasyonlar ve sensörler gibi dijital teknolojilerin birleşmesiyle sağlanmaktadır. Endüstri 4.0 sayesinde kısa zaman içerisinde üretim araçlarının yüksek otomasyona sahip makine ve robotlarla geliştirilmesi, üretim ekipmanlarının değişimlere hızla uyum sağlaması ve robotların ise elemanlarla uyumlu çalışabilme yeteneğine sahip olması amaçlanmaktadır. Üretim süreçlerinde kaynak tasarrufu devamlılığının sağlanması ile verimlilikte artış ve maliyetlerde

azalış hedeflenmektedir. Üretim sistemlerinde gerçek anlamda otomasyon sağlanması ile eleman sayısında azalış ve üretim araçlarını kullanacak olan elemanları eğitim seviyesinde artış sağlanacaktır. Bu yeni dönüşüm süreci tüm dönüşümlerden farklıdır. Sadece temel iş süreçlerinde değişim sağlamak dışında aynı zamanda hizmet odaklı iş modelleri geliştirerek akıllı ve bağlantılı ürünler kavramı ortaya çıkmıştır. Bunların yanında üç boyutlu yazıcı teknolojisinin üretim aşamalarında daha aktif kullanılmasıyla üretim süresinin eskiye göre daha kısılacağı beklenmektedir. Ayrıca değer zincirindeki iş birliğinin sağlanması ile müşteri memnuniyeti seviyesi artacak ve endüstriyel internet yeni iş modellerinin ortaya çıkmasına imkân tanıyacaktır (Coşkun Arslan ve Karkacier, 2019)



İKİNCİ BÖLÜM

DİJİTAL OLGUNLUK MODELLERİ

2.1. DİJİTAL OLGUNLUK KAVRAMI

Dijital dönüşüm ve dijital dönüşümle ilişkilendirilen kavramlar işletmeler için yenidir. Literatür araştırmasından yola çıkılarak, “dijital olgunluk” kavramı için tek bir tanım yapmak mümkün değildir. Dijital olgunluk kavramına ilişkin tanımlar sıralanmıştır:

Olgunluk; tamamlama, eksiksiz olma ve hazır hale gelme durumu olarak tanımlanmıştır. Olgunluk, sistemlerin gelişmesi ve ilerlemesindeki temel sonuç olarak görülmektedir. Sistemlerin, organizasyonların ve işletmelerin olgunlaşabilmesi gelecekte hedefledikleri seviyeye ulaşabilmeleri için becerilerini artırmaları ile olur. Olgunluk düzeyi yükselen, olgunlaşma seviyesine ulaşabilen işletmeler gelecekteki artırımları gereken becerilerini kısa bir süre içinde geliştirebilirler (Teichert, 2019: 1675).

Dijital olgunluk, bir şirketin dijital dönüşüm çabalarını yansıtmaktadır. Dijital dönüşümü gerçekleştirme açısından ve şirketin bu dönüşüme sistematik olarak nasıl hazırlandığını artan dijital ortama uyum sağlamak ve rekabetçi kalabilmek için neler başardığını açıklar (Teichert, 2019: 1675).

Dijital olgunluk literatürde yeni bir alandır bu nedenle standartlaşmış kavramı yoktur. Dijital olgunluğun, dijital dönüşümün kazanımlarının hayata geçirilmesi ve dijitalleşmeyi iş süreçlerine dahil etmek olarak ifade edilebilir. Dijitalleşme ile yakından ilişkilidir. Bu sebeple, geleneksel mevcut iş süreçlerinin modernleştirilmesi ve dijital sistemlere dönüştürülmesi olarak tanımlanmaktadır. Diğer yandan dijital dönüşüm, dijitalleşmeden elde edilen verilerin analiz edilmesidir. Bu verilerin analiziyle yeni değerler oluşturmak ve yeni teknolojileri uygulamak olarak görülebilir. Dijital olgunluk, bir işletmenin dijital dönüşüm düzeyinin bir ölçüsüdür. Özetle, bir işletmenin cevap verme ve alma yeteneğidir. Pazarın işleyişini değiştiren dijital teknolojilerden yararlanmak olarak ifade edilmektedir (Chi ve Hong, 2023: 520).

Dijital olgunluk; bir işletmenin dijital dönüşüm alanındaki yeniliklere tepkisi, dijital dönüşüm başarılarının iş dünyasına uygulanması süreçlerinin yanında çalışanların dijital yeterlilikleri olarak tanımlanmaktadır. Dijital dönüşüm ve dijital olgunluk aynı kavramlar değildir. Dijital olgunluk dijital dönüşümün temelidir. İşletmelerin ulaşmak istedikleri dijital dönüşümün en son aşamasıdır. Dijital olgunluk seviyelerini artırmak isteyen işletmeler her

yönleriyle dijital dönüşümden geçmek zorundadırlar. Dijital olgunluğu yakalayabilen işletmelerin iş süreçlerinde ve sistemlerinde önemli ilerlemeler olmuştur. Bu durum şirket performansını ve müşteri memnuniyetini oldukça artırmıştır (Aslanova ve Kulickhina, 2020: 444).

Rossmann (2018), dijital olgunluğu işletmelerin dijital teknoloji tabanlı yenilik ve değişimleri benimseyerek uygulayabilme yetenekleri olarak tanımlamaktadır. Dijital olgunluğun giderek önem kazanması işletmelerin performans artışında oldukça önemli bir etmen olduğunu ifade etmektedir. Rader (2019), Dijital olgunluk dijital teknolojiyi kullanmanın bir yoludur. Verimliliği teşvik edip yeni iş modelleri geliştirerek bir operasyonun büyüüp gelişmesini sağlar.

Dijital Olgunluk Kavramı (bluesyemre.com, 2021);

- **Dijital olgunluk farkındalık bilincidir.** İşletmelerin dijital dönüşüm sürecine uyum sağlamaları ve değer oluşturabilmelerin de en önemli aşama nereden başlamalarını gerektiğini ve hedeflerini net bir şekilde bilmelidirler. Gittikçe hız kazanan dijitalleşmenin bir sonu yoktur ve yeni gelişmeler yaşanmaktadır. Kurum ve kuruluşların dijital dönüşümleri bir gelişme sürecidir. Dijital olgunluk kavramı ile bu süreci ölçebilir, bütünsel olarak tanımlayabilir ve diğer kurum, sektör ve coğrafya bazında karşılaştırma yapabiliriz.
- **Dijital olgunluk başlangıç noktasıdır.** Dijital dönüşüm sürecine katılmak isteyen işletmelerin nereden başlamaları gerektiğini bilmeleri önemlidir. Dijital olgunluk bu noktada işletmelere rehber olmaktadır. İşletmelerin dijital dönüşüme ne ölçüde hazır olduğunu göstermektedir. Bu noktada işletmeler ve yöneticiler dijitalleşmede hangi aşamada olduklarını, yetkinliklerini ve hedeflerini belirleyebilirler.
- **Dijital olgunluk pusuladır.** Dijital olgunluk tek seferlik bir ölçek değildir. Dijital dönüşüm süreci boyunca gelişen ve değişen bir yapıdır. İşletmeler bu dönüşüm sürecinde yeni yetkinlikler kazanır ve sistemler oluştururlar. Bu sebeple, işletmeler dijital olgunluklarını belirli aralıklarla gözden geçirmeleri gerekir ve eskiye kıyasla alınan kararların değerlendirilmesi yapılır.
- **Dijital olgunluk bir karmadır.** Dijital olgunluk sadece dijital teknolojilerin düzey ölçümü değildir. Strateji, inovasyon, yetkinlik ve değerlerin bütünsel bir şekilde bir araya geldiği karma bir yapıdır.

- **Dijital olgunluk bir karşılaştırma unsurudur.** İşletmelerin kendi sektöründe, başka sektörlerde, geniş kitlelerde ve hatta küresel çapta olgunluk açısından hangi seviyede olduklarının tespiti açısından önemlidir.

Dijital dönüşüm hedefinin temel amacı, kurum ve kuruluşların önemli kararları, eylemleri ve süreçleri hakkında karar verilirken insan yorumu dışındaki verilere dayanmaktadır. Verilere dayalı bir kurum kültürü oluşturulması amaçlanmaktadır. Gerçek anlamda dijital dönüşüm iş yapış süreçleri ve insan davranışları değiştiğinde gerçekleşecektir (Premuzic, 2021 akt. Düzcan ve Fidan, 2023: 361).

Literatürde dijital olgunluğun tek bir tanımı yapılmamıştır. Tablo 2.1’de dijital olgunluk farklı yazarlar tarafından ifade edilmiştir.

Tablo 2.1 Dijital Olgunluğun Farklı Tanımları

Tanım	Yazar ve Yıl
Dijital olgunluk dijital dönüşümle yakından bağlantılıdır. “Dijital Olgunluk” işletmelerin dijital dönüşüm sürecinde ulaşmak istedikleri son seviye olarak ifade edilmektedir. Dijital olgunluğa ulaşmış işletmeler organizasyon işleyişinde gelişmeler sağlamış ve müşteri memnuniyeti artmıştır.	(Alberto Dominguez, 2017)
“Dijital Olgunluk” İşletmelerin giderek artan dijital dönüşüme kararlı şekilde uyum sağlamaya sistemli olarak nasıl hazırlandıkları ve bu dönüşüm karşısında algılarıdır. Dijital Olgunluk, dışarıdaki değişimlere karşı tepki vermenin kazanılmış bir beceriye dayanan psikolojik olgunluk tanımını baz alır.	(Gane vd., 2017)
“Dijital Olgunluk” Organizasyon yapılarının ve insan sermayesinin dijital dönüşüm süreçlerine uyumu olarak ifade edilmektedir.	(Westerman vd., 2014)

Tablo 2.1 (devamı)

Tanım	Yazar ve Yıl
“Dijital Olgunluk” İşletmenin dönüşüm süreci ve yetenek düzeyini belirlemesi ile dijital olgunluk seviyesine ulaşabilmek için dijital dönüşüm gelişmelerini kararlı şekilde uygulamasının derecesi olarak ifade edilmektedir.	(Gökalp ve Martinez, 2021)
“Endüstri 4.0 Olgunluğu” Dijital dönüşüm yeteneğinin uygulama derecesi olarak tanımlanmaktadır.	(Santos ve Martinho, 2020)
“Dijital Olgunluk” işletmedeki organizasyon süreçlerinin insan ve insan ilişkilerinin aşamalı şekilde dijital dönüşüme bütünleşmiş ve uygulanabilme sürecidir.	(Aslanova ve Kulichkina, 2020)

2.2. DİJİTAL OLGUNLUK MODELİ KAVRAMI

Dijital olgunluk düzeylerini belirlemek ve analiz etmek için kullanılan araçlar dijital olgunluk modeli olarak tanımlanmaktadır. Literatürde dijital olgunluk modelleri araştırması yapıldığında dört farklı kategoride modellere ulaşılmaktadır. Bunlar;

- Dijital Olgunluk Modelleri- Endeksleri
- Dijital Dönüşüm Olgunluğu Modelleri
- Endüstri 4.0 Olgunluğu Modelleri
- Akıllı Üretim Olgunluk Modelleri

Olarak ifade edilmektedir (Bayhan, 2022: 1499).

Dijital Olgunluk Modelleri, belirlenen boyutlara katılımcılara özel yanıtlar verilerek işletmenin ne kadar dijital olduğunu ve bir sonraki dijital seviyeye geçebilmek için ne uygulamaları gerektiğinin belirlendiği yol haritalarının oluşturulduğu yapılardır.

Bir işletmenin veya kuruluşun dijital dönüşüm durumunu analiz etme ve dönüşümde eksik alanlarını belirleyerek iyileştirme süreci olarak açıklanır. Dijital teknolojileri ve uygulamaları işletme bünyesinde benimsemeye hazır olup olmadığını anlamak için işletmenin dijital becerileri ve süreçleri ile dijital kültürü ve liderliğin değerlendirilmesini kapsar.

2.3. DİJİTAL OLGUNLUK MODELLERİNİN ÖNEMİ

Dijital dönüşüm uzun bir süreçtir ve işletmeler için bu süreç boyunca uzmanlar tarafından yürütülmesi gereken sistematik faaliyetler gerekmektedir. Birçok işletmenin dijital dönüşümlerini planlamak ve yönetmek için kapsamlı bir strateji geliştirmeleri gerekmektedir. Bu sebeple, işletmelerin dijital dönüşümü uygulayabilmeleri için çeşitli modellere ihtiyaç duymaktadırlar (Colli vd., 2018).

Dijital dönüşümün varlığını sürdürebilmesi, faydalarından yararlanılması ve dijital teknolojilerin uygulanması için işletmelerin kendi dijital olgunluk seviyelerini tespit etmeleri oldukça önemlidir. İşletmeler boyutunda incelemenin yapılması olgunluk ölçüm modelleri kullanılmaktadır. Bu olgunluk modelleri kurumların dijital dönüşümü uygulayabilme becerilerini belirlemeye yarayan ölçüm araçları olarak ifade edilebilir. Olgunluk modelleri, kurumların dijitalleşme süreçlerine fayda sağlamaktadır. Olgunluk düzeyinin belirlenmesi ile kurumlar kendi yol haritalarını çizeceklerdir (Bayhan, 2022).

Rader (2019), Dijital olgunluk modelleri işletmelerin dijital dönüşüm süreçlerini analiz etmek ve iyileştirmek için rehberlik görevini üstlenir. Aynı zamanda birçok yeteneğin kazanılması veya başlangıç düzeyinden hedeflenen düzeye ulaşmaya kadar ilerlemeyi açıklamaktadır.

Dijital olgunluk düzeyi yüksek olan işletmelerin performanslarının da yüksek olduğu görülmüştür. Dijital dönüşümü ve pazarın ihtiyaçlarını karşılama yeteneğini gösterir. Dijital olgunluk organizasyon yapılarını, insanları ve diğer kaynakları dijital süreçlere dönüştürür. İşletmelerin gerçekleştirdiği dijital dönüşüm ve bu dönüşümü uygulamaya hazır olmaları piyasada rekabet fırsatı sağlamasında önemli bir avantajdır. Bu nedenle, dijital olgunluk sadece modern yeni teknolojilerin uygulanması ve bilgi teknolojisinin kullanılması değil aynı zamanda işletmenin dijital yönetimde ürün, süreçler, hizmet, beceriler, kültür ve stratejilerin yeniden düzenlenmesi olarak ortaya çıkmaktadır. Dijital olgunluk yönetim sistemiyle ve yeni teknolojiler yönüyle genel anlamda önemlidir. Farklılık gösteren dijital olgunluk düzeyleri, işletmenin dijital yapısının durumu ve fırsatlar geliştirme hedefini yansıtır bu sebeple olgunluk seviyesini tespit işletmeler açısından faydalı olacaktır. Ek olarak dijital olgunluk dinamiktir bunun için dijital seviyelerinin tespiti süreklilik gerektirir. Özetle, kurum ve kuruluşların mevcut dijital olgunluk düzeyini tespit etmek onların dijital dönüşüm süreçlerine bilgi sağlayarak, kurum ve kuruluşların bu dönüşüm sürecinde daha ileri seviyeye nasıl ulaşacağını planlamak açısından oldukça önemlidir (Chi ve Hong, 2023: 520).

Dijital Olgunluk Modeli analizleri neden yapılmalı (Fcoakademi, 2021);

- **Güçlü ve zayıf alanların farkına varmak için.** Bir işletmenin veya kuruluşun dijitalleşme sürecinde hangi alanda güçlü hangi organizasyon yapısında zayıf olduğunu ve gelişmesi için hangi alanlarda çalışılması gerektiğini konusunda dijital olgunluk modelleri yardımcı olacaktır. Bu noktada gelecekteki dijitalleşme süreçlerinde bir yol haritası olması açısından önemlidir.

- **Rakip sektörlerle kıyaslama yapabilmek için.** Gelişen dijital teknolojilerle rekabet ortamı da hızla artmaktadır. Bir işletme dijital olgunluğunu rakip sektörlerle karşılaştırarak dönüşümde hangi noktada olduğunu ve geliştirmesi gereken alanları belirleyerek stratejisini de değiştirir.

- **Yatırım alanlarını belirlemek için.** İşletmenin dijitalleşme çalışmalarında en fazla verimi sağlayabilmek için yatırımların nereye tahsis edileceğini belirlemesi açısından olgunluk endeksleri yardımcı olacaktır.

- **Devamlı iyileştirme yapabilmek için.** Dijital dönüşüm hızla gelişen ve ilerleyen bir süreçtir. Bu noktada olgunluk modelleri, işletmelerin iyileştirme alanlarının belirlenmesi ve devamlı iyileştirme sağlanabilmesi için plan hazırlamasını sağlayacaktır.

- **Stratejik karar verebilmek için.** Bir olgunluk modeli çalışmaların hangi noktaya odaklanacağı, hangi dijital teknolojilere yatırım yapılacağı ve yatırım alanlarının nereye aktarılacağı noktasında stratejik kararlar vermek için gerekli olan verileri ve tahminleri sağlayacaktır.

Kurum ve kuruluşların dijital dönüşümü sağlaması, dijital olgunluk modellerini benimseyerek ve doğru kullanmasıyla mümkün olacaktır. Bu dönüşüme ayak uyduran işletmeler, dijital teknolojileri uygulama konusunda adaptasyon sorunu yaşamamaktadır. Sonuç olarak da piyasa rekabeti içerisinde varlığını koruyan ve dijitalleşme doğrultusunda değer üreten taraf olmayı başarmaktadırlar. Giderek hız kazanan dijital dönüşümün de dijital olgunluk modellerinin de bir sonu olmayacaktır. Bu nedenle, kurumlar dijitalleşmede hangi seviyede olduklarını ve hangi seviyeye ulaşmak istediklerini belirlemek zorundadırlar. Dijital olgunluk modelleri ile kurumlar kendilerine güvenli bir rehber hazırlamış olurlar. Dijital olgunluk seviyelerinde artış gösteren işletmelerin yeniliklere uyum süreci hızlanacaktır. Bu modellerle, işletmeler mevcut durumlarını detaylı olarak analiz etme imkânı bulurlar. İşletmenin amaçları, kaynakları ve hedefleri ile uyumlu hareket etmek, dijital olgunlukta şirketlerin performansını

artırması konusunda gerekli bir unsurdur. Son olarak, dijital olgunluk modeller sadece teknolojik bir gösterge değildir. Teknolojinin yanında yetkinlik, inovasyon, strateji yani bütünsel bir birikimin değerlendirildiği ölçeklerdir. İşletmeler, ölçekleri sistemlerinin bir parçası olarak görüp benimsemelilerdir (makersconsulting.com, 2022).

Dijital olgunluk ölçeğinden faydalanan şirketlerin özellikleri (Rader, 2019: 29);

- Yeni teknolojileri benimseme ve tanımlama oranları yüksektir,
- Doğru dijital yeteneği çekme ve elde tutma becerileri fazladır,
- Dijital teknolojiler sayesinde mevcutta olan değeri fark etme yeteneği,
- Hızlı test et, hızlı ölçeklendir, hızlı öğren anlayışının gelişmiş olması.

Dijital olgunluk modelleri işletmelerin rekabet avantajı sağlaması, yeni ürünler üretmesi, maliyet ve piyasa sürelerini azaltması gibi birçok faydası vardır. Ek olarak bu modeller işletmelerin süreç iyileştirme ve iş yapış şekillerini değiştirmeye yönelik performanslarını artırma imkânı da sunmaktadır (Mettler vd., 2010: 334 akt. Serdar, 2019). Özetle, olgunluk modelleri organizasyon mükemmelliğini ilerleterek işletmelerin artan pazar dinamiklerine hâkim olmalarını sağlamaktadır.

2.4. DİJİTAL OLGUNLUK MODELLERİNİN GENEL BOYUTLARI

Her dijital olgunluk modelinde dikkate alınması gereken bazı boyutlar çeşitlilik göstermektedir. İşletmelerin dijital olgunluğunun değerlendirilmesi ve iyileştirilmesi için gereken temel boyutlar şunlardır; strateji, liderlik, organizasyon, kültür, müşteri, teknoloji, inovasyon, ürünler ve yönetim.

- **Strateji:** Dijital olgunluk seviyelerinin tespitindeki temel değişkenlerden olan strateji boyutu, kurum ve kuruluşların stratejik bir vizyona sahip olması ve dijital dönüşümde rehber olması açısından önemlidir. Bir işletmenin neden dijital dönüşüm sürecine katılması gerektiğini ve bu konuda neler yapması gerektiğini belirleyerek dijital teknolojiler ile çözüm yolları bularak rekabet avantajını artırıp genel iş stratejisine büyük fayda sağlamaktadır (Sağlam, 2021: 406).

- **Liderlik:** Liderlik görevini üstlenen ekip yeni teknolojiler benimser, liderlerin uzun vadeli vizyonları vardır ve ikna edici yeteneklere sahiplerdir. Yeni fırsatları hızla belirler ve geliştirirler. Dijital dönüşüm doğrultusunda organizasyonu işbirliğine teşvik eder (Teichert, 2019: 1681).

- **Organizasyon:** Dijital olgunluk modelleri açısından dönüşüm hedeflerine ulaşmak, büyümek, dönüşümü desteklemek yönetim aşamaları ile organizasyon kültürünü açıklamak ve geliştirmek işletmenin dijital başarısı için oldukça önemlidir. Her sektörde “operasyonel mükemmellik” hedefi vardır. Farklı otomasyon ve organizasyon yöntemleri, teknolojiler aracılığıyla sistemdeki tüm aksaklıklar azaltılmaya çalışılıyor. Her sürecin ve bütünsel olarak işletmenin toplam verimliliği artırılmaya çalışılıyor. Bu noktada dijital dönüşüm teknolojilerinin önemli değer katacağı açıktır.

- **Kültür:** Dijital kültür, teknoloji ve internetin davranış şekillerinin insan gibi biçimlendiğini ifade eden bir kavramdır. Müşteri odaklı, dönüşüme ve yeniliklere açık, hiyerarşi kültürü (Teichert, 2019: 1681).

- **Müşteri:** Kurumların kapsamlı bir müşteri deneyimi stratejisinin olması daha iyi hizmet sunabilmek için önemlidir. Müşterilere çevrimiçi veya çevrimdışı çözümler üreterek işlerin hızla çözülmesini sağlarlar. Müşteri değerine odaklanmak, müşterilerin ilgisini çekmek, müşteri ilişkilerinin dijitalleşmesini ifade etmektedir (Teichert, 2019: 1681).

- **Teknoloji:** Bilişim alt yapısı, temel uygulamalar, yazılı, alt yapı, güvenlik ve bilgi yöntemi gibi unsurlar kurumların dijitalleşme sürecinde ne kadar çevik ve hazır olduğunu gösterir. İşletmenin dijitalleşme süreci doğrultusunda sahip olduğu yazılım araçları, BT (Bilgi İşlem Teknolojileri) alt yapısı ve Endüstri 4.0 kavramlarıdır (digitalage.com, 2020).

- **İnovasyon:** Aynı sektör ve diğer sektörlerin faaliyetlerini takip etmek, diğer sektörler ile iş birliği kurmak, yeni fikirler ve dijital dönüşüm uygulamalarını hayata geçirebilme becerisini gösterir. Dijital dönüşümde katma değer sağlamanın en kritik bileşenidir. Daha çevik ve esnek çalışma şartları, müşteriye de inovasyon süreçlerine dahil etme, inovasyonu düzenli şekilde gerçekleştirme ve inovasyon fikirlerini finanse etmeyi ifade etmektedir (Teichert, 2019: 1681).

- **Ürünler:** Akıllı-dijital ürün, veriye dayalı hizmetler, Dijital değer zinciri, ürün ve hizmetlerin dijitalleştirilmesi.

- **Yönetişim:** Dijital teknolojilerin güvenilir ve detaylı bir şekilde uygulanmasını sağlamak. Kurum faaliyetlerinin organizasyon amaç ve hedefleri doğrultusunda stratejik olarak uyum oluşturmak önemlidir. Vizyon, bütçe, hedefler, strateji, finansal analizlerle ilgili çözümsel yaklaşımlar bu boyutta incelenmektedir.

Bunlar ne ölçüde veriden faydalanabilirse ne kadar dijital teknolojilere aktarılırsa ve dijital hale getirilirse kurumlara o ölçüde değer sağlayacaktır.

Tablo 2.2 Dijital Olgunluk Boyutları

Strateji	Stratejik vizyon, Dijital dönüşümde rehber
Liderlik	Yönetim tarzları
Organizasyon	Dijitalleşmeyi destekleyen yönetim yapısı ve uygulamalar
Kültür	Müşteri odaklı, yeniliklere açık
Müşteri	Müşteri değerine odaklanmak, Müşteri temas alanlarının dijitalleşmesi
Teknoloji	BT alt yapısı, Endüstri 4.0, Yazılım Teknolojileri
İnovasyon	Dijital dönüşüm uygulamalarını gerçekleştirme
Ürünler	Akıllı-Dijital ürünler, İnovasyon yeteneği
Yönetişim	Dijital değer katma

Kaynak: Teichert, 2019: 1681’den derlenmiştir.

2.5. DİJİTAL OLGUNLUK MODELİ ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Dijital dönüşüm kavramını tanımak ve uygulamak için çeşitli teknik ve yöntemler sayesinde olgunluk düzeyi belirleme modelleri oluşturulmuştur. Olgunluk ölçüm yöntemlerinin temel amacı, dönüşüme ilişkin yapılması gerekenlerin güçlü ve zayıf yönlerinin tespit edilmesi ve bu tespit sonuçlarına göre değişiklikler veya gelişmeler yapılmasına yönelik farkındalığın oluşturulmasıdır. Bu amaçla dijital olgunluk yöntemleri ile işletmelerin hangi hazırlık aşamasında ve düzeyinde olduğunun tespiti yapılmaktadır. Bu bölümde literatürde yer alan ve genel anlamda ilgi görüp çalışmalarda kullanılan dijital olgunluk modelleri incelenmiştir.

Dijital dönüşüm ve Endüstri 4.0 açısından işletmelerin olgunluk düzeyleri tespit edilirken, dijital dönüşüm ve dijital olgunluk düzeyi kavramları birlikte kullanılmakta esasta aynı anlama gelmektedirler (Ayyıldız ve Demir, 2022: 67).

Kurum ve kuruluşların dijital olgunluk modellerini uygulamalarındaki temel amaç; yeni dijital teknoloji ve yeni geliştirilen iş modeli gibi kurumların kusursuzluk derecesini açıklamaktır. Olgunluk modellerindeki temel prensip olgunluk düzeyi yükseldikçe, işletmenin olgunlaşmasını sağlayan değerlerin farklı açılardan da olumlu gelişmeler kaydedilmesidir (Gökalp, Şener ve Eren, 2017: 129).

Endüstri 4.0 kavramı araştırmacılar ve uygulayacak olan işletmeler açısından çok yeni bir dönüşüm sürecidir. Bu dönüşüm sürecinin standartlara uygun şekilde uygulanması, yaygınlaşması ve net geri dönüşler sağlanması ilk aşamalar için mümkün değildir. Günümüzde işletmeler ve sektörler dijital dönüşüm teknolojilerine aynı hızda ve kolaylıkta uyum sağlayamamakta, dijital dönüşüm sürecini organizasyon yapısına ve iş modellerine uyarlayamamaktadır. Endüstri 4.0 dönüşümünde işletmeler hazırlıklı olma durumu ve dijital olgunluk seviyelerini belirleme açısından öz değerlendirme yapmama gibi sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu sorunların çözülebilmesi için işletmeler yönlendirecek, destekleyecek ve analiz edilecek yeni sistemlere ihtiyaçlar duyarlar. Bu doğrultuda dijital olgunluk ve hazırlık modelleri ortaya çıkmaktadır (Alcacer vd., 2021).

Literatürü kısmen yenileyen Schallmo vd., Endüstri 4.0'a geçiş için beş aşamadan oluşan dijital dönüşüm yol haritası geliştirmiştir. Bunlar (Schallmo vd., akt. Bellantuono vd., 2021: 12);

1. Dijital Gerçeklik: İşletmenin mevcut iş modelinin taslağı, iç ve dış paydaşlarla alakalı katma değeri olan analiz ve müşteri ihtiyaçlarına yönelik bir anket doğrultusunda hazırlanır. Bu anket işletmenin farklı organizasyonlarında dijital gerçekliğin anlaşılmasını sağlamaktadır.

2. Dijital Tutku: Dijital dönüşüm stratejisinin ve hedeflerinin tespitidir.

3. Dijital Potansiyel: Dijital dönüşüm süreci için en iyi uygulama örnekleri ve bu süreci kolaylaştıracak stratejiler.

4. Dijital Uyum: Dijitalleşmiş iş modelinin hazırlanmasına yönelik stratejiler belirleniyor. İşletmedeki iş modeli ile dijital uyumu entegre etmek.

5. Dijital Uygulama: Dijitalleşen iş modellerinin başarıyla sonuçlanması ve uygulanması. Bu aşama, işletmenin iş ortaklarıyla uyumunu tanımlayan dijital müşteri deneyimini ve dijital değer kazandırma ağının hazırlanmasını da içermektedir. Aynı zamanda kaynaklar ve dijital yeteneklerde bu aşamada belirlenmektedir.

Literatür araştırılması yapıldığında dijital olgunluk ve hazırlık modelleri, kalıplaşmış ve yaygın kullanılan değerlendirme sistemleri değildir. Olgunluk modelleri ihtiyaçlar doğrultusunda şekillenmektedir. Sektör açısından bakıldığında, sadece üretim firmalarına yönelik modeller (Schumacher vd., 2016), (Endüstri 4.0 Olgunluk Değerlendirme Aracı, 2020), sadece KOBİ (Küçük ve Orta Ölçekli İşletme)'ler için geliştirilen olgunluk modelleri (Dijital Kobim – Dijital Beceri Testi, 2022), bunların yanında tüm sektörler için geliştirilen olgunluk modelleri (Endüstri 4.0 Stratejisi İçin Olgunluk ve Hazırlık Modeli, 2018), (İZKA Dijital Olgunluk Modeli, 2022), (Cisco Global Dijital Hazırlık İndeksi, 2022) ön plana çıkmaktadır.

Birçok araştırmacı, danışmanlık şirketi ve üniversiteler tarafından dijital olgunluk modelleri geliştirilmiştir. Bu modellerden bazıları; IMPULS Endüstri 4.0 Hazırlık Modeli (2015), DMAT Dijital Olgunluk Değerlendirme Ölçeği (2019), DİJİTAL AKADEMİ Tübitak Dijital Olgunluk Modeli (2021), I40MM Endüstri 4.0 Hazırlık Modeli (2016), Endüstri 4.0 Olgunluk Değerlendirme Aracı (Industry 4.0 Maturity Assessment Tool) (2020), Endüstri 4.0 Stratejisi İçin Olgunluk ve Hazırlık Modeli (2018), İZKA Dijital Olgunluk Modeli (2022), Dijital Kobim- Dijital Beceri Testi (2022), ACATECH Endüstri 4.0 Olgunluk Endeksi (2017), (360 DMA) 360 Dijital Olgunluk Modeli (2018), Dijital Olgunluk: Tanım ve Model (Dijital Olgunluk Sınıflandırması), (DMM40) Forrester Dijital Olgunluk Modeli (2016) incelenmiştir.

2.5.1. IMPULS Endüstri 4.0 Hazırlık Modeli

Impuls Endüstri 4.0 hazırlık modeli (2015), IMPULS Vakfı ve Aachen Teknik Üniversitesi tarafından oluşturulmuştur. Endüstri 4.0 olgunluk seviyesi modeline göre rekabet halinde olan şirketlerin dijital dönüşüm evresinde hangi seviyede olduklarını ve Endüstri 4.0 sürecinde gelişmişlik derecesini ölçmek için bir model önerilmiştir. Genellikle imalat işletmelerinin Sanayi 4.0'a ne kadar hazır olduğunu tespit amacıyla geliştirilmiştir. Bu model 6 boyut ve 6 olgunluk seviyesinden oluşmaktadır. Modelin boyutları strateji ve organizasyon, akıllı ürünler, akıllı fabrika, akıllı operasyonlar, veri güdümlü hizmetler, çalışanlar olarak belirlenmiştir. Olgunluk seviyeleri seviye 0 (dışarıda kalanlar), seviye 1 (başlangıç), seviye 2 (orta seviye), seviye 3 (tecrübeli), seviye 4 (uzman) ve seviye 5 (en iyi uygulayıcı) olarak tanımlanmıştır. Araştırma sonucunda, uzmanların görüşleri doğrultusunda değerlendirilmiş ve olgunluk düzeylerine göre adlandırılmıştır. Olgunluk seviyelerini geliştirmek için hedefler irdelenmiştir (Lichtblau vd., 2015: 10).

Implus Endüstri 4.0 hazırlık modelinin boyutları (Lichtblau vd., 2015: 13);

1. **Akıllı Fabrika:** Endüstri 4.0'ın doğru şekilde uygulanması için doğrudan insan müdahalesi olmadan siber fiziksel sistemlere dayalı üretim yapılmasını sağlar. Geleneksel üretimin aksine yüksek oranda otomasyon sistemlerinin hâkim olduğu üretime olanak sağlamaktadır. Akıllı fabrikalar ile lojistik sistemleri arasında doğrudan bir ilişki olduğu üretim ortamı vardır. BT sistemleri ve akıllı ürünlerle entegre olarak üretimin kendini organize edebildiği yapılardır. Akıllı fabrikalar, akıllı teknolojiler yardımıyla verilerin depolanıp, saklanıp ve işlenmesiyle dijital modellemeyi içermektedir.

2. **Akıllı Ürünler:** Akıllı ürünler, otomatikleşmiş ve kolay üretim yapan akıllı fabrikalar için en kritik bileşendir. Akıllı fabrikaların temel faydası ürünler hakkında kapsamlı bilgilerin olmasıdır. Akıllı ürünler sayesinde üretici ve müşteri arasında iletişim sağlanmakta, sipariş takipleri kolaylıkla yapılmakta, ürünlerini durumunu izlemek ve optimize etmekte mümkün olacaktır.

3. **Akıllı Operasyonlar:** Endüstri 4.0'ın temel özelliği fiziksel ve dijitalin işletmeler arası entegrasyonun sağlanmasıdır. Tüm bileşenler ve sistemlerin uyum içinde çalışmasıdır. Doğrudan insan müdahalesi olmadan kendi kendini kontrol eden iş süreçlerinin gerçekleştirilmesi için üretim ve üretim planlamasındaki teknik çözümler akıllı operasyonlar (işlemler) olarak açıklanmaktadır. Akıllı işlemler; bulut sistemlerin kullanımı, kurumların bilgi aktarımları, kendi kendini yöneten özerk süreçler olarak değerlendirilmektedir.

4. **Veriye Dayalı Hizmetler:** Veriye dayalı hizmetlerin amacı; müşteriye olan faydayı artırabilmek için gelecekteki iş süreçlerini müşteriye uyumlu hale getirmektir. Geleneksel iş modellerinin aksine hem dijital hem de veri toplamaya dayanan yeni iş modelleri sayesinde üretilen ürünler için satış sonrasında da önemli hizmetler sağlanmaktadır.

5. **Strateji ve Organizasyon:** İşletmelerin dijital dönüşümü uygulayabilmeleri strateji ve organizasyona bağlıdır. Endüstri 4.0 stratejik bir kavramdır. Dijital teknolojiler yeni iş modellerinin gelişmesine sebep olmuştur. Bu nedenle, dijital teknolojilerin hayata geçirilmesi stratejik öneme sahiptir. İşletmelerin dijitalleşme sürecinde en uygun strateji ve organizasyon sistemine sahip olması önemlidir. Bu noktada inovasyon yatırımları, finansal yönetimler hakkında alınması gereken kararları uygulayabilmek için işletmelerin dijital dönüşüm (Endüstri 4.0) stratejisi

geliştirmek zorundadır. Geliştirilen strateji ile organizasyon yapılarında uyum içinde olmalıdır (Kiraz ve Canpolat vd., 2019: 18).

6. **Çalışanlar:** İşletmelerin dijital dönüşüm süreçlerinde yeni yetkinlikler ve kazanmasında çalışanlar en önemli faktörlerdendir. Çalışanlara dijitalleşmeye yönelik gerekli eğitimler verilerek dönüşüme kolayca uyum sağlanabilir.

Implus Endüstri 4.0 Hazırlık Modeli Olgunluk Seviyeleri (Lichtblau vd., 2015: 22);

- **Seviye 0 Dışarda Kalanlar:** Bu seviyedeki işletmeler şartları karşılayamamaktadır. Endüstri 4.0 bilmiyorlar ya da bu dönüşüme alakasızlar.

- **Seviye 1 Başlangıç:** Bu seviyedeki işletmeler bir alanda yatırım yaparak Endüstri 4.0 sürecine dahil olmaya çalışmışlardır. Üretim aşamalarından sadece birkaçı BT sistemlerine uyumludur. Mevcut üretim altyapısı gelişen entegrasyon ihtiyaçlarında yetersiz kalacaktır. Kullandıkları BT güvenlik çözümleri planlama aşamasındadır. Endüstri 4.0 için gerekli olan yetenekleri sadece birkaç alanda sınırlıdır.

- **Seviye 2 Orta Seviye:** Orta seviyedeki işletmeler, Endüstri 4.0 stratejik hedefi yönelimindedir. İşletme dijital teknolojileri ölçmek ve uygulamak için bir strateji oluşturmuştur. Dijital yatırımlar birkaç farklı alanda yapılmaktadır. Geleceğe dönük ihtiyaçlar için ekipman alt yapısı yeterli seviyede değildir.

- **Seviye 3 Tecrübeli:** Bu seviyede Endüstri 4.0 stratejisi geliştirilmiş ve yatırımlar yapılmaktadır. Endüstri 4.0 birkaç farklı alanda gerçekleştirilmektedir. Endüstri 4.0'ın tanıtılması yönünde teşvikler verilmektedir. Üretim aşamalarındaki BT sistemleri birbirleri ile ara yüzler arasında bağlantı sağlanmakta toplanan veriler sayesinde üretim sistemleri desteklenmektedir. İhtiyaç duyulan BT güvenlik çözümleri karşılanmaktadır. Ekipman alt yapısı ileri zamanlardaki gelişmeler doğrultusunda yükseltilebilme becerisi vardır. Bu seviyedeki işletmeler, BT sistemine sahip birbirleriyle bağlantılı ürünler üretebilmektedir. Bu ürünler modelin boyutlarından olan veriye dayalı hizmetlerin temelini oluşturmaktadır ancak müşterilerle bütünleşmiş değildir.

- **Seviye 4 Uzman:** Bu seviyede olan uzman işletmelerin mevcut Endüstri 4.0 stratejileri vardır. Organizasyonun çoğu alanında dijital yatırımlar yapılmakta ve bu süreçler departmanlar arası yenilik yöntemi ile desteklenmektedir. BT sistemleri üretim süreçlerinin çoğunu desteklemekte ve optimizasyon sistemleri için veri toplamaktadır. İşletmeler gelecekteki entegrasyon ihtiyaçlarını karşılayabildiği ölçüde Endüstri 4.0'da

gerçek anlamda ilerleme olacaktır. İşletme ve iş ortaklarıyla bilgi akışı büyük oranda sistemle bütünleşmiştir. BT güvenlik çözümler birden fazla alanda kullanılabilir. Otonom süreçler işletmeler için farkındalık oluşturmaktadır. Veriye dayalı hizmetler desteklenmekte, müşteri ve üretici arasında entegrasyon sağlamaktadır. Endüstri 4.0'ı daha ileri seviyelere taşımak için işletme organizasyon yapısı yeterli becerilere sahiptir (Selim vd., 2022: 619).

- **Seviye 5 En İyi Uygulama Örneği:** Bu seviyedeki işletmeler, Endüstri 4.0 stratejisini hayata geçirmiş durumdadır. Endüstri 4.0 projeleri işletmelerin yaptığı yatırımlarla desteklenmektedir. Bu seviyedeki işletmeler inovasyon yönetimi kurar. Üretim aşamalarında BT alt yapısı güçlü şekilde uygulanır ve tüm veriler otomatik olarak toplanarak depolanır. İşletmelerin donanım alt yapısı entegrasyon için tüm yeterlilikleri sağlamaktadır. Bu noktada işletme ve iş ortakları arasında sistemle bütünleşmiş bilgi paylaşımı mümkündür. Kapsamlı şekilde BT güvenliği çözümleri uygulanmaktadır. Bazı üretim aşamaları otonom olarak yönlendirilen iş parçalarını ve otonom tepki veren iş süreçlerini desteklemekte. Bu iş parçaları ve iş süreçleri geniş BT alt yapısına sahip ve BT sistemi ile toplanan veriler ürün geliştirme satış desteği gibi alanlarda kullanılmaktadır. Bu seviyedeki işletmeler için veriye dayalı hizmet gelirin büyük kısmını içermektedir. Üretim yapan ve müşteri arasında bütünleşmiş bir yapı vardır. İşletme, kendi organizasyon yapısında ihtiyaç duyduğu uzmanlığa ve Endüstri 4.0 dönüşümünde ilerleyebilme becerisine sahiptir.

2.5.2. DMAT Dijital Olgunluk Değerlendirme Ölçeği

DMAT Dijital Olgunluk Değerlendirme Ölçeği (2019), ilk olarak Aarhus Üniversitesi Dijital İş Geliştirme Disiplinler arası Merkezi bünyesinde Annabeth Aagaard tarafından geliştirilmiştir. Bu değerlendirme ölçeği, anket kapsamında dijital olgunluğu altı temel boyutta ölçen çevrimiçi bir araçtır. Bu alt boyut; strateji, kültür, organizasyon, süreçler, müşteriler ve paydaşlardan oluşmaktadır. DMAT, farklı sektörlerde ve işletme büyüklüklerinde hem tüm kamu kurum ve kuruluşların hem de özel işletmelerin dijital dönüşüm alanlarını ve dijital olgunluk düzeylerini ölçmelerini sağlamaktadır. Kurum ve kuruluşların organizasyon yapılarının dijitalleşme süreçlerine ve işletmenin gelişmesine fayda sağlayan bir dijital olgunluk modelidir (Aagaard, 2017).

İşletmeler DMAT'ı farklı boyutlarda mevcut dijital olgunluk seviyelerini ölçmek ve dijital dönüşüm sürecinde organizasyonun güçlü ve zayıf yönlerini belirlemek için kullanırlar.

Bu noktada dijital dönüşüm uygulamalarına yönelik bir eylem planı hazırlayarak harekete geçebilirler. Kurum ve kuruluşlar DMAT ölçeğini kullanmalarındaki avantajlar (Aagaard ve Skou 2020);

- İşletmelerin dijital dönüşüm ve dijital olgunluk hakkında fikir sahibi olması,
- Organizasyon yapısında hangi alanların dijital dönüşüm uygulamada gerekli olduğunu tespit ederek organizasyonda bütünsel uyum sağlar,
- Kurumların dijital dönüşüm doğrultusunda aldıkları eğitimin etkisini eğitim almadan önce ve sonra değişimi belirlemek için,
- Dijital dönüşüm uygulamalarının işletmelerin farklı alanları ve boyutları üzerindeki etkisini ölçmek,
- İşletmenin her departmanında dijital dönüşümün anlaşılmasını sağlamak,
- Organizasyonun her bölümüne DMAT ölçeği uygulanarak ve işletmenin dijital olgunluğa karşı fikirlerini belirterek genel bir anlayış sağlanması açısından oldukça önemlidir.

DMAT Dijital Olgunluk Değerlendirme Ölçeğinin altı boyutu (Aagaard ve Presser vd., 2021: 7);

1. Strateji: Bir kurumun dijital dönüşüme uyum sağlamış ürün ve hizmet sunmak için rekabet edilebilir bir alan hazırlayan dijital iş stratejisi olarak ifade edilmektedir. Dijital olgunluk stratejisine sahip işletmelerin diğer işletmeler içinde en kritik farklılaştıran etken olduğu belirtilmiştir. Dijital dönüşüm stratejisi dijital vizyona ulaşabilmek için önemli bir etkidir.

2. Kültür: Dijital kültür dijital farkındalık ve gelişmelerin gerekliliği, dijital yetkinlikler ve kaynaklar, dijital dönüşümü öğrenmeye isteklilik olarak açıklanabilir. Dijital kültür dijital olgunluğa ulaşmayı hızlandırır. Dijital dönüşüme yatırım yapmadan önce dijital kültürün ilerlemesi gerekmektedir. (Çelik ve Leblebici, 2023).

3. Organizasyon: Dijital organizasyonu içerir. Bir işletmenin dijital dönüşüm sürecini benimsemek için becerilerini ne ölçüde planladığı ve uygulayabildiğini ifade etmektedir. Organizasyon yapısına yeni dijital iş modellerini daha etkili şekilde nasıl entegre edeceği önemlidir. Günümüzde dijitalleşen başarılı işletme olabilmek uygulanan organizasyon yapısını taklit etmek değil yeni dijital organizasyon yapısını geliştirmekle mümkün olmaktadır. Dijitalleşen organizasyon yapılarında dijital teknolojiler iki farklı yolla uygulanır. İlk olarak dijital teknolojiler ürünler ve hizmetlere

uyarlanarak diğeri ise çalışanlar, yatırımcılar, tedarikçiler, müşteriler ve iş ortaklarının dijitalleşmeyi benimsemeleri ile sağlanacaktır.

4. İşlem: Giderek artan rekabetin olduğu iş dünyasında başarılı olabilmek ve rekabet edebilmek için dijital teknolojileri benimsemeleri seçenek değil gereklilik haline gelmiştir. Gelişen dijital teknolojiler yeni değer alanları oluşturmakta ve ürün, hizmet karşılaştırması yapabilmek için etkin şekilde veri toplamak oldukça önemlidir. Bu boyut, işletme süreçlerinde en etkin şekilde verileri toplamak, analiz etmek ve uygulayabilmek için geliştirilen yenilikleri içeren dijital süreçleri kapsamaktadır. Dijital teknolojileri benimseyen kurumların büyük veri analitiği becerilerini geliştirmeleri ve karar verme süreçlerini değiştirmeleri gerekmektedir. Büyük veri teknolojisini uygulamak işletmenin tüm organizasyonunda yapı, kültür ve beceri alanlarında yetenekler gerektirmektedir. Süreçlerin dijital teknolojileri uygulayabilmesi verimliliğin, üretkenliğin ve müşteri deneyiminin artmasını ifade etmektedir.

5. Teknoloji: Bu boyut işletmelerin iş süreçlerinde ürün ve hizmetlerde uyguladıkları dijital teknolojileri ifade etmektedir. Bu teknolojiler; Nesnelerin İnterneti (IoT), Yapay Zekâ, Makine Öğrenimi, Büyük Veri, Artırılmış Gerçeklik, Üç Boyutlu Yazıcılar (3D) çeşitli birleşimleri içermektedir. Dijital dönüşümün gerçekleşebilmesi dijital teknolojilerin ve dijital yeteneklerin benimsenmesi doğrudan ve dolaylı olarak uygulanabilmesine dayanmaktadır. Teknoloji, dijital dönüşümün en temel itici gücüdür. Dijital yeterliliğin yüksek olması dijital dönüşüme dahil olan tüm organizasyonların dijital teknolojileri en etkin şekilde kullanabilmesini sağlayacaktır.

6. Müşteriler ve Ortaklar: Müşterilerin ve diğer paydaşların işletmelerin değer zinciri genelinde dijital iş geliştirme sürecine katılmasını sağlamak için geliştirilen faaliyetleri kapsamaktadır. Başarılı işletmeler için güçlü müşteri ve ortak ilişkisi sağlamak önemlidir. Dijital iş geliştirme süreçleri müşteri ve ortakların etkisine odaklanır. Müşteri ve ortaklar tarafından geliştirilen dijital çözümlerin uygulanıp uygulanmadığı etkisinin ne ölçüde olduğu araştırılır. İşletmenin dijital iş geliştirme çalışmalarında değer zinciri sürecinde müşteri ve ortakların dijital teknolojiler ile etkileşimde olup olmadığına dikkat edilir.

Tablo 2.3 DMAT Dijital Olgunluk Modeli Boyutları

STRATEJİ	KÜLTÜR	ORGANİZASYON
Formülasyon İletişim ve Entegrasyon Yönetim Desteği Yönetim Becerileri Planlama	Dijital Kültür Dijital Sistemler Çalışanlardan Destek Dilde Dijitalleşme Kültür ve Destek	Şirket İçi Yetkinlikler Eğitim Fikir ve İnovasyon İş Modeli Geliştirme Verilerin Uygulanması
TEKNOLOJİ	MÜŞTERİ ve ORTAKLAR	İŞLEM
Dijital Çözüm Teslimatı Dijital İletişim ve E-Ticaret Bağlantılı Dijital Teknolojiler Güncel Teknolojiler Rakipler	Yeni Fikirler Bulma Ekosistem Etkisi Dijital Olarak Bağlanma Roller	Veri Toplama Veri Analiz Yeterlilikleri Veri ve Karar Verme Bilgi Yönetimi Dijitalleşme Deneyimi

Kaynak: (Aagaard ve Presser vd., 2021)'den derlenmiştir.

2.5.3. Endüstri 4.0 Hazırlığını ve Olgunluğunu Değerlendirmek İçin Olgunluk Modeli (I40MM Endüstri 4.0 Hazırlık Modeli), (Schumacher Modeli)

Schumacher vd. araştırmalarında (2016), Endüstri 4.0'a uyum sürecini analiz etmek için yapılan çalışmada 9 ana boyutta toplam 62 tane olgunluk faktörü değerlendirilmiştir. Çalışmadaki 9 ana boyut; strateji, liderlik, müşteriler, kültür, organizasyon, ürünler, yönetim, çalışanlar ve teknolojidir. Olgunluk unsurları soru şeklinde yönetilmiş ve beş aşamalı bir yapıda cevaplanması istenmiştir. Seviye 1 en düşük kademe ve seviye 5 en yüksek kademe olarak belirlenmiştir. Bir işletmede yapılan uygulama sonucu işletmenin 9 ana boyut için puanı hesaplanmıştır. Sonuç olarak, bu modelin ürün imalatı yapan işletmelerde kullanılmaya uygun model olduğu ve bu alanda farklı araştırmaların da yapılabileceği sonucu ortaya çıkmıştır.

I40MM olgunluk modeli imalat yapan işletmelerin Endüstri 4.0 teknolojilerine ne ölçüde uygun olduğunu değerlendirmek amacıyla geliştirilmiştir. Modelin teorik ve pratik amacı vardır. Teorik amacı, imalat yapan işletmelerin mevcut durumunu analiz etmek ve başarı sağlanan kriterleri tespit etmek için Endüstri 4.0 teknolojileri uygulama hedefleri doğrultusunda doğru veriye ulaşmaktır. Bu modelin pratik amacı ise, imalat işletmelerinin Endüstri 4.0

olgunluk seviyelerinin ve mevcut hedeflerinin uygunluğunu en güvenilir verilerle değerlendirilmesini sağlamaktır (Schumacher vd., 2019: 410).

“Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises” orijinal ismi bu şekildedir. Endüstri 4.0 doğrultusunda bu modelde organizasyonel alanlarına yönelerek mevcut modellerin geliştirilmesi yoğunlaşmıştır. Schumacher modeline göre akıllı üretimin soyut boyutlarını gerçek üretim ortamında ölçülebilen kavramlara dönüştürmeye çalışır (Kasnak ve Özkara, 2022: 368).

I40MM Endüstri 4.0 Olgunluk Modelinin 9 boyutu (Schumacher vd., 2016);

1. Strateji: Endüstri 4.0 teknolojileri uygulamaları, iş modellerinin uyarlanması, BT teknolojilerinin iş modellerine göre uyarlanması, Endüstri 4.0 yol haritası, Endüstri 4.0 teknolojilerine uyumlu iş hedeflerinin oluşturulması ve gerçekleştirilmesi

2. Liderlik: Endüstri 4.0 yol haritasına liderlerin istekliliği, Endüstri 4.0 teknolojileri için merkezi koordinasyon yönetim biriminin oluşturulması, Endüstri 4.0 sürecinde liderlerin azmi, merkezi tutarlılık.

3. Ürünler: Dijitalleşmiş ürünler, ürünlerin kişiselleştirilmesi, diğer hizmetler ile ürünlerin entegrasyonu. Ürünleri BT teknolojileri ile geliştirerek diğer sistemlerle iletişim kurmasını sağlamak.

4. Müşteriler: Müşterilerin verilerinin kullanılması, müşteri dijital veri yeterliliği, satışların dijitalleşmesi, müşterilerin dijital medya yetkinliği.

5. Kültür: Bilgi paylaşımı, açık inovasyon ve şirket iş birliği, bilgi teknolojilerinin varlığı.

6. Operasyon: Süreçlerin merkezileştirilmesi, bölümler arası iş birliği, süreçlerin simülasyonu ve modellenmesi.

7. Teknoloji: Makineler arası etkileşimin ve haberleşmenin sağlanması, modern bilgi teknolojilerinin ve dijital cihazların varlığı,

8. Yönetim: Endüstri 4.0 teknolojileri için çalışma projeleri, mevcut teknolojilerin Endüstri 4.0’a uygunluğu, dijital teknolojilerin alt yapı ve standartlara uygunluğu, Endüstri 4.0 iş mevzuatına uygunluğu, fikri mülkiyet haklarının korunması.

9. İnsan: Endüstri 4.0’ın çalışanlar için yeterliliği, çalışanların bilişim ve iletişim teknolojileri (BİT) açısından yetkinliği, çalışanların bağımsızlığı, çalışanların dijitalleşmeye yönelik açıklığı.

2.5.4. T B TAK Dijital Olgunluk Modeli (D J TAL AKADEM )

Dijital Olgunluk Modeli T B TAK-B LGEM (YTE) Yazılım Teknolojileri Araştırma Enstitüsü aracılığıyla geliştirilmiştir. Dijital Olgunluk modelinin temel amacı, kamu kurum ve kuruluşların da dijital dönüşüm sınırlarının ve yetkinliğinin belirlenmesine yönelik bu olgunluk modeli meydana getirilmiştir. Dijital dönüşüm kapsamındaki akademik çalışmalar ve geliştirilen olgunluk modelleri araştırılmış BT danışmanları, ülke politikaları ve danışmanlık şirketleri dikkate alınarak dijital olgunluk modeli oluşturulmuştur (Dijital Akademi, 2021).

Dijital olgunluk modelinde yedi yetkinlik alanı, dört kabiliyet grubu bu gruplara bağlı kabiliyetler ve dört olgunluk seviyesinden oluşmaktadır. Kabiliyetler grubunun ölçülmesi beş seviyeden oluşan ankete göre düzenlenmiştir. Anket sorularına ilişkin detaylı bilgi T B TAK tarafından paylaşılmamıştır.

Geliştirilen olgunluk modeli bilişim alanında hizmet sunan devlet kurumlarına yönelik farklı hizmetler sağlayan KOB 'ler tarafından uygulanması mümkün değildir. İşletme fonksiyonları doğrultusunda değerlendirildiğinde organizasyon, yönetim, destek ve hizmet fonksiyonlarını içerirken satış ve pazarlama gibi fonksiyonları değerlendirmedeği için ticari işletmeler için kullanılabilişliği oldukça zayıftır (Ayyıldız ve Demir, 2022: 69).

T B TAK Dijital Olgunluk Modelinin kullanımındaki avantajlar;

- Kamu kurum ve kuruluşların da mevcut BT hizmetlerinde sistemli ve her alanı kapsayıcı dijital dönüşüm hedefli bakış açısı geliştirilmesini sağlamak,
- Kamu kuruluşları ve sağladıkları hizmetlerin dijital olgunluk seviyelerinin belirlenmesi ve dijital dönüşüm uygulamaları hakkında bir değerlendirme yapabilmek imkânı elde edeceklerdir,
- Gelişen dijital dönüşüm sürecinde kamu kurumlarının bu dönüşüme ve yeniliklere uyum aşaması desteklenecektir,
- Dijital devlet projelerinde sistemli bakış açısının oluşması,
- Kamu kurumlarının dijital dönüşüme uyum süreçlerini kısa, orta ve uzun vadede sağlayabilmek,
- Dijitalleşmiş kamu hizmetlerinin kalite ve performansını en iyi seviyeye ulaştırmak, kamu çalışanı ve vatandaş memnuniyetinin artırılması,
- Kamuda dijital kapasitenin artırılması için rehber olacak yol haritasının oluşturulması için önemlidir.

- Olgunluk model ile bilişim çalışmalarının daha verimli ve etkin planlanması, uygulanması sağlanarak başarı oranlarının yükselmesine katkı sağlayacaktır. Bu doğrultuda ilgili hizmetler de kalite ve performans artışı mümkün olacaktır.

- Kamu kurumlarında bilişim uzmanlarının dijital becerileri artırılacaktır.
- TÜBİTAK bünyesinde yürütülen kamu BT projeleri sayesinde elde edilen bilgi ve tecrübelerin STK ve özel sektör ile açık bilgi paylaşımı gerçekleştirilecektir.

Model kapsamına dahil edilen yetkinlik alanları sıralanmıştır (Dijital Akademi, 2021);

- **Stratejik Yönetişim:** Dijital dönüşümün gerçekleşmesi için strateji ve politika belgelerinin düzenlenmesini ve analiz edilerek güncellenmesini kapsamaktadır. Bu yetkinlik alanları; politika, dijital stratejik yönetim, kurumsal mimari, bütçe, ihtiyaç belirleme ve çözüm planlama gibi beş kabiliyet grupları vardır.

- **Yazılım Hizmetleri:** Kurumun ihtiyaçları doğrultusunda düzenlenen yazılım hizmetleri ve süreçlere dayanmaktadır. Yetkinlik alanları şunlardır; yazılım geliştirme, yazılım fizibilite, yazılım bakım ve tedarik, veri üretimi ve sayısallaştırmadan oluşmaktadır.

- **Organizasyon:** Kabiliyet alanları dijital kültür, organizasyon ve yetkinliktir. Dijital dönüşüm uygulamalarında yönetim sürecinden sorumlu olan grup ve kişinin yönetim düzeninde rol ve yeteneklerinin yönetilmesini içermektedir.

- **Yazılım Yaşam Döngüsü:** Yazılım projesinin tasarlanmasından teslim edilene kadar geçen süreçte tüm aşamaları içeren döngüyü kapsamaktadır. Yetkinlik alanları sırayla; proje yönetimi, teknik çözüm, kalite ve doğrulamadır.

- **BT Hizmetleri:** Kurumun mevcut teknolojileri ve alt yapısının yönetilmesini içermektedir. Kabiliyet grupları; Teknoloji sahipliği, hizmet alımı ve bakımı, BT alt yapı fizibilitesi ve tedarikini kapsamaktadır.

- **İşletim ve Bakım:** BT hizmetlerinin yönetimi, BT hizmet kalitesinin iyileştirilmesi kabiliyetlerini amaçlamaktadır. Kabiliyet gruplarında alt yetkinlik alanı vardır. Bunlar; sunum ve izleme, planlama ve yönetim, geçiş ve kontrol şeklinde sıralanmıştır.

- **Dijital Hizmetler (d-HİZMETLER):** Alt yetkinlik alanları; kurumsal bilgi yönetimi, kurumsal uygulama kullanımı, d- Hizmet tasarımı, sunumu, yönetimi, iyileştirmesi ve inovasyonudur.

Olgunluk modelinde dört temel kabiliyet grubu ve bunlara bağlı kabiliyetler şunlardır;

- **Planlama ve Yönetişim:** BT teknolojilerinin araştırılıp uygulanması ve yönetişimin sağlanması için gerekli olan kabiliyet alanlarını içerir. Bu kabiliyetlerden bazıları; Kapasite, Tedarikçi, Bilgi Güvenliği, İş İlişkileri, Hizmet Erişebilirlik, Bütçeleme ve Muhasebe yönetimidir.

- **Geçiş ve Kontrol:** Yeni geliştirilen ve değiştirilen BT hizmetlerinin dahil edilmesi ve takibinin yapılması için gerekli olan kabiliyet gruplarıdır. Bunlar; Varlık, Değişiklik, Konfigürasyon, Sürüm ve yaygınlaştırma yöntemleridir.

- **Sunum:** BT hizmetlerinin tasarlanması, araştırılması, sunulması, yönetilmesi ve destek sağlanması için gerekli kabiliyet gruplarını içermektedir. Bu gruplar; Operasyon, Çağrı, Hizmet Sürekliliği, Problem, Altyapı ve Kimlik ve Erişim yönetimidir.

- **İzleme ve Değerlendirme:** BT teknolojilerinin sürekli olarak kalite iyileştirilmesi sağlanması için düzenlenmiş kabiliyet grubudur. Bu kabiliyet grubuna bağlı ele alınan alt kabiliyetler şunlardır; Hizmet Raporlama ve Hizmet İyileştirme. TÜBİTAK Dijital Olgunluk Seviyeleri (Dijital Akademi. Bilgem, 2021);

- **Seviye 0:** (Eksik) Uygulanan herhangi bir kabiliyet grubu yoktur.
- **Seviye 1:** (Uygulanan) Kabiliyet alanlarının en temel seviyesi uygulanmaktadır.
- **Seviye 2:** (Kurumsallaşmış) Kabiliyet alanları kurumsallaşmış ve kurumlarda tanımlıdır. Kabiliyet grupları standart bir şekilde değişmeden uygulanmaktadır.
- **Seviye 3:** (Optimize Edilen) Kabiliyet grupları sürekli güncellenerek iyileştirilmeye çalışmaktadır. Bunun için optimize edilen düzey kabiliyet seviyelerini analiz ederek gerçek problemin nedeni tespit edilmektedir.

Tablo 2.4 Dijital Olgunluk Değerlendirme Ölçeği Gereksinim Seviyeleri

DİJİTAL OLGUNLUK DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ		
YETKİNLİK	KABİLİYET GRUBU	KABİLİYET
• Stratejik yönetim • Organizasyon • Yazılım Hizmetleri • BT Hizmetleri • Yazılım Yaşam Döngüsü • İşletim ve Bakım • D-HİZMETLER	• Planlama ve Yönetişim • Geçiş ve Kontrol • Sunum • İzleme ve Değerlendirme	• Hizmet Katalog Yönetimi • Kapasite Yönetimi • Varlık Yönetimi • Operasyon Yönetimi • Hizmet Raporlama

Kaynak: Dijital Akademi. Bilgem, 2021'den derlenmiştir.

2.5.5. Endüstri 4.0 Olgunluk Değerlendirme Aracı (Industry 4.0 Maturity Assessment Tool)

Literatür araştırması yapıldığında dijital dönüşüm olgunluk modelleri arasında (Wagire vd., 2020) tarafından geliştirilmiş model gelişmekte olan ülkeler açısından Endüstri 4.0 olgunluk modeli seviyesi belirlenmesi doğrultusunda diğer modellere göre ön plana çıkmaktadır. Geliştirilen diğer olgunluk modellerinin analizlerinin yapılması diğer modellerin güçlü ve zayıf yönlerinin belirlenmesi açısından bu önemlidir. Endüstri 4.0 olgunluk değerlendirme aracı gelişmekte olan ülkeler doğrultusunda oluşan ihtiyaçlar göre şekillenmekte ve tek bir alanda çalışma yapmak yerine bütüncül bir anlayışla (teknoloji, organizasyon, kültür vb.) işletmelerin Endüstri 4.0'ın en doğru şekilde uygulama sürecini ölçme imkânı sağlamaktadır. Bu nokta model kendinden önce geliştirilen modellerin kapsamlı ve kullanışlı bir özeti olarak ifade edilebilir.

Endüstri 4.0 olgunluk değerlendirme aracının temel odak noktası dijital dönüşüm teknolojilerinin yanı sıra insan ve kültür, organizasyonel strateji gibi işletmelerin önemli yönleri, Endüstri 4.0 duyarlılığı (işletmelerin dijital dönüşüm etkilerine olan hassasiyeti), Endüstri 4.0 dönüşümünün kullanılabilirliği ve işletmeye sağlayacağı faydalar, dijital dönüşüm farkındalığı üzerine geliştirilmiştir (Kasnak ve Özkara, 2022: 370).

Araştırma modelinin anlaşılması için üç farklı süreç vardır. Bunlar; Endüstri 4.0 kapsamı, Temel geliştirme aşaması- Kavramsal modelleme, Dijital değerlendirme formu- test etme, doğrulama ve bilimsel belgeleme, Uygulama. Bu aşamalar, olgunluk modelinin değerlendirilmesine, iyileştirilmesine ve geliştirilmesine yardımcı olacak süreçtir. Olgunluk modelinin gelişimi üç aşama süreciyle açıklanmakta (Wagire vd., 2020);

- **Endüstri 4.0'ı anlamak.** Endüstri 4.0'ı kapsamlı bir şekilde anlamak kavramlar ve uygulamadaki sorunların belirlenmesi. Endüstri 4.0'ı anlamak için gerekli yetenekler hakkında sistematik vizyon geliştirmek. Modelin ilk aşamasında Endüstri 4.0'ın yönlerinin ve özelliklerinin en doğru şekilde anlaşılması önemlidir.

- **Olgunluk modelinin temel geliştirme aşaması.** Geliştirme aşaması içerisinde dört sürece ayrılır. İlk olarak model yapısı ve olgunluk öğelerinin geliştirilmesidir. Bu aşamada olgunluk modelinin yapısı geliştirilir. Endüstri 4.0 alanında görev yapan yöneticiler üretim ve dijitalleşme hakkında bilgi akışı sağlanmaktadır. İkinci aşama olgunluk boyutlarının önem düzeylerinin belirlenmesi. Endüstri 4.0 alanında her olgunluk kalemi farklı düzeyde öneme ve katkıya sahiptir. Üçüncü aşama boyutun

olgunluk puanının hesaplanması ve genel olgunluk puanı. Endüstri 4.0 olgunluk ölçümüne katkı düzeyi genel boyutun yanı sıra her boyutun olgunluğunun belirlenmesine ihtiyaç vardır. Son aşama ise olgunluk değerlendirme aracının geliştirilmesi. Hesaplama ve değerlendirmenin kolaylığı için organizasyon olgunluk seviyeleri anket yapılarak elektronik tablo ile hazırlanmıştır.

- **Test ve uygulama aşaması.** Olgunluk modeli gerçek yaşam ortamında test edilir ve uygulanabilirliği hakkında uzmanlardan geri bildirim sağlanır. Uzmanlardan gelen geri dönüşlere göre modelde bazı değişiklikler yapılmıştır.

Olgunluk değerlendirme aracı diğer olgunluk modellerinden farklı olarak işlenen teknolojik alanlar konularına göre gruplandırılmıştır. Bu gruplandırma şu şekilde, insandan makineye ve makineden makineye sağlanan iletişim gibi akıllı üretim teknolojileri akıllı imalat sistemleri boyutundan gruplanır; akıllı ürün, üç boyutlu yazıcılar, mobil cihazlar ürün ve hizmet boyutunu kapsayan teknolojik ürün ve hizmet odaklı teknolojilerde gruplanır; nesnelerin interneti, bulut bilişim, büyük veri, yapay zekâ gibi dijital dönüşüm teknolojileri Endüstri 4.0 teknolojileri boyutunda gruplanmıştır (Wagire vd., 2020: 619).

Endüstri 4.0 teknolojilerinin işletmelerde en doğru şekilde uygulanabilmesi için organizasyonlarda belirli bir teknolojik alt yapının olması gerekmektedir. Bu olgunluk modelinde teknolojik altyapı Değer zinciri ve süreçler, Akıllı imalat teknolojisi, Ürün ve hizmet odaklı teknoloji ve Endüstri 4.0 tabanlı teknoloji boyutlarını içermektedir. Bu sayede, işletme içindeki süreçler ve bağlantılar, hem işletme ve müşteri arasında iletişim kurularak, hem de işletme ve tedarikçi iletişimi sağlanarak tüm değer zinciri yapısında maliyet, verimlilik ve kalite açısından fayda elde edilecektir.

Geliştirilen Endüstri 4.0 modeli boyutları insan ve kültür, organizasyonel strateji ve Endüstri 4.0 farkındalığı işletmede dijital dönüşüm faaliyetlerini yapısını geliştirmeye yönelik organizasyon yapısı, strateji, kültür ve dijital dönüşüm duyarlılığı ile ilgilidir. Endüstri 4.0 organizasyondaki öğrenme yapıları, örgüt kültürü, insan kaynakları, liderlik yapısı ve yönetim gibi unsurları geliştirmekte ve dönüştürmektedir. Bu noktada Endüstri 4.0 sürecinin en doğru şekilde işletmede uygulanabilmesi için örgüt ve insan unsurunun dönüşümde etkisi fazladır. Bunlarla birlikte dijital dönüşüm farkındalığına sahip, dönüşümü destekleyen ve dönüşüme her zaman açık bakış açısında sahip örgüt yapıları Endüstri 4.0 dönüşümünün gerçekleşmesini sağlayacaklardır (Şener vd., 2022).

Endüstri 4.0 olgunluk modelinin yapısı, yedi tane Endüstri 4.0 boyutu ve otuz sekiz tane olgunluk ögesini içermektedir. Olgunluk modelinin temel hedef noktası gelişen Endüstri 4.0 teknolojileri yanı sıra organizasyonların kritik yönleridir. Modelin boyutları; Endüstri 4.0 dönüşümüne duyarlılık, İnsan ve kültür, Organizasyonel strateji, Değer zinciri ve süreçler, Akıllı imalat teknolojisi, Ürün ve hizmet odaklı teknoloji, Endüstri 4.0 tabanlı teknoloji.

Tablo 2.5 Endüstri 4.0 Olgunluk Değerlendirme Aracı Boyutları ve Kriterleri

Endüstri 4.0 Boyutu	Değerlendirme Kriterleri
İnsan ve Kültür	Liderlik Desteği Devamlı İyileştirme Çalışmaları Özel Uzmanlar Dijital Beceriler ve Yeterlilikler
Endüstri 4.0 Farkındalığı	Endüstri 4.0 Dönüşümünü Tanıma Dijital Dönüşüm Sürecine Duyarlı Olma Endüstri 4.0'ın Avantajları Endüstriye Hazırlık 4.0'a Uyum
Organizasyonel Strateji	Dijital Gelecek ve Yol Haritası Müşteri İletişimi İş Birliği Sıfır Kâğıt Kullanımı Hedefi Finansal Yatırım
Değer Zinciri ve Süreçler	Dikey Değer Zincirinin Dijitalleştirilmesi Gerçek Zamanlı İzleme ve Kontrol BT Desteği Olan Planlama ve Yönlendirme Dijital Üretim Araçları Yatay Değer Zincirinin Dijitalleşmesi
Akıllı Üretim Teknolojisi	Bağımsız ve İş Birliği Sağlayan Robotlar Gelişmiş Yazılım Sistemleri (ERP, MES vb.) Barkod ve QR Kod gibi Tanımlayıcılar Akıllı Sensörler ve Gömülü Sistemler İnsandan Makineye (H2M) ve Makineden İnsana (M2H) İletişim Tedarik için Geliştirilen Platformlar Müşteri Entegrasyonu için Platformlar

Tablo 2.5 (devamı)

Endüstri 4.0 Boyutu	Değerlendirme Kriterleri
Ürün ve Hizmet Odaklı Teknoloji	Üç Boyutlu Yazıcılar (3D) Mobil Cihazlar ve Giyilebilir Teknolojiler Blockchain Teknolojisi (BT) Akıllı Ürün
Endüstri 4.0 Tabanlı Teknoloji	Bulut Bilişim (CC) Nesnelerin İnterneti (IoT) Büyük Veri (BD) Simülasyon Araçları Yapay Zekâ (AI) Makine Öğrenme (ML) Derin Öğrenme (DL) Endüstriyel Siber Güvenlik (CS)

Kaynak: Wagire vd., 2020: 614'ten derlenmiştir.

Endüstri 4.0 olgunluk değerlendirme aracı boyutları ölçüm ögesi açıklamaları (Wagire vd., 2020: 614);

- **İnsan ve Kültür:** Dijital dönüşüm sürecinde liderlik desteği sağlanması. İşletmenin devamlı iyileştirme kültürünün Endüstri 4.0'ı benimsemesi. İşletme genelinde dijital dönüşümü teşvik edecek özel uzmanların olması. İşletmenin Endüstri 4.0'a uyum sağlayabilmesi için personelin dijital becerilere ve uygulamaları hedef alması.
- **Endüstri 4.0 Farkındalığı:** İşletmelerin Endüstri 4.0 kavramına yakınlığı. İşletmelerin Endüstri 4.0 süreciyle dijital dönüşümün etkilerine karşı farkındalığının olması. Endüstri 4.0'ın işletme verimi ve performansına ilişkin algının benimsenmesi. İşletmenin Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanmaya organizasyon yapısının hazır olduğuna ilişkin algı.
- **Organizasyonel Strateji:** Kuruluşların Endüstri 4.0'a yönelik dijital dönüşüm vizyonu ve yol haritası. Müşteri ihtiyaçlarına yönelik dijitalleşmiş ürün geliştirme ve üretim süreçlerine uyum sağlama yeteneği. İşletmenin Endüstri 4.0'a uyum sağlaması için dış paydaşlarla (danışmanlar, araştırmacılar, tedarikçiler) iş birliği çalışmaları yapması. Kuruluşun sıfır kâğıt hedefiyle veri toplama, verileri kontrol etme, analiz etme

ve değiştirme becerileri kazanması. İşletmenin Endüstri 4.0 dönüşüm teknolojilerine yatırım için bütçe ayırması.

- **Değer Zinciri ve Süreçler:** Dijital ürün geliştirme sürecinden üretim aşamasına kadar dijitalleşme seviyesi. İşletmenin üretimi gerçek zamanlı olarak takip etmesi ve müşteri taleplerindeki değişimlere etkin olarak cevap verme yeteneğidir. BT destekli planlama ve yönlendirme süreci seviyesi ile işletmenin satış tahminleri, üretim düzeyi, veri depolama ve analizi yapılmaktadır. İşletmenin üretim araçlarının dijitalleşme ölçüsü (Sensörler, Nesnelerin İnterneti, Dijital Takip ve Kontrol, Optimizasyon, Otomasyon). Müşteri siparişi, tedarikçi, üretim süreci ve lojistiğe kadar değer zincirinin dijital dönüşüm derecesini yansıtmaktadır.

- **Akıllı Üretim Teknolojisi:** İşletmede iş modellerini dijitalleştirmek için robot kullanımı. Bu sistemler otomatik olarak çalışır ve insanla uyumlu çalışmalarını sağlamaktadır. İşletme entegrasyon için dijital yazılım sistemlerinden faydalanmakta makine ve üretim kontrol, kurumsal yönetim seviyesinde karar alabilmek için organizasyon yapısından gerçek zamanlı geri bildirim almaktadır. İşletme tüm organizasyon yapısının takibi ve üretim süreçleri, depolama ve bakım gibi birçok farklı alanda konumlandırılması için tanımlayıcı sistemler hayata geçirmektedir. İşletme üretim aşamalarının dijitalleşmesi için makine ve üretim araçlarında akıllı sensörler kullanmaktadır. Kuruluş, üretimdeki ağ bağlantılı makinelerle insanlar aracılığıyla iletişim sağlayacaktır. İşletme organizasyon faaliyetleri, üretim süreçleri, tedarikçiler, lojistik ve stok durumları hakkında gerçek zamanlı iletişim içinde olmak için dijital platformlar sağlanıyor. Müşterilere, ürünlerinin üretim durumlarını takip etmeleri, ürün teslimat durumunu bilmeleri ver müşteri ihtiyaçlarına cevap verebilmeleri için dijital platformlar sağlanmaktadır.

- **Ürün ve Hizmet Odaklı Teknoloji:** İşletme tasarım aşamasında dijital araçlar kullanmaktadır. Ürün geliştirme döngüsünde hataları görselleştirerek geliştirmek için “Tedarik zincirinde ve üretim aşamalarında geri dönüşü hızlandırmak için personellere akıllı gözlükler verilerek verimliliğin ve performansın artması” sağlanmaktadır. Üretimin bazı noktalarında üründe soyutlaştırmasından, imalat ve satışa kadar 3D teknolojisi kullanılmaktadır. Örneğin; ürün tasarım sürecinde prototipleme, satış sonrasında oluşabilecek hatalarda hızlı yedek parça temini. İşletmeler mobil cihazlar ve gerçek zamanlı entegrasyon sağlayabilmek için giyilebilir cihazlar kullanmaktadır. Kuruluş, etkin ve yüksek performans için BT’yi kullanıyor. Örneğin; ürünlerin imalat

aşamasından tedarikçiye kadar izlenmesi bu şeffaf tedarik zinciri anlayışıyla yapılması. Satın alınmış siparişleri kontrol etmek ve tedarik zincirinin güvenilirliğini artırmaktadır. Siparişlerin otomatik verilmesi ve kabul edilmesini sağlayan akıllı sözleşmeler (Ürün teslimatı, Faturalar). İşletme, dijital ürünlerin dış ortamı algılamasını sağlayan akıllı sensörler ürünlere entegre edilerek dijital ürünler geliştirilmektedir.

- **Endüstri 4.0 Tabanlı Teknoloji:** İşletme kaynaklarına (üretim ekipmanları, robot, veri, yazılım ve belge) uzaktan gerçek zamanlı olarak bağlanmak ve paylaşmak için bulut bilişim teknolojisinden yararlanmaktadır. Veriler bulut bilişim ağında depolanıyor. İşletmelerin iletişim teknolojileri mevcuttur ve makineler, robotlar, yazılımlar ve insanlar arasında iletişim ve ağ oluştururlar. Fiziksel ürünler internete bağlanarak akıllı ürünler haline dönüşmesi yeteneğine sahiptirler. Web tabanlı teknolojiler aracılığıyla işletmeler ürün ve hizmet sağlayarak diğer kullanıcıların ve işletme yapısının yeni katma değer hizmetlerini oluşturmasına destek olur. İşletme, imalat verimliliğini artırmak ve tahmine dayalı veri sistemiyle hataları en aza indirmek için somut nesnelerden elde edilen verileri etkin olarak toplama, depolama ve işleme yeteneği vardır. İşletmeler, ürünlerin ve hizmetlerin kişiselleştirilmesi ve üretim verimliliğinin artması için yapay zekâ gibi bilişsel teknolojilerden faydalanmaktadır. İşletme, BT ve veri güvenliği için oluşabilecek tehdit nedeniyle şifreleme, kimlik tarama ve yetki verme gibi güvenlik önlemlerini benimsemektedir.

Endüstri 4.0 olgunluk değerlendirme aracı olgunluk seviyeleri (Wagire vd., 2020: 616);

- **Seviye 1: (Yabancı)** Bu seviyedeki işletmeler Endüstri 4.0 farkındalığına sahip değil ve Endüstri 4.0'ın gerçekleşmesine yönelik faaliyetleri bulunmamaktadır.

- **Seviye 2: (Dijital Acemi)** Dijital acemi seviyesinde olan işletmeler Endüstri 4.0'ı farkındalığı geliştirmekte ancak dijital dönüşümü uygulayacak teknolojik alt yapıya sahip değildir.

- **Seviye 3: (Deneyimli)** Bu seviyede işletmeler Endüstri 4.0 duyarlılığına sahip ve Endüstri 4.0 teknolojilerini uygulayacak teknolojik alt yapısı vardır.

- **Seviye 4: (Uzman)** Uzman seviyesindeki işletmelerin Endüstri 4.0 farkındalığı yüksek ve Endüstri 4.0 teknolojilerini en doğru şekilde işletme bünyesine entegre etmiştir.

2.5.6. Endüstri 4.0 Stratejisi İçin Olgunluk ve Hazırlık Modeli (Maturity and Readiness Model for Industry 4.0 Strategy)

Endüstri 4.0 stratejisi için olgunluk ve hazırlık modeli hazırlanırken mevcuttaki Endüstri 4.0 olgunluk modellerinin karşılaştırılması yapılarak yeni bir olgunluk modeli geliştirilmiştir. Endüstri 4.0 dönüşümünün farklı analizlerini kolaylaştırmak için geliştirilen bu model üç boyutta (Akıllı ürünler ve hizmetler, Akıllı iş süreçleri, Strateji ve Organizasyon) gruplandırılmış ve toplam on üç tane alt boyutla ilişkilendirilmiştir. Bu model iş süreçlerini Endüstri 4.0 teknolojileri doğrultusunda dönüştürmek isteyen işletmeler için hazırlanmıştır. Firmaların organizasyon yapılarını, iş süreçlerini ve ürünlerini analiz etmelerine, Endüstri 4.0 farkındalık ve olgunluk seviyelerini ölçmelerine yardımcı olacaktır. Bu olgunluk modelinin uygulanabilmesi ve firmaların Endüstri 4.0 olgunluğunu yakalayabilmesi için birçok Endüstri 4.0 ilkelerine ve ilgili teknolojik sistemlere sahip olması gerekmektedir (Akdil vd., 2018: 68).

Tablo 2.6 Endüstri 4.0 Stratejisi İçin Olgunluk ve Hazırlık Modeli Boyutları, Alt Boyutları ve İlgili Alanları

Boyut	Alt Boyut	İlgi Alanları
Akıllı Ürün ve Hizmet	-	Akıllı ürünler ve hizmetler
Akıllı İş Süreçleri	Akıllı üretim ve operasyonlar	İmalat, satın alma, lojistik Ar-GE ürün geliştirme
	Akıllı pazarlama ve satış operasyonu	Satış sonrası servis Fiyatlandırma Satış ve dağıtım ağlar
	Destekleyici Süreçler	İnsan kaynakları Bilişim Teknolojileri Akıllı Finans
Strateji ve Organizasyon	-	İş modelleri Stratejik ortaklıklar Teknoloji yatırımları Liderlik

Kaynak: Akdil vd., 2018: 69

Endüstri 4.0 Stratejisi İçin Olgunluk Modeli ile ilgili üç temel boyutu açıklanmıştır (Akdil vd., 2018: 70);

- **Akıllı Ürünler ve Hizmetler:** Akıllı ürünler sayesinde veri toplama, depolama ve işleme yapılabilir. Ayrıca ürünlerin özellikleri ve durumları hakkında bilgi sağlanmaktadır. Akıllı ürünlerden veri toplama ve yorumlama avantajı elde edilmektedir. Bu boyut, akıllı ürün verilerinin kazandırdığı hizmetleri belirlemek için oluşturulmuştur.

- **Akıllı İş Süreçleri:** İşletmelerin Endüstri 4.0 prensiplerine ve teşvik edici dijital teknolojileriyle (3D, Bulut Bilişim, IoT) olgunluk düzeylerinin tespitine yönelik işlevsel süreçleri kapsayan bir boyut hazırlanmıştır.

- **Strateji ve Organizasyon:** Strateji ve Organizasyon boyutu Endüstri 4.0 için girdi olarak kabul görülebilir. Endüstri 4.0'a uyum sağlamış yeni iş modellerinin oluşturulması veya mevcut modellerin dönüştürülmesi bu boyutta gerçekleşecektir. Yeni akıllı ve dijital ürünlerin, veri odaklı işlerin ve akıllı iş süreçlerinin geliştirilmesine imkân sağlanacaktır. Bu dijitalle uygun iş modellerinin gerçekleşmesi stratejik ortaklarla iş birliklerine, organizasyonel sisteme ve dijital kültür liderliğine dayanmaktadır. Endüstri 4.0 Stratejisi İçin Hazırlık Modeli olgunluk seviyeleri (Akdil vd., 2018: 72);

- **Seviye 0: (Devamsızlık)** Bu seviyedeki işletmeler Endüstri 4.0 dönüşüm yetenekleri ve gerekliliklerinden hiçbirini karşılayamaz.

- **Seviye 1: (Varlık)** İşletmenin bazı bölümlerinde örnek dijital proje girişimlerinin olduğu seviyedir. İşletme ürünler tasarlamakta ancak akıllı, dijital ürün olma özelliğine sahip değildir. Endüstri 4.0'ı hayata geçirebilmek için veri depolama ve toplama seviyeleri yeterli değildir. Dijital teknolojiler tüm organizasyon yapısında uygulanamaz. Teknolojik alt yapı ve üretim ekipmanlarının dijital hazırlığı oldukça zayıftır. Yönetişim Endüstri 4.0 dönüşümünü birkaç farklı alanda yatırımla uygulama hedefi vardır. Dijital iş modellerinin oluşturulması veya mevcut iş modellerinin dönüştürülmesi için organizasyon alt yapısı hazır değil.

- **Seviye 2: (Hayatta Kalma)** İşletmenin ürünlerini gerçek zamanlı veri takibi ile kontrol edebildiği olgunluk düzeyidir. Veri kaynaklı hizmetler sınırlıdır. Yönetim, Endüstri 4.0 teknolojilerine yönelik stratejiler geliştiriyor ve birçok organizasyon yapısına yatırım yapmakta. İşletme, yeni dijital iş modellerine açık bu konuda araştırmacılar ve diğer işletmelerle iş birlikleri kuruyor. Endüstri 4.0 teknolojileri

doğrultusunda geliştirilen projelere işletme organizasyon yapısı uygun olup yeni dijital iş süreçleri geliştirilmektedir.

- **Seviye 3: (Olgunluk)** İşletmedeki ürünler “akıllı ürün” olarak tanımlanmaktadır. Veriye bağlı hizmetler en üst seviyede sağlanır. İşletmenin olgunluk seviyesinde veri toplama, depolama, paylaşma ve kullanımı oldukça yüksektir. Dijital teknolojiler sayesinde tüm süreçler merkeze bağlı olmayan bir sisteme sahip ve birlikte çalışabilirlik prensibi işletme organizasyon yapısında uygulanmaktadır. Liderlik desteği sunan ekip Endüstri 4.0 farkındalığı yüksek ve tüm departmanlara yatırım yapmaktadır. İşletmenin organizasyon yapısı dijital dönüşümleri uygulamaya uygundur. İşletme içinde ve dışında uzmanlar, araştırmacılar, tedarikçiler ve dijital teknoloji sağlayanlarla iş birliği sağlanarak ortaklıklar kurulmaktadır. Dijital dönüşüme uğramış iş modelleriyle organizasyonun mevcut iş modelleri entegre edilmektedir. Tüm bu gelişmeler neticesinde işletme büyük gelirler elde etmektedir.

2.5.7. Forrester Dijital Olgunluk Modeli 4.0

Dijital Olgunluk Modeli 5.0, ilk olarak 2007 yılında dijital dönüşüm gelişmişlik durumlarını belirlemek ve dönüşüme yönelik bir yol haritası hazırlamak için öz değerlendirmeler olarak oluşturulmuştur. Günümüze kadar dijital dönüşüm farkındalığı ve uygulamalarını geliştirmek için sürekli olarak model yenilenmektedir. İşletmelerin, dijital olgunluk düzeylerinin belirlenmesi ve analiz edilmesi için hazırlanan detaylı bir modeldir. Dijitalleşme seviyelerini ölçen ve dönüşüm için bir yol haritası hazırlamak isteyen işletmeler için oldukça faydalı bir modeldir. Forrester modeli dört boyuttan (Teknoloji, İçgörü, Organizasyon, Kültür) ve dört olgunluk seviyesinden (Şüpheciler, Benimseyiciler, İş Birlikçiler, Farklılaştırıcılar) oluşmaktadır (VanBoskirk vd., 2017).

Tablo 2.7 Forrester Dijital Olgunluk Modeli 4.0 Boyutları

Kültür	İşletmenin dijital dönüşüm yeniliğine yaklaşımı ve tüm çalışanların dijital teknolojilere nasıl değer kazandırdığı
Teknoloji	Hızla gelişen dijital dönüşüm teknolojisini işletmenin kullanması ve benimsemesi.
İçgörü	Bir şirketin dijitalleşme başarısını ölçmek ve dönüşüm stratejisini çizmek için müşteri ve toplanan verileri ne ölçüde verimli kullanabildiği.
Organizasyon	Şirketin dijital dönüşüm stratejisini, yönetimini ve dijital teknolojileri uygulamayı desteklemek ve liderlik etme konusunda ne kadar etkin olduğu.

Kaynak: VanBoskirk vd., 2017.

Tablo 2.8 Forrester Dijital Olgunluk Modeli 5.0 Olgunluk Seviyeleri

Şüpheciler	Dijital dönüşüm inovasyonunda sınırlı ve dijital teknoloji uygulamalarına sahip değiller. Net olmayan dijitalleşme stratejileri vardır.
Benimseyiciler	Şüphecilere göre daha etkin dijitalleşme stratejisine sahip ancak sınırlı yazılım teknoloji bütçeleri vardır. İşletme içinde sağlanamayan dijitalleşme hizmetleri dışardan karşılanıyor.
İş Birlikçiler	Bu seviyedeki işletmeler dijitalleşme uygulamaları için işletme içinde ve dışında iş birliği yapmaya yatkındırlar. İşletme organizasyonunda dijital verileri etkin kullanan, çalışanların dönüşüm odaklı bakış açısı ve dijitalleşme farkındalığı yüksek stratejiye sahiptirler.
Farklılaştırıcılar	Farklılaştırıcılar yüksek dijitalleşme inovasyonuna sahiptirler. Gerçek zamanlı veri toplama, dijital yenilik ve müşteri deneyimini geliştirmek için dijital dönüşümü aktif olarak uygularlar.

Kaynak: VanBoskirk vd., 2017.

Forrester Dijital Olgunluk Modeli, işletmelerin genel olarak dijital dönüşüm sürecine hazırlık durumlarını ölçmelerini sağlamak için hazırlanmıştır. Olgunluk modeli işletmenin özelliklerine bakılmaksızın dijitalleşmede olgun organizasyonu tanımlayan temel becerileri, algıları ve yetkinlikleri değerlendirmektedir.

2.5.8. Dijital Kobim (Dijital Beceri Testi) Olgunluk Modeli

Dijital Kobim modeli KOBİ'lerin dijital dönüşüm süreçlerini desteklemek için web platformu şeklinde hazırlanmıştır. İşletmelerin ihtiyaçları doğrultusunda göre platformda hazırlanan modelin hizmet alanları hızla artan dijital dönüşümde farkındalık bilinci sağlama, planlama ve uygulama sürecinde KOBİ'lere fayda sağlamayı hedeflemektedir (Dijital Kobim, 2022).

Dijital Kobim modeli, “KOBİ'lerin Dijitalleştirilmesi için Eşleşme (Twinning for Digitalization / T4D)” projesi kapsamında hazırlanmıştır. Bu model, “Türkiye-AB İş Diyalogu Programı (TEBD)” projesinden alınan yardım fonu ile Paris Ticaret Sanayi Odası ile iş birliği yapan İstanbul Ticaret Odası (İTO) tarafından yürütülmektedir. Proje stratejisi, dijital dönüşüm ağının sağlanması ve bunun yanında İstanbul Ticaret Odası'nın dijital dönüşüm sürecinde kapasitesinin artırılması için ortak bir bakış açısı sağlayan kurumlar arası iş birliği anlayışına dayanmaktadır (Dijital Kobim, 2022).

Dijital Kobim modeli sayesinde; dijital dönüşüm hakkında katılımcıların kapsamlı bilgi sahibi olmasının sağlanması, dijitalleşme uygulamaları için bir yol haritasının oluşturulması ve dijital dönüşüm yetkinliklerinin kazandırılması, firmalarda dijital dönüşümün örnek uygulamaları ile yatay ve dikey yapılanma göz önüne alınarak dijitalleşme planlarının belirlenmesine yönelik beceri ve bilgi seviyesinin artırılması, sektörlerden ve ölçekten bağımsız olarak tüm katılımcıların uygulayabilecekleri dijital dönüşüm hedefleri planlarının tasarlanabilmesi için gerekli olan araçları kullanabilmek için yetkinliklerinin artırılmasına imkan sağlamaktadır.

Dijital Olgunluk Değerlendirmesi, on farklı boyutta dijitalleşme seviyesini ölçmeyi amaçlar ve işletmeler hedeflerindeki dijitalleşme seviyesine ne ölçüde yakınlıkta olduklarını görürler. Bu boyutlar sırayla (Dijital Kobim, 2022);

- **Müşteri Tecrübesi:** İşletmelerin müşteri ihtiyaçlarına yönelik dijital dönüşüm doğrultusunda yaptıkları ve yapacakları stratejik çalışmaları ifade etmektedir.
- **Veri-Öngörü Analizi:** İşletmelerin gelişmesi için performansını ve geleceğe yönelik hedeflerini belirlemek için depolanan ve kullanılan verileri analiz etmekte dijitalleşme seviyesini inceler.
- **Strateji ve Liderlik:** İşletmelerin dijital dönüşüm süreçlerini nasıl yönettikleri, dijital dönüşüm farkındalığının ne seviyede olduğu, dijital dönüşüm stratejisinin

varlığına odaklanır. Bunların yanında dijitalleşme stratejilerinin işletme organizasyonunda hangi bölümün yönettiği ve nasıl finanse edildiği önemlidir.

- **Teknoloji:** İşletmelerin dijital dönüşüm stratejilerini gerçekleştirmelerinde uygulayacakları teknolojik alt yapılarının seviyelerini içermektedir.
- **Operasyonlar:** İşletmelerin operasyonlarını geliştirmek için dijitalleşme çalışmalarını içerir.
- **Kültür ve İnsan:** Firmaların dijitalleşebilmesi için tüm çalışanların bu dönüşümün parçası haline getirilmesi ve insan kaynağı kapasitesinin bu dönüşüm doğrultusunda genişletilmesidir.
- **Organizasyon:** İşletmelerin dijital dönüşüm teknolojilerine karşı benimseme durumuna odaklanır. Ayrıca organizasyon içerisinde iletişim sağlanmasında dijitalleşme seviyesine işaret etmektedir.
- **Pazarlama:** Firmaların ürün ve hizmet pazarlama yöntemlerinin ne ölçüde dijitalleştiğine odaklanır.
- **Siber Güvenlik:** Dijital dönüşüm teknolojilerinde olan siber güvenlik alanında aldıkları önlemlere odaklanır.
- **Marka Yönetimi:** Dijital dönüşüm teknolojilerinin işletmelerin veya ürün markasının bilinirliği ve güvenliği açısından nasıl kullanıldığıyla ilgilenir

Dijital Kobim olgunluk modeli, dijitalkobim.com web ara yüzünden kayıt oluşturan işletmeler “Dijital Beceri Testi” adıyla hazırlanan ankete katılarak toplanan veriler değerlendirildikten sonra dijital olgunluk seviyeleri belirlenen on boyuta dayanmaktadır. Web ara yüzüne katılımcılar kayıt yaptırarak dijital beceri testi anketine ulaşabilmektedir. Ankette yer alan yirmi dokuz soru katılımcılar tarafından cevaplanmakta ve dijital olgunluk seviyesi puanı yazılımsal olarak hesaplanmaktadır. Seviye belirlendikten sonra yeterli puana ulaşamayan alt boyutlarla ilgili işletmelere dijitalleşmeye yönelik tavsiyeler verilmekte ve konuyla ilgili uzmanlara yönlendirme yapılmaktadır.

Anket soruları kapsamında e-ticaret faaliyetleri, elektronik fatura kullanımı, müşteri ilişkileri, satış ağları, online çalışma alanları ve envanter yönetimi gibi alanlarda dijital dönüşüm teknolojilerinin uygulanıp uygulanmadığı yer almaktadır. Bunların yanında web sitesi ve sosyal medya hesaplarının etkin kullanımına ilişkin sorular ek olarak, dijital dönüşüm teknolojik trendlerinin farkındalığı gibi katılımcıların bakış açılarına göre değişkenlik gösteren sorulara da yer verilmektedir.

2.5.9. ACATECH Endüstri 4.0 Olgunluk Endeksi

ACATECH Endüstri 4.0 Olgunluk Endeksi “National Academy of Science and Engineering (Alman Ulusal Bilim ve Mühendislik Akademisi)” tarafından yürütülen model işletmelerin dijital dönüşüm süreçlerini desteklemek için geliştirilmiştir (Schuh, vd., 2017:13).

ACATECH modeli, işletmelerin dijital dönüşümde mevcut durumlarında hangi aşamada olduklarını belirlemelerine imkân tanımamaktadır. Üretim firmalarını teknolojik, kültürel ve organizasyonel açıdan değerlendirmektedir. Endüstri 4.0 dönüşümü her işletme için farklı bir süreç olacaktır. Bu sebeple her işletmenin mevcut teknolojik alt yapısını ve dönüşüm hedeflerini belirleyerek bu sürece dahil olmak için adımlar atılmalıdır. Modelde işletmenin mevcut dijitalleşme stratejilerinin neler olduğuna ve gelecek planlarında hangi teknolojilerin ve sistemlerin uygulanabilir durumda olacağına yönelik sorular vardır. Endüstri 4.0 dönüşümünün tam anlamıyla başarıyla uygulanabilmesi için işletmelerin sürekli elde etmesi gereken yetenekler vardır. Başarılı dönüşümler aşamalar halinde gerçekleşir. Bu nedenle işletmelerin dönüşüm sürecinde elde edeceği kazanımlar, öncelikler ve iş hedefleri stratejik bir karar doğrultusunda olmalıdır. Bu yaklaşımlar, tüm sektörler için dijital dönüşüm yol haritasının oluşturulması ile sonuçlanacaktır. Yol haritası ise sektörlerin dijital dönüşüm stratejilerini belirlemeleri ile yardımcı olacaktır (Zeller vd., 2018: 107).

Endüstri 4.0 Olgunluk Endeksi, altı gelişim aşamasından oluşmakta ve her aşama diğerinin üzerine inşa edilmektedir. En son aşamaya ulaşmak için dijital yetenekleri ve sonucunda işletmeye sağladığı kazanımlar açıklanır. Dijital yeteneklerin aşamalar halinde oluşturulması önemli ve dönüşüm sürecine aşamalı olarak katılan işletmeler en iyi dengeyi sağlayan gelişim modeline ulaşacaklardır. Günümüzde işletmeler Endüstri 4.0’ın temel gereksinimlerini karşılamakta güçlük çekmektedirler. Bu sebeple gelişimin yolu dijital dönüşümle başlıyor. Dijitalleşmenin başlangıç noktaları bilgisayarlaştırma ve bağlantı bu iki başlangıç noktalarını dört aşama takip etmektedir. Endüstri 4.0 için altı geliştirme stratejisi (Schuh vd., 2017:16);

1. Bilgisayarlaştırma: Dönüşüm yolunda ilk aşama bilgisayarlaştırma dijitalleşmenin temelini oluşturur. Bu ilk aşamada birbirinden bağımsız halde farklı bilişim teknolojileri kullanılır. Birçok işletmede bilgisayarlaşma ileri seviyede ve tekrarlanan görevleri daha verimli şekilde gerçekleştirmek için kullanılmaktadır. Bunların yanı sıra makinelerin çıktısı olan her türlü verinin depolanması ve toplanması bu aşamanın temel unsurunu oluşturmaktadır. Bilgisayarlaşma firmalar için ucuz üretim

ile daha yüksek performansa ulaşılmasını ve yüksek standartlarda üretim yapılmasını sağlamaktadır.

2. Bağlanabilirlik: Bağlantı aşamasında, bilgi teknolojilerinin dağıtım sistemi yerini bağlantılı bileşenler alacaktır. Yaygın kullanılan iş faaliyetlerinin tümü birbirlerine bağlıdır ve işletmenin temel iş süreçlerini gösterir. Operasyonel Teknolojilerinin henüz tam entegrasyonu sağlanamamış olsa da bazı bölümleri bağlantı ve birlikte çalışabilirlik sağlar. Bağlanabilirlik, bilgisayarları internete bağlama ve yapılandırma ile ilgili olan bağlantı sağlama stratejisi ile veri işleme sistemlerini temel alıp iş modellerini desteklemektedir.

3. Görülebilirlik: Bu aşama sensörleri ifade etmektedir. Sensörler aracılığıyla işlemlerin veri noktalarıyla yakalanmalarını sağlar. Ağ teknolojisi fiyatları olayların ve durumların yalnızca üretim gibi bireysel alanlar yerine tüm işletme genelinde gerçek zamanlı olarak kaydedilir. Görülebilirlik aşaması işletmenin dijital destekleyicisi gölgesidir. Dijital gölge işletmenin herhangi bir alanda ne durumda olduğunu göstermeye yardımcı olabilir. Bu durumda yönetim gerçek verilere dayalı karar alacaktır.

4. Şeffaflık: Görülebilirlik aşamasının yorumlanması ve birleştirilmesi ile oluşan aşama şeffaflık stratejisi olarak ifade edilmektedir. Mevcutta gerçek zamanlı elde edilen verilerin ve bu depolanan verilerden oluşan hataların sebebinin araştırıldığı stratejidir. Şeffaflık stratejisi ile makine ve ekipman durum analizi yapılabilir. Kaydedilen veriler, makine ve ekipman durumunu yansıtan karmaşık olaylar daha sonra üretilmek için depolanan bağımlılıklar içindir.

5. Tahmini Kapasite: Şeffaflık aşamasını temel alan sonra geliştirilen aşama tahmin kapasite aşamasıdır. Bu aşamaya ulaşan işletmeler gelecekteki farklı senaryoları tahmin edebilir ve olabilecek durumlara karşı önlem alabilir. Gerçekleşebilecek senaryoları belirlemek için dijital gölgenin geleceğe yansıtılmasını ifade eder. Bu noktada işletmeler gelecekteki durumları önceden tahmin edip karar alabilir ve önlemleri zamanında belirleyebilirler.

6. Uyum Yeteneği: Tahmin kapasitesi karar verme ve eylemler için organizasyonda temel bir gerekliliktir. Uyum sağlama aşaması ise, kararların karmaşıklığı ve maliyet fayda oranına bağlıdır. Uyum yeteneğinin temel amacı, işletmenin en kısa ve en uygun zamanda en doğru sonuçların verileceği kararların alınmasıdır. Gelişecek herhangi olumsuz durumda önlem alabilmek adına müdahale

edilmesi. Sonuç olarak insan eli değmeden dijital gölgedeki verileri kullanabildiği ölçüde başarı sağlanmış olacaktır.

ACATECH Endüstri 4.0 Olgunluk Endeksi, dört boyuttan oluşan dijital dönüşüm planı içermektedir. Boyutlar; Örgüt Kültürü, Kaynaklar, Bilgi Sistemleri ve Organizasyon Yapısı şeklinde belirlenmiştir.

Tablo 2.9 ACATECH Endüstri 4.0 Olgunluk Endeksi Boyutları

Kaynaklar	Kaynaklar boyutu makine bağlantısını ele alır. Farklı makinelerin tek bir sistem halinde dijital olarak bağlanma şeklidir.
Bilgi Sistemleri	Verilerin sensörler aracılığıyla toplanması, analiz edilmesi ve sunulması.
Organizasyon Yapısı	Dijital dönüşümün sağlanabilmesi için işletmenin farklı bölümlerinin iş birliği halinde olması önemlidir.
Örgüt Kültürü	Endüstri 4.0 sürecine katılan işletmelerin gelecekteki iş faaliyetlerini nasıl yapmalarını istediklerine ve çalışanların hangi dönüşüm becerilerine sahip olmaları gerektiğini belirlemeleri gerektiğini ifade etmektedir.

Kaynak: Schuh vd., 2017: 20'den derlenmiştir.

Tablo 2.10 ACATECH Endüstri 4.0 Olgunluk Endeksi Boyutları ve Alt Boyutları

ACATECH Endüstri 4.0 Olgunluk Endeksi			
KAYNAKLAR	BİLGİ SİSTEMİ	ORGANİZASYON YAPISI	KÜLTÜR
• Dijital Yetenek Dijital yeterlilik Sensörler aracılığıyla veri toplama Verilerin otonom analizi • Yapısal İletişim Etkili iletişim Arayüz tasarımı	• Kendi Kendine Öğrenen Bilgi İşleme Otomatik veri analizi İlişkili veri girişi Kullanıcı arayüzü Esnek BT alt yapısı • Bilgi Sistemi Entegrasyonu Bilgi sistemlerinin yatay ve dikey entegrasyonu Veri yönetimi BT güvenliği	• İç Organizasyon Karar alma yönetimi Çevik yönetim Esnek topluluk Motivasyon sistemi • Dinamik İş Birliği Değer zincirinde iş birliği Müşteri avantajları sağlama	• Değişime İsteklilik İnovasyona açıklık Veriye dayalı öğrenme ve karar verme Devamlı mesleki gelişim Hataların tanımlanması Değişimi şekillendirme • Sosyal İş birliği Açık iletişim Adil liderlik Bilgi Sistemlerine güven

Kaynak: Schuh vd., 2020: 23'den derlenmiştir.

2.5.10. 360 Dijital Olgunluk Modeli (360 DMA)

Colli vd. (2018), tarafından üretim yapan işletmeler esas alınarak dijital olgunluk seviyesi belirleme modeli olan (360 DMA) Dijital Olgunluk Değerlendirmesi hazırlanmıştır. Bu olgunluk modeli Danimarka imalat firması aracılığıyla uzmanlar tarafından tespit edilmiştir. 360DMA modeli, (ACATECH) Endüstri 4.0 Olgunluk Endeksi başta olmak üzere birçok farklı dijital olgunluk modelini dikkate alınarak oluşturulmuştur.

Dijital olgunluk modeline göre, bir işletmenin dijital dönüşüm seviyesini belirlemek için altı temel dijital olgunluk aşaması vardır (Colli vd., 2018);

- 1.Aşama **Yok:** İşletme organizasyonunda dijital veri, dijital dönüşüm planı ve stratejisi yok.

- 2.Aşama **Temel**: Bu aşamada dijital veriler üretilir. Üretim zincirindeki makineler süreçlerle ilgili dijital veriler üretir. Dijital süreçler çalışır dijital veriler üretmektedir. Yönetim dijitalleşmeye isteklidir.
- 3.Aşama **Şeffaf**: Yönetim açısından bir dijital dönüşüm planı vardır. Veriler akış ihtiyaçları sırasına göre uygun şekilde toplanır, depolanır ve paylaşılır.
- 4.Aşama **Farkındalık**: Standartlara göre aktarılmış ve tasarlanmış veriler değerli bilgilerin elde edilmesi için analiz edilmektedir. Veriler, iş faaliyetlerini anlamak adına önemli bilgileri belirleyebilmek için analiz edilir. Hata verileri, makine kesinti süresi ve ürün numaraları örnek olarak verilebilir.
- 5.Aşama **Otonom**: Karar verme otomatik olarak gerçekleştirilir. Otomatik eşleşmiş verilere dayalı müşteri ve tedarikçilerden iletişimle karar verme gerçekleşir. Örneğin lojistik üretim durumuna, müşteri siparişlerine ve konumuna göre otomatik olarak gerçekleşmektedir.
- 6.Aşama **Entegre**: Son aşamada karar verme gerçekleştirilmektedir.

Tüm işletme organizasyonunda otomatik olarak uyarlanmış verilere dayalı olarak bağımsız şekilde karar verme gerçekleştirilir. Dijital dönüşüm geliştirmesi, kuruluşun tüm bağlantı ağındaki ve tüm seviyelerdeki köklü bir uygulamasıdır.

Dijital olgunluk modeli, dijital yetenekleri belirlemek için beş alanda dijital boyutlar gruplandırılmıştır. Model bu boyutların belirlenmesi ile oluşmaktadır. Dijital olgunluk boyutları sıralanmıştır (Colli vd., 2018: 1349);

1. **Yönetişim**: İşletmenin organizasyonel düzeyde mevcut durumunu göstermektedir. (Strateji ve plan, Kaynaklar, Dijital Farkındalık)
2. **Teknoloji**: Dijital verilerin üretilmesi, uygulanması ve işlenmesi. İşletmede dijital veriler üretmek ve depolamak. (Bulut Bilişim, Artırılmış ve Sanal Gerçeklik Araçları, Büyük Veri Analitiği)
3. **Bağlantı**: Organizasyon içinde ve dışında veri iletişimi için gerekli olan alt yapı araçlarının kullanılabilirliği. (BT Güvenliği, Veri Paylaşım Yetenekleri)
4. **Değer Yaratma**: Değer elde etmek üretmek ve kullanmak için modeller. Mevcut verilerden değer yaratma yeteneği. (Tahmini etkinleştirmek için ürün kullanımını izleme, bakım ve ürün tasarımını sağlamak, Ödeme ve tasarruf ödeme iş modeli)

5. Yeterlilik: Dijital dönüşüm sürecini anlayabilmek için gereken bakış açısı ve beceriler. Dijital dönüşümü gerçekleştirebilmek ve birlikte çalışabilirlik için dijital çözümler. (Dijitalleşme Yeterliliği, Eğitim ve Öğrenme Kültürü)

2.5.11. Endüstri 4.0: Dijital İşletmeyi İnşa Etmek (Industry 4.0: Building The Digital Enterprise)

Dijital İşletmeyi İnşa Etme modeli, PwC (Price Water-house Coopers) Londra merkezli şirket tarafından hazırlanan Endüstri 4.0'ı uygulamaya yöneliktir. Model Endüstri 4.0 becerilerinin kilit noktası olan “dijitalleşme” stratejilerini dikkate almaktadır. Bu olgunluk modeli yedi dijital boyut ve dört olgunluk seviyesinden oluşmaktadır (Geissbauer, vd., 2016).

PwC Dijital Olgunluk modelinde, olgunluk seviyeleri ölçümü online olarak yapılmaktadır. Yedi boyut için toplamda otuz üç soru hazırlanmıştır. Bu sorular dijitalleşme seviyelerini belirlemek için ve katılımcıları sınıflandırmak için alanlardan (yıllık gelir, faaliyet, bölge ve ülke) oluşmaktadır. Hazırlanan ankette her soru için beş puanlık likert ölçeği uygulanmaktadır. Model yedi boyuttan (Dijital İş Modelleri, Pazar ve Müşteri Erişimi, Değer Zinciri, Süreçler, Veri ve Analitik, BT Mimarisi, Uygunluk, Yasal Risk, Güvenlik ve Vergi, Organizasyon ve Dijital Kültür) ve dört olgunluk seviyesinden (Dijital Acemi, Dikey İşbirlikçi, Yatay İşbirlikçi, Dijital Şampiyon) oluşmaktadır.

Dijital işletme oluşturma modeline göre, işletmelerin dijital dönüşüm süreçlerine liderlik etmek için PwC tarafından “Dijital Başarı Planı” hazırlanmıştır. Bu altı aşama sırayla (Bellantuono vd., 2021: 17);

1. Endüstri 4.0 Strateji Haritasının Oluşturulması. Tam anlamıyla dijital işletme olmak için dönüşüm yolunda Endüstri 4.0 stratejisi her adımı geliştirecektir. İlk olarak işletmelerin dijital olgunluk seviyelerini değerlendirmeleri gerekmekte ve dijital dönüşüm kapsamında güçlü ve zayıf yönleri analiz etmelidirler. Bu sebeple, PwC olgunluğu modeli dijitalleşmeye bir araç sağlar ve dönüşüm sürecini hızlandırmaya yardımcı olur. Bu noktada dijitalleşme stratejisine sahip güçlü liderlik yönetimin tüm paydaşları için değişim doğrultusunda yönlendirmesi önemlidir.

2. Başlangıç Örnek Proje Oluşturma. Pilot projelerin tasarlanması ve uygulanması dönüşüm açısından önemli bir gelişmedir. Bu aşamada iş modelleri arasında iş birliğinde ekipler oluşturulması dijital dönüşüm sürecinde oluşacak zorlukların üstesinden gelmenin yoludur. Bu ekiplerin standartları ve alt yapıyı

değiştirmeleri henüz tam olarak mümkün değil ř̇şletmelerin dijital teknolojilerle ř̇ birliği sağlaması ile mümkün olacaktır.

3. İhtiyaç Doğrultusunda Yetenek Belirleme. İkinci aşamadan pilot projelerden alınan veriler doğrultusunda, ř̇şletmelerin yeni dijitalleşen ř̇ modellerini sağlayabilmek için gerekli olan yetenekleri ayrıntılı olarak haritalandırması gerekmektedir. Endüstri 4.0 dönüşümünün başarısı dijital yeteneklere ve bilgiye dayalıdır. Bu nedenle ř̇şletmelerin dijital dönüşümü hayata geçirebilmeleri için yeni çalışanları ve mevcut çalışanları dijitalleşme konusunda eğitmeli aynı zamanda veri analitiği bilimcilerini ve dijital inovasyon yöneticilerini ř̇irket bünyesinde çalıştırmalıdır.

4. Veri Analitiğinde Uzmanlaşma. Etkili veri analitiğinin tanımlanması ve geliştirilmesi doğru verilerin toplanması, depolanması ve dağıtımını sağlayan strateji amaçlarının belirlenmesi etkin olarak analiz edilmesi Endüstri 4.0 dönüşümünde karar verme açısından oldukça önemlidir.

5. Dijitalleşmiş Bir İşletmeye Dönüşün. İşletmede dijital kültür ve tam anlamıyla dijital dönüşüm ortamı sağlanması ancak ř̇şletmenin liderlik yapısının dijitalleşmeye yer vermesiyle mümkün olacaktır.

6. Bir Ekosistem Yaklaşımını Aktif Planla. İşletmenin başarılı şekilde dönüşüm açısından iyileştirilmesi yönetimin dijital teknolojileri işletmeye entegre etmesiyle gerçekleşecektir. Tüketici ihtiyaçları doğrultusunda veri ve bilgi sağlamak amacıyla değer zinciri, ortaklar ve tedarikçilerle ř̇ birliği halinde veri alışverişinde bulunmak önemlidir.

Tablo 2.11 Endüstri 4.0 Dijital İşletmeyi İnşa Etmek Boyutları ve Olgunluk Seviyeleri

	Dijital Acemi	Dikey İşbirlikçi	Yatay İşbirlikçi	Dijital Şampiyon
Dijital İş Modelleri	İlk dijital süreçler	Dijital ürün ve hizmet içeren portföy	Müşteri çözümleri, İş birliği, Dış ortaklar	Yenilikçi iş modelleri, Yeni ürünler ve hizmetler
Pazar ve Müşteri Erişimi	Müşteri odaklı değil ürün odaklı olma, Çevrimiçi varlık çevrimdışı kanallardan bağımsız	Kişiselleştirme, Çevrimiçi ve çevrimdışı kanalların uyumlu çalışmasıyla oluşturulmuş veri analitiği	Bireysel müşteri algısı ve değer zinciri paydaşları arasında iletişim	Dijital satış ve pazarlama ağıyla uyumlu müşteri yönetimi
Değer Zinciri	Dijitalleşmiş ve otonom alt süreçler	Dikey dijitalleşme, İşletmede uyumlu hale gelen iç süreçler, dış ortaklarla sınırlı entegrasyon	Süreç ve veri akışının müşteri ve dış ortakla sağlanan yatay entegrasyonu, tüm sistemde yatay entegrasyon sayesinde veri analitiği	Sanallaştırılmış süreçler, tamamen dijitalleşmiş, kendini iyileştirebilen uyumlu iş ortağı sistemi

Tablo 2.11 (devamı)

	Dijital Acemi	Dikey İşbirlikçi	Yatay İşbirlikçi	Dijital Şampiyon
Veri Analitiği	Veri girişi gibi yarı dijital veri toplamaya dayanan veri analitiği yetenekleri	Analitik yetenekler, standart olmayan karar destek sistemleri	Özel karar destek ve etkinlik yönetimi sistemi, İç ve dış kaynakları birleştiren tahmine dayalı analitik	Karar verme desteği sağlayan akıllı veri tabanı, otomatik yönetim desteği için tahmine dayalı analitik kullanımı, gerçek zamanlı optimizasyon
BT Mimarisi	İşletme içi bölünmüş BT mimarisi	İşletme içinde eşit bölünmüş BT mimarisi	İş ortağı kanalındaki ortak BT mimarisi	Güvenli veri alışverişi, Esnek organizasyon yapısına sahip tek veri kanalı
Vergi, Güvenlik, Uygunluk	Dijital dönüşümün amaç olmadığı geleneksel yapılar	Dijital zorunluluklar fark edilmiş ancak kapsamlı incelenmemiş	İşletme içi ortaklarla yasal riskin dikkate alınması	Değer zincirinin uygunluk, güvenlik ve vergi açısından uyumlu hale getirilmesi
Dijital Kültür, Organizasyon	İşlevsel hedef noktası silolarda toplanması	Fonksiyonlar arası iş birliği kesin olarak gerçekleşmemiş	İşletme dışında iş birliği, kültür ve paylaşımın desteği	Kritik noktanın değer algısı iş birliği

Kaynak: Geissbauer, vd., 2016'dan derlenmiştir.

2.5.12. Dijital Olgunluk: Tanım ve Model (Dijital Olgunluk Sınıflandırması)

Aslanova ve Kulichkina (2020) olgunluk modelinde, dijital olgunluğun temel öğelerini içeren bir açıklama ve dijital olgunluk seviyesini ölçmek için bir analiz geliştirilmiştir. Bu modelde dijital olgunluk seviyesi ölçülürken işletme yapısında “dijital dönüşüm stratejisi

mevcut durumu, yönetim ve personelin dönüşüme hazır olması dikkate alınmaktadır. Ek olarak dönüşüm için gerekli olan dijital teknolojilerin varlığı ve teknolojik alt yapı hazırlığı modelde önemlidir.

Bu modelin esas amacı dijital olgunluğun tanımını geliştirmektir. Dijital dönüşümle dijital olgunluk aynı anlama gelmekte dijital olgunluk dijital dönüşümün temelidir. Dijital olgunluk seviyesini artırmak isteyen işletmeler, faaliyetlerinin her alanında dijital dönüşüm sürecinden faydalanmaktadırlar. Dijital olgunluk, işletme organizasyon süreçlerinin ve insan ilişkilerinin aşamalı şekilde entegrasyonu ve uygulanabilmesi sürecidir (Aslanova ve Kulichkina, 2020).

Dijital Olgunluk modeline göre, dört dijital olgunluk seviyesi (Yeni Başlayanlar, Yakalayanlar, Yol Dışındakiler, Liderler) hazırlanmıştır.

1. Yeni Başlayanlar: Bu seviyedeki işletmelerin dijitalleşme stratejileri yoktur. Dijital dönüşüm süreci hakkında ya bilgi topluyorlar ve değerlendirme yapıyorlar ya da dijitalleşme strateji hedefi geliştirme düşüncesine sahip değiller. Bu seviyede olan işletmelerin geleneksel organizasyon yapıları vardır ve iş modellerini değiştirmeleri oldukça zordur. İşletme personeli dijital teknolojilerle çalışabilme yeteneğine sahip olmayabilir ve işletme organizasyon teknik alt yapısı da bu dönüşüme izin vermeyebilir.

2. Yakalayanlar: Bu seviyeye sahip işletmeler dijital dönüşümün gerekliliği farkındalığı biliyorlar ancak dijital organizasyon stratejisi sahip değillerdir. Yönetim ve personel hızla gelişen dönüşümün farkında ve buna hazırdır. İşletme yapısında da gerekli teknik alt yapı mevcuttur ve dijital teknolojilere yatırım yapmaya hazırdır.

3. Yol Dışındakiler: İşletmelerin mevcutta dijital dönüşüm stratejisine sahiptir. Ancak organizasyon yapısında bu dijital stratejiyi hayata geçirmeleri mümkün değildir. Yönetim, iş modellerinin ve tüm organizasyon yapısının gelişen dönüşüm taleplerini karşılayacak şekilde değiştirme hedefi vardır. Tam anlamıyla dönüşümün gerçekleşmesinde insan kaynağı, teknik alt yapı ve mevcut olma durumu, verilerin dijitalleştirilmesi gibi bazı sorunlarla karşılaşmaktadır.

4. Liderler: Liderler seviyesinde olan işletmelerin bakış açısı “dijital dönüşüm stratejiniz olsun ve bunu uygulayın” bu şekildedir. Bu işletmeler dönemin gereklerine göre çağdaştırılmış ve dijital dönüşüm dünyasına uyarlanmış iş modeline sahip işletmelerdir. Yönetim, dijitalleşme stratejisini hedef alan liderlik bakış açısına sahiptir.

İşletme gerekli olan dijital teknik alt yapıya ve personel dijital beceri ve yeterliliklere sahiptir.

Geliştirilen model, her biri on sorudan oluşan üç gruptan toplamda otuz sorudan oluşan anketle hazırlanmıştır. Puanlama sistemi dört olgunluk seviyesine göre belirlenmektedir. Değerlendirme sonucu deneysel verilerin toplanması ve uzmanlar için metodolojinin test edilmesidir.

Tablo 2.12 Dijital Olgunluk Sınıflandırması Özelliklerine İlişkin Boyut Tanımları

Strateji	İşletmenin dönüşüm stratejisine uyumu ve dijitalleşme stratejisinin varlığını ifade etmektedir. En yüksek düzeyde dijital olgunluğa ulaşmak için gereken özel ve kesin çalışmalardır. Dijitalleşme stratejisi işletmedeki stratejiyi tamamen değiştirmemeli sadece geliştirmeli ve çeşitlendirmelidir. Dijital strateji işletmenin performansını geliştirmeli ve verimliliği artırmak için teknoloji ve gerekli kaynakları benimsemelidir.
Organizasyon	Dijital olgunluğa ulaşabilmenin en önemli kriteri yönetim organizasyon kültüründeki değişimlere hazırlıklı olması, iş modellerinin yeniden düzenlenmesi ve yönetim yeteneklerinin geliştirilmesi.
İnsan	Dijital stratejisinin başarıyla uygulanabilmesi için çalışanların dönüşüme hazırlıklı olması ve dijital dönüşüm farkındalığının olması gereklidir. Personelin işletme içindeki dijital stratejik değişimlere uyumu ve motivasyonu dijital olgunluk başarısının anahtarıdır.
Teknoloji	Dijital teknolojiler dijital olgunluğun temel geliştirici gücüdür. Yüksek düzeyde olgunluk dönüşüm sürecine katılan personel için yüksek seviyede dijital dönüşüm yeterliliği ifade etmektedir.
Veri	Veri üretimi, verilerin doğru işlenmesi, veri kullanımı ve diğer süreçlerin veriler ile uyumlaştırılmasını da sağlayan dijital dönüşümün temelidir. Veri depolama kapasitelerinin ve veri kalitelerinin artmasına işletmelerin odaklanması gerekmektedir. Doğru, tutarlı ve düzgün yönetilen veriler sadece işletme süreçlerinin değil dijital dönüşüm sürecinin temel taşıdır.

Kaynak: Aslanova ve Kulichkina, 2020.

2.5.13. İZKA Dijital Olgunluk Modeli

İzmir Kalkınma Ajansı tarafından hazırlanan dijital olgunluk modeli işletmelere dijital dönüşüm sürecinde yol gösterici olmak için geliştirilmiştir. Geliştirilen dijital olgunluk ve düzey belirleme aracı ülkemizin dinamikleri, iş modelleri ve literatür çalışmaları dikkate alınarak kapsamlı ve katılımcı bakış açısıyla oluşturulmuştur. Dijital olgunluk seviyesi belirleme modeli işletmelerin temel ölçütlerde dijital dönüşüm durumlarını değerlendirecekleri sektör ve ölçekten bağımsız soru anketi şeklinde hazırlanmıştır. İşletmeler mevcut durumları doğrultusunda hazırlanan soruları yanıtlayarak dijital olgunluk seviyeleri hakkında fikir sahibi olacaklardır ve güçlü yönleri yanı sıra geliştirmeleri gereken durumlarını değerlendirme fırsatı bulacaklardır (İzmir Kalkınma Ajansı, 2022).

İZKA (2020)'ye göre dijital işletme, dijital dönüşüm sürecini kurumsal bir yol haritası takip ederek, yönetimin destek olduğu ve çalışanların tam katılım sağladığı dijital dönüşümü tamamlamış firmalardır. Dijital işletme, dönüşüme uyum sağlayabilmek için iş modellerini ve yeteneklerini dijital dönüşüm perspektifinde geliştirir. Müşteri merkezli yaklaşımla dijital işletmeler müşterileri ile dijital kanallardan iletişim sağlar ve müşteri deneyimlerini bu dijital kanallarla geliştirir. İşletme içindeki her süreci sayısallaştırarak veri elde edecek şekilde tasarlanır ve süreçlerde verileri analiz ederek kullanan dijital işletmeler karar aşamalarında bu depolanan verileri kullanarak değer katmayı amaçlamaktadırlar. Dijital işletmeler tüm dijital araçları ve kanalları dönüşüm sürecine dahil etmek için bilgi teknolojilerini ve dijital çözümleri yönetim süreçlerinin ve stratejik organizasyonlarının merkezine tutarak yatırım yapma hedefleri vardır. Tez çalışmamda İZKA Dijital Olgunluk Modeli kullanılmıştır. Detaylı incelemesi uygulama bölümünde yapılmıştır.

Hazırlanan İZKA dijital olgunluk modeli beş temel boyuttan (Strateji, Kültür, Teknoloji, Yönetişim, Süreçler) oluşmaktadır. Her bir boyuta ilişkin yedi ve dokuz sorudan oluşan anket toplamda otuz yedi soru 6'lı likert ölçeğine göre yanıtlanması beklenmektedir. Anket soruları tasarlanan web arayüzü üzerinden dijital olarak yapılmaktadır. Anket soruları, olgunluk modelini uygulanan cevaplayıcının kavramlarla ilgili kurumsal yaklaşımına yönelik bakış açısını ölçmektedir. Fakat iş modelleri ve dijital kullanımı gibi somut verileri ölçmediği bilinmektedir.

İZKA Dijital Olgunluk Modeli boyutları belirtilmiştir (İZKA, 2020);

- **Strateji:** Bu boyut, pazar ve müşteri ihtiyaçları doğrultusunda farklı zamanları kapsayan ve değişen süreçlerle birlikte gelişen dijital dönüşüm planlarını içermektedir. Dijital strateji yönetim ve tüm çalışanlar tarafından benimsenmiş yapıları içermektedir.

- **Kültür:** Kültür boyutu, dijital dönüşüm hedefleri ve uygulamalarını iş modellerinde yapabilme biçimini ifade etmektedir. Çalışma organizasyonun düzenlenmesi ve dijital yeteneklerin geliştirilmesi için işletme tarafından karşılanan imkanları işaret etmektedir. Dijital dönüşüm sürecinde bireysel ve kurumsal hedefleri yakalayabilmek için işletmenin risk alabilme durumunu ifade eder.

- **Teknoloji:** Bu boyut, işletmenin mevcut teknolojik alt yapısı ve gelişen dijitalleşme doğrultusunda hedeflediği teknolojilerin işletme için uygulanabilirliği ve sağladığı avantajları kapsamaktadır. İşletmenin temel becerilerinin fark yaratacak rekabetçi şekilde yeni teknolojilere uyum sağlama boyutunu ifade etmektedir.

- **Yönetişim:** Yönetişimi boyutu, dijital yönetim rehberini ve dijitalleşmede etkin olma durumunu kapsamaktadır. İşletmenin iç ve dış ortakları ile bütünleşebilen farklı organizasyon seviyelerini içermektedir.

- **Süreçler:** Bu boyut, işletme organizasyonundaki temel iş modelleri ve dış etkenlerle oluşturulan iş faaliyetlerinin dijitalleşmeni ifade etmektedir. Temelde işletme içinde ve dışında yapılan tüm iş süreçlerin dijital dönüşüme uyumlu hale getirilmesi olarak açıklanmaktadır.

İZKA Dijital Olgunluk Modeli kategorileri 6'lı likert ölçeği puan skalası ile sınırlandırılmıştır. Toplam puan (38 soru x 6 puan) 228 puan çeyreklik dilimler halinde dörde ayrılmıştır (İZKA, 2020);

- **Birinci Çeyrek 0-57 Puan Aralığı: (Gelenekçi)** Gelişmelere duyarsız değil fakat dönüşüm sürecinde yenilikçi karar alması oldukça zordur. Gelenekçi işletmeler mevcut iş modelleri ve iş alışkanlıklarına göre davranır.

- **İkinci Çeyrek 58-114 Puan Aralığı: (Dijitalde Yeni)** Dijitalde yeni işletmeler dijitalleşmenin temel yapısını anlamış bazı iş süreçlerinde dijital dönüşümü uygulayarak faydalarını tecrübe etme fırsatı sağlayacaktır. Çalışanları dönüşüm sürecine dahil etmek ve değişime olan dirençlerini kırmak için organizasyon kültüründe değişimler olacaktır. Bu işletmelerin dijital dönüşümü tam anlamıyla uygulayabilmeleri için profesyonel destek ve dönüşüm yol haritası hazırlamaları ile mümkün olacaktır.

- **Üçüncü Çeyrek 115-171 Puan Aralığı: (Dijital Trend Takipçisi)** Dijital trend takipçisi işletmeler iş modellerinde dijitalleşme doğrultusunda ilerlemeler kaydetmiş ancak verilerden depolanan verilerle değer katma konusunda süreçleri birbirlerine entegre etme konusunda daha çok kendilerini geliştirmeleri gereken işletmelerdir. Dijitalleşmeye ilişkin yönetim desteği ve işletmenin stratejik vizyonu belirlenmekte dijital dönüşüm çalışmaları ise işletme genelinde takip edilmektedir.

- **Dördüncü Çeyrek 172-228 Puan Aralığı: (Dijital Usta)** Dijital usta işletmeler dijital dönüşüm süreçlerini büyük ölçüde tamamlamışlardır. Dijital ustalar, dijital olgunluk modelinin boyutları ve gerekli olan stratejik perspektif, örgüt kültürü, teknoloji ve yönetim becerilerine sahiptir. Tüm iş süreçleri dijital kanallarda izlenebilir ve bütünleşmiş biçimde çalışabilir. Bu işletmelerin bir sonraki hedefi büyük veri analitiği ile detaylı verimlilik ve etkinlik analizleri yapmasıdır.

Farklı başlıklar içinde geliştirilen birçok ölçek bulunmaktadır. İncelenen dijital dönüşüm olgunluk modelleri özet haliyle Tablo 2.13'te gösterilmiştir. Dijital olgunluk modellerinin Tablo 2.14'te olgunluk seviyeleri, güçlü ve zayıf yanları karşılaştırmalı olarak Tablo 2.15 'de hazırlanmıştır.

Tablo 2.13 Dijital Olgunluk Modelleri

Model Adı	Kaynak-Yıl	Hedef	Değerlendirilen Boyutlar
IMPULS Endüstri 4.0 Hazırlık Modeli	(Lichtblau vd., 2015)	KOBİ İmalat İşletmeleri	Akıllı Fabrikalar, Akıllı İşlemler, Akıllı Ürünler, Strateji ve Organizasyon, Veri Odaklı Hizmetler, Çalışanlar
DMAT Dijital Olgunluk Değerlendirme Ölçeği	(Aagaard vd Skou, 2020)	Firmalar ve Kamu Kurumları	Strateji, Organizasyon, Kültür, İşlem, Teknoloji, Müşteri ve Ortaklar

Tablo 2.13 (devamı)

Model Adı	Kaynak-Yıl	Hedef	Değerlendirilen Boyutlar
DİJİTAL AKADEMİ Tübitak Dijital Olgunluk Modeli	(TÜBİTAK, 2021)	Kamu kurumları	Stratejik Yönetim, Organizasyon, Yazılım Hizmetleri, Yazılım Yaşam Döngüsü, İşletim ve Bakım, BT Hizmetleri, d- Hizmetler
(I40MM) Endüstri 4.0 Hazırlık Modeli	(Schumacher vd., 2016)	Üretim Firmaları ve Akademik	Liderlik, Strateji, Ürünler, Müşteriler, Kültür, Operasyon, Teknoloji, Yönetim, İnsan
Endüstri 4.0 Olgunluk Değerlendirme Aracı	(Wagire vd., 2020)	Üretim Firmaları	İnsan ve Kültür, Endüstri 4.0 Farkındalığı, Organizasyonel Strateji, Değer Zinciri ve Süreçler, Akıllı İmalat Teknolojisi, Ürün ve Hizmet Odaklı Teknoloji, Endüstri 4.0 Tabanlı Teknoloji
Endüstri 4.0 Stratejisi İçin Olgunluk ve Hazırlık Modeli	(Akdil vd., 2018)	Firmalar	Akıllı ürünler ve Hizmetler Akıllı İş Süreçleri Strateji ve Organizasyon
Forrester Dijital Olgunluk Modeli 5.0	(VanBoskirk, 2017)	Ticari İşletmeler	Organizasyon, Talep, Teknoloji, Kültür

Tablo 2.13 (devamı)

Model Adı	Kaynak-Yıl	Hedef	Değerlendirilen Boyutlar
Dijital Kobim – Dijital Beceri Testi	(Dijital Kobim, 2022)	Üretim Firmaları ve İşletmeler	Müşteri Tecrübesi, Strateji ve Liderlik, Veri-Öngörü Analizi, Teknoloji, Kültür-İnsan Kaynağı, Organizasyon, Pazarlama, Siber Güvenlik, Marka Yönetimi, Operasyon
ACATECH Endüstri 4.0 Olgunluk Endeksi	(Schuh vd., 2017)	Üretim Firmaları	Kaynaklar, Bilgi Sistemleri, Organizasyon Yapısı, Örgüt Kültürü
(360 DMA) 360 Dijital Olgunluk Modeli	(Colli vd., 2018)	Üretim Firmaları	Yönetişim, Teknoloji, Bağlantı, Değer Yaratma, Yeterlilik
Endüstri 4.0: Dijital İşletmeyi İnşa Etmek	(Geissbauer, vd., 2016). PwC	Ticari İşletmeler	Dijital İş Modelleri, Pazar ve Müşteri Erişimi, Değer Zinciri, Süreçler, Veri ve Analitik, BT Mimarisi, Uygunluk, Yasal Risk, Güvenlik ve Vergi, Organizasyon ve Dijital Kültür
Dijital Olgunluk: Tanım ve Model (Dijital Olgunluk Sınıflandırması)	(Aslanova ve Kulichkina, 2020)	Ticari İşletmeler	Strateji, Organizasyon, İnsan, Veri, Teknoloji
İZKA Dijital Olgunluk Modeli	(İzmir Kalkınma Ajansı, 2022)	Ticari İşletmeler	Strateji, Kültür, Teknoloji, Yönetişim, Süreçler

Tablo 2.14 Dijital Olgunluk Modellerinin Seviyeleri

Model Adı	Olgunluk Seviyeleri
IMPULS Endüstri 4.0 Hazırlık Modeli	Seviye 0: Dışarda kalanlar Seviye 1: Başlangıç Seviye 2: Orta Seviye Seviye 3: Tecrübeli Seviye 4: Uzman Seviye 5: En İyi Uygulama Örneği
DMAT Dijital Olgunluk Değerlendirme Ölçeği	Yüksek, Orta ve Düşük Seviye
DİJİTAL AKADEMİ Tübitak Dijital Olgunluk Modeli	Seviye 0: Eksik Seviye 1: Uygulanan Seviye 2: Kurumsallaşmış Seviye 3: Optimize Edilen
I40MM Endüstri 4.0 Hazırlık Modeli	Seviye 1 en düşük Seviye 5 en yüksek
Endüstri 4.0 Olgunluk Değerlendirme Aracı	Seviye 1: Yabancı Seviye 2: Dijital Acemi Seviye 3: Deneyimli Seviye 4: Uzman
Endüstri 4.0 Stratejisi İçin Olgunluk ve Hazırlık Modeli	Seviye 0: Devamsızlık Seviye 1: Varlık Seviye 2: Hayatta Kalma Seviye 3: Olgunluk
Forrester Dijital Olgunluk Modeli 5.0	Seviye 1: Şüpheciler Seviye 2: Benimseyenler Seviye 3: İş Birlikçiler Seviye 4: Farklılaştırıcılar
Dijital Kobim – Dijital Beceri Testi	Seviye 1: Temel Seviye 2: Orta Seviye 3: İyi Seviye 4: Dünya standarttı

Tablo 2.14 (devamı)

ACATECH Endüstri 4.0 Olgunluk Endeksi	Seviye 0: Bilgisayarlaştırma Seviye 1: Bağlanabilirlik Seviye 2: Görülebilirlik Seviye 3: Şeffaflık Seviye 4: Tahmini Seviye 5: Kapasite Seviye 6: Uyum Yeteneği
(360 DMA) 360 Dijital Olgunluk Modeli	Aşama 1: Yok Aşama 2: Temel Aşama 3: Şeffaf Aşama 4: Farkındalık Aşama 5: Otonom Aşama 6: Entegre
Endüstri 4.0: Dijital İşletmeyi İnşa Etmek	Seviye 1: Dijital Acemi Seviye 2: Dikey İşbirlikçi Seviye 3: Yatay İşbirlikçi Seviye 4: Dijital Şampiyon
Dijital Olgunluk: Tanım ve Model (Dijital Olgunluk Sınıflandırması)	Seviye 1: Yeni başlayanlar Seviye 2: Yakalayanlar Seviye 3: Yol Dışındakiler Seviye 4: Liderler
İZKA Dijital Olgunluk Modeli	0-57 Puan Aralığı: Gelenekçi 58-114 Puan Aralığı: Dijitalde Yeni 115-171 Puan Aralığı: Dijital Trend Takipçisi 172-228 Puan Aralığı: Dijital Usta

Tablo 2.15 Dijital Olgunluk Modellerinin Güçlü ve Zayıf Yönleri

Model Adı	Güçlü Yönleri	Zayıf Yönleri
IMPULS Endüstri 4.0 Hazırlık Modeli	Katılımcıların kayıt yaptırmaya zorunluluğu olmadan altı boyut içinde değerlendirme yapabilmesi. Ölçüm sonucuna göre bilgi ve tavsiye pdf raporu hazırlanması. Modelde değerlendirme kuralları açıkça sunulmuştur.	Endüstri 4.0 perspektifinde KOBİ'ler dikkate alınmamıştır. Hesaplama modeli açık değildir. Karşılaştırma verileri 2015 ile sınırlıdır.
(DMAT) Dijital Olgunluk Değerlendirme Ölçeği	Kamu ve özel kuruluşlar dikkate alınarak hazırlanmıştır. Birçok farklı sektöre yönelik sorular mevcuttur.	Olgunluk seviyeleri ölçekleri açıkça belirtilmemiştir.
(DİJİTAL AKADEMİ) Tübitak Dijital Olgunluk Modeli	Kamu kurumları için özel geliştirilmiş model olması ve kamu bilişim hizmetleri dijital olgunluğunu yedi farklı boyutta ölçülmesi	Kamu kurumları ile sınırlıdır. Anket soruları ve ölçek bilgisine ulaşılmamakta. İşletmelerin katılımlarına açık değildir. Sadece bilgi hizmetleri ile sınırlı ve diğer işletme faaliyetlerini kapsamamakta
(I40MM) Endüstri 4.0 Hazırlık Modeli	Dijital olgunluğu dokuz farklı boyutta detaylı ölçüm yapması.	Anket soruları ve depolanan veriler paylaşılmamakta.
Endüstri 4.0 Olgunluk Değerlendirme Aracı	Temel odak noktası dijital dönüşüm teknolojilerinin yanı sıra Endüstri 4.0 farkındalığının anlaşılmasıdır. Diğer modellerden farklı olarak işlenen teknolojik alanlar konularına göre gruplandırılmıştır.	Tüm sektörler dikkate alınmasına rağmen KOBİ'lere yer verilmemiştir. Uzman değerlendirmesi sonucu bir yol haritası belirlenmiyor.

Tablo 2.15 (devamı)

Model Adı	Güçlü Yönleri	Zayıf Yönleri
Endüstri 4.0 Stratejisi İçin Olgunluk ve Hazırlık Modeli	Model kendinden önce geliştirilen modellerin kapsamlı ve kullanışlı bir özeti olmasıyla önemlidir. Mevcuttaki Endüstri 4.0 olgunluk modellerinin karşılaştırılması yapılarak hazırlanmıştır.	Olgunluk seviyesi sonuçlarına kolay ve hızlı ulaşım online olarak sağlanamamakta.
Forrester Dijital Olgunluk Modeli 5.0	İşletmelerin özelliklerine bakılmaksızın hazırlanan olgunluk modeli tüm sektörler için dijital olgunluk seviyelerini ölçmektedir. Hazırlanan anket sorularına online ulaşmak oldukça kolay ve anket soruları açık ve anlaşılırdır. Model kolay uygulanmakta ve ölçme süreci hızlıdır. Ölçüm seviyesi net sonuçlara dayanmaktadır.	Elde edilen ölçüm sonuçlarını değerlendirecek bir uzman kadrosu ve sonuçlar doğrultusunda çizilecek dönüşüm yol haritası mevcut değildir.
Dijital Kobim – Dijital Beceri Testi	KOBİ'ler için özel olarak geliştirilmiş ve hazırlık seviyelerini dokuz farklı boyutta değerlendirebilmesi, katılımcı sonuçlarına göre bilgi ve tavsiye veren sonuç raporunun hazırlanması	Kurumsal kayıt yapmadan model uygulanmamakta, Sadece KOBİ'ler için uygulanabilir olması ve hesaplama seviyesi açık değildir.

Tablo 2.15 (devamı)

Model Adı	Güçlü Yönleri	Zayıf Yönleri
(ACATECH) Endüstri 4.0 Olgunluk Endeksi	İşletmelerin katılımlarına açık olması. Soru seti ve ölçek hakkında detaylı bilgilerin detaylı açıklanması	Endüstri 4.0 için ölçüm kriterleri açıklanmış fakat KOBİ'ler için uygun değildir.
(360 DMA) 360 Dijital Olgunluk Modeli	Altı temel dijital olgunluk aşamasından meydana gelmesiyle daha az aşamadan oluşan diğer modellere göre farklılaşmaktadır. Birçok dijital olgunluk modellerini dikkate almaktadır.	Sadece imalat yapan işletmeler baz alınarak model hazırlanmıştır.
Endüstri 4.0: Dijital İşletmeyi İnşa Etmek	Olgunluk seviye ölçümlerine online erişim oldukça kolaydır. Dijital dönüşüm süreçlerine liderlik etmek için “Dijital Başarı Planı” hazırlanmıştır.	Endüstri 4.0 doğrultusunda KOBİ'lere yönelik anket soruları yer almamakta.
Dijital Olgunluk: Tanım ve Model (Dijital Olgunluk Sınıflandırması)	Modeli uygulama basit, analiz süreci hızlı, uzman değerlendirmesine ve görüşüne dayanmaktadır. Elde edilen net sonuçları yansıtmaktadır.	Uzman değerlendirmesi sınırlı sayıda yer verilmesi, değerlendirmenin net bilgilerin bulunmaması ve genel özellikleri vermesi.
İZKA Dijital Olgunluk Modeli	Katılımcıların uygulamasına açıktır. Ölçek, model ve seviyelerin detaylı raporları çevrimiçi paylaşılmıştır.	Modelin uygulanabilmesi için işletme bilgilerinin detaylı verilmesi gerekiyor. Anket sorularının bazıları katılımcıların algısına dayalı şekilde hazırlanmıştır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ENDÜSTRİ 4.0 BAĞLAMINDA DİJİTAL OLGUNLUK SEVİYESİ ÖLÇÜMÜ; ERZURUM İLİ ÖRNEĞİ UYGULAMASI

Bu bölümde “İZKA Dijital Olgunluk Modeli” değerlendirme aracının Erzurum ili organize sanayi bölgesindeki üretim işletmelerinin dijital olgunluk seviyelerinin belirlenmesi için bir çalışma yapılmış, araştırmanın bulgularına değinilmiş ve sonuçlara ilişkin değerlendirmeler hazırlanmıştır. Aşağıda başlıklar halinde araştırmanın amacı ve önemi, evreni, yöntemi hakkında bilgiler verilmiştir. Yapılan analizler doğrultusunda araştırmanın sonuçlarına yer verilmiş ve bulgular yorumlanmıştır.

3.1. ARAŞTIRMANIN PROBLEMİ

Hızla gelişen dijital dönüşüm işletmeleri iş yapış şekillerinde ve stratejilerinde değişiklikler yapmaya zorlamıştır. İşletmelerde yaşanan bu değişiklikler dijital dönüşüm, Endüstri 4.0, dijitalleşme, dijital olgunluk gibi tanımlarla kullanılsa da bu değişimlere net kabul görmüş bir terim kullanılmamıştır. İşletmelerin dijital olgunluk seviyesini belirlemek için kabul görmüş ortak herhangi bir model ve ölçek oluşturulmamıştır. Bu tez çalışmasında Erzurum ilinde üretim yapan işletmelerin Dijital Olgunluk seviyesinin belirlenmesi üzerine inceleme yapılmıştır. Bu bağlamda, İZKA Dijital Olgunluk Modeli kullanılmıştır. Tez kapsamı Erzurum ilinde üretim yapan işletmelerin dijital olgunluğu, dijital dönüşüm için nasıl bir strateji belirlediği, organizasyon kültürünün, teknolojik altyapısının ve iş süreçlerinin dijital dönüşümdeki durumunun hangi seviyede olduğu belirlenmiştir.

3.2. ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ

Literatür araştırması yapıldığında, işletmelerin dijital olgunluk seviyelerinin belirlenmesine yönelik çalışma örnekleri mevcuttur, ancak Erzurum genelinde işletmelerin dijital olgunluk seviyesini ölçen bir çalışma yapılmadığı gözlemlenmiştir. Bu çalışmayla öncelikle literatürdeki boşluğun doldurulması amaçlanmıştır ayrıca işletmelerin dijital dönüşüm sürecine katkı sağlayacak önerilerde bulunulması hedeflenmiştir. Bu çalışmada, Endüstri 4.0 ve Dijital Dönüşümü anlamak ve işletmelerin olgunluk seviyelerinin belirlenmesi için gereken olgunluk modeli araçlarının neler olabileceği incelenmiştir. “İZKA Dijital Olgunluk Modeli” olgunluk modeli detaylı araştırılarak Erzurum ilindeki işletmelerin dijital

olgunluğu hakkında farkındalığın oluşmasının yanı sıra hazırlık seviyelerinin belirlenmesi, güçlü ve zayıf yönleriyle ilgili bilgi sahibi olmak amaçlanmıştır.

3.3. ARAŞTIRMANIN EVREN VE ÖRNEKLEMİ

Araştırma Erzurum ilinde çeşitli sektörlerde üretim yapan firmalar seçilmiştir. (ETSO) Erzurum Sanayi ve Ticaret Odasında elde edilen verilere göre; gıda, tekstil, mobilya, metal ürünleri, plastik ürünler ve diğer üretim ürünleri olmak üzere toplamda 161 tane sanayi kapasite raporu geçerlilik süresi devam eden firma bulunmaktadır. Dijital olgunluk seviyesi belirlenmesi doğrultusunda yapılan çalışmaya üretim firmaları dahil edilmiştir. Bu doğrultuda üretim firmalarının tamamına ulaşılmaya çalışılmış fakat 104 tanesine ulaşılarak çalışma yapılmıştır. Araştırmada İzmir Kalkınma Ajansının geliştirdiği “İZKA Dijital Olgunluk Modeli” değerlendirme aracı kullanılmıştır.

3.4. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Araştırmada nicel araştırma yönteminden yararlanılmıştır. Veri toplama aracı olarak anket tekniği kullanılmıştır. Anket ile üretim yapan işletmelerin dijital olgunluk seviyelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Araştırma, Erzurum ilinde üretim yapan firmalar üzerinde 1-3 Mayıs 2024 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Anket çalışması firmaların yöneticileri, fabrika müdürleri, insan kaynakları müdürleri ile yüz yüze görüşme şeklinde yapılmıştır. Anket araştırması, demografik sorular ve “İZKA Dijital Olgunluk Modeli” değerlendirme ölçeği sorularından olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Katılımcıların dijital dönüşüm hakkında genel bilgilere sahip olduğu ve soruları net bir şekilde anlayarak yanıt verildiği kabul edilmiştir.

Anket Erzurum ilinde 104 tane sanayi kapasite raporu geçerlilik süresi devam eden firmalara uygulanmıştır. Anketten elde edilen demografik veriler SPSS programıyla analiz edilmiştir. Bu bağlamda yapılan temel frekans analizi ve likert ifadelerine yönelik katılımcıların algıları diğer başlıkta verilmiştir.

3.5. ARAŞTIRMA BULGULARI

3.5.1. Katılımcı Demografik Bilgileri

Tablo 3.1 Katılımcı Firmalara Yönelik Demografik Bilgiler

		Frekans	Yüzde
Cinsiyet	Erkek	86	82,7
	Kadın	18	17,3
Yaş	23-38	51	49,0
	39-54	41	39,4
	55-73	12	11,5
Eğitim Durumu	Lise	47	45,2
	Ön Lisans	11	10,6
	Lisans	42	40,4
	Lisansüstü	4	3,8
İşyerindeki Görev	İşletme sahibi/ortağı	17	16,3
	Üst Kademe Yöneticisi (Genel Md./Md. Yrd. gibi)	32	30,8
	Orta Kademe Yöneticisi (Muhasebe, Pazarlama Md./Md. Yrd. gibi)	55	52,9

Tablo 3.1’de firmalarda çalışanlara yönelik demografik bilgiler verilmiştir. Tablo 3.1’e göre katılımcıların %82,72’si erkek, %17,3’ü kadındır. Katılımcıların yaş aralıklarının çoğu %49,0 ile 23-38 aralığında olup, diğer en yoğun yaş aralığını %39,4 ile 39-54 yaş aralığı takip etmektedir. Katılımcılar arasında en az yaş aralığı %11,5 ile 55-73 yaş aralığı olduğu gözlemlenmektedir. Katılımcıların eğitim durumu %45,2 ile lise mezunları çoğunluktadır. Lisans mezunları ise %40,4 ile lise mezunlarını takip etmektedir. Lisans mezunlarını %10,6 ile ön lisans mezunları takip etmektedir. En az katılımcının olduğu eğitim durumu ise %3,8’lik payla lisansüstü mezunlarıdır.

Tablo 3.1’e göre firma katılımcılarının %16,3’ü işletme sahibi veya ortağı, üst kademe yöneticisi (Genel müdür veya müdür yardımcısı) %30,8’i ve %52,9 orta kademe yöneticisi (muhasebe, pazarlama müdür veya müdür yardımcısı) olduğu görülmektedir.

3.5.2. Firmalara Yönelik Demografik Bilgiler

Tablo 3.2 Firmalara Ait Demografik Bilgiler

		Frekans	Yüzde
İşletmenin Faaliyet Alanı	Gıda ürünleri ve içecek	38	36,5
	Mobilya	5	4,8
	Kimyasal madde ve ürünler	11	10,6
	Metalik olmayan diğer ürünler	20	19,2
	Plastik ve kauçuk ürünleri	6	5,8
	Elektrikli ve optik donanım	9	8,7
	Kâğıt ürünleri	2	1,9
	Ağaç ürünleri	3	2,9
	Tekstil ürünleri, giyim eşyası	10	9,6
İşletme statüsü	Aile/şahıs	5	4,8
	Limited	68	65,4
	Anonim	31	29,8
Çalışan sayısı	1-9 kişi	5	4,8
	10-49 kişi	65	62,5
	50-249 kişi	29	27,9
	250 ve üzeri	5	4,8
Faaliyet süresi	1-3 yıl	14	13,5
	4-6 yıl	9	8,7
	7-9 yıl	9	8,7
	10 yıl veya üzeri	72	69,2

Tablo 3.2’de firmalara ait demografik bilgilere yer verilmiştir. Tablo 3.2’e göre araştırmada yer alan ve faaliyet alanı gıda ürünleri ve içecek olan firmalar %36,5 ile en çok katılımcıya sahip olan grup olmuştur. Gıda ve içecek grubunu %19,2 ile metalik olmayan diğer ürünler takip etmektedir. Firma faaliyet alanı en az katılımcıya sahip olan grup ise %1,9 ile kâğıt ürünleridir.

Araştırmada yer alan firmaların işletme statüsü incelendiğinde, firmaların %65,4’ü Limited işletmesi, %29,3’ü Anonim ve %4,8’i Aile/Şahıs işletmesi statüsünde olduğu görülmektedir.

Firmalar, çalışan sayısı bakımından gözlemlendiğinde firmaların %62,5’i 10-49, %27,9’u 50-249, %4,8’i 1-9 ve %4,8’i 250 ve üzeri çalışan sayısına sahip olduğu görülmektedir. Firmaların %69,2’si 10 yıl veya üzeri faaliyet süresine sahipken, %13,5’i ise 1-3 yıl faaliyet süresiyle takip etmektedir.

3.5.3. Araştırma Ölçeklerine Yönelik Güvenilirlik Analizi

Tablo 3.3 Güvenilirlik Analizi

		Cronbach's Alpha
Strateji	Firmamız stratejik plan çalışmalarını düzenli olarak yürütmektedir.	,967
	Firmamızın son beş yıl içerisinde yürüttüğü stratejik plan çalışmalarında dijitalleşme kavramı kullanılmaktadır.	,967
	Firmamız dijital stratejisini ve dijital dönüşüm vizyonunu tüm çalışanlarıyla paylaşmaktadır.	,965
	Firmamızın iş planı ve stratejisi için uygulanan süreçler dijital dönüşüm hedefleri ile yürütülmektedir.	,961
	Firmamız dijital dönüşüm stratejisine özgü performans göstergeleri (verimlilik değerleri, dönüştürülen süreç sayısı, maliyet indirimi, hedeflerindeki değişim vb.) kullanmaktadır.	,959
	Dijital strateji tamamen performans göstergeleri ile üst yönetim tarafından izlenmektedir.	,960
	Firmamızın dijital dönüşüm stratejisi performans hedeflerine göre şekillendirilmektedir.	,960
	Firmamızın öngördüğü dijital dönüşüm stratejisinin performans hedeflerine ulaşma derecesine göre yatırım planları yenilenmekte ve geliştirici veya düzeltici yatırım bütçeleri oluşturulmaktadır.	,961
	Firmamızın tüm çalışanları işletmenin dijital stratejisine bireysel değerini katarak dijital dönüşümün gelişimine katkı sağlamaktadır.	,962
	Strateji Değişkeni için Güvenilirlik Analizi Sonucu	,967
Kültür	Firma yönetimi iş süreçlerinin dijital dönüşümüne tam destek vermektedir.	,935
	Firmamızın farklı birimleri arasında dijital veri paylaşımı sorunsuz gerçekleşmektedir.	,936
	Firmamızın dijital faaliyetlerinde müşteriler ile kurulan ilişkiler ölçüt olarak kullanılmaktadır.	,941
	Firmamız çalışanlarının dijital yeteneklerini arttırmak için sürekli yatırımlar yapmaktadır	,934
	Firmamız dijital hedeflerini ve anahtar performans göstergelerini (verimlilik değerleri, dönüştürülen süreç sayısı, maliyet indirimi hedeflerindeki değişim gibi) desteklemek için dijital yöntemler kullanmaktadır.	,929
	Firmamız iş yapma biçimini geliştirmek için dış paydaşlarla olan etkileşimini sürekli	,931
	Firmamızın kurumsal kimliği dijital iletişimde yer almaktadır.	,951
	Kültür Değişkeni için Güvenilirlik Analizi Sonucu	,945

Tablo 3.3 (devamı)

		Cronbach's Alpha
Teknoloji	Firmamız dijital iş uygulamaları için gerekli teknolojiye sahiptir.	,936
	Firmamız dijital veri toplama teknolojilerini kullanmaktadır.	,932
	Firmamızda dijital iş uygulamaları içerisinde SMAC (sosyal, mobil, analitik ve bulut) teknolojileri yer almaktadır.	,930
	Firmamızın bilgi ve iletişim olanakları dijital hizmetlerin sunumu için sürekli geliştirilmektedir.	,933
	Firmamız dijital dönüşüm hedeflerinde yer alan teknolojik yetkinlik seviyesine uygun altyapıya sahiptir.	,932
	Firmamız ürün ve hizmetlerinde dijital teknolojik özellikler içermektedir.	,965
	Firmamızın iş süreç ve hizmetleri dijital araçlarla optimizasyona tabidir.	,934
	Firmamız teknoloji tasarımlarına dijital dönüşüm hedefleri yön vermektedir.	,932
	Teknoloji Değişkeni için Güvenilirlik Analizi Sonucu	,944
Yönetişim	Firma yönetimi, dijital dönüşümü başarı için kritik bir unsur olarak görmektedir.	,951
	Firma hedeflerimiz, iş modellerimizi ve süreçlerimizi dijital dönüşüm hedeflerine göre; yeniden düşünmeyi, yeniden tasarlamayı ve yeniden uygulamayı kapsamaktadır.	,952
	Firmanın yönetim anlayışı, iş modellerini yeniden düşünme, tasarlama ve uygulama aşamalarında dijital müşteri deneyimini temel almaktadır.	,953
	Firmamızın yönetim anlayışı, dijital dönüşüm için gerekli kurum içi davranışları ve programları dönüştürmeyi teşvik etmektedir.	,946
	Firmamızın yönetim anlayışı, farklı iş birimlerinde yer alan kişileri dijital iletişim kanalları kullanarak bir araya getirmektedir.	,947
	Firmamızın yönetim anlayışı, kurumsal inovasyonu hedeflemekte ve kurumsal yöntemler geliştirmek için planlama ve uygulama aktiviteleri gerçekleştirmektedir.	,945
	Firma yönetimi dijital hizmet sunumu için iş ortaklığına sahiptir.	,948
	Yönetişim Değişkeni için Güvenilirlik Analizi Sonucu	,956
Süreçler	Firmamız süreçlerinde dijital içerik ve araçları kullanmaktadır.	,731
	Dijital dönüşüm programları firma içinde henüz koordine edilmemiş durumdadır.	,935
	Firmanın iş süreçleri dijital dönüşüm hedefleriyle uyumlu hale getirilmiştir.	,693
	Dijital dönüşüm firma süreçlerimiz için rekabetçi üstünlük değeri yaratmıştır.	,691
	Firmamız dijital teknolojileri mevcut ve yeni oluşturulacak iş süreçlerini dönüştürmek için kullanır.	,687
	Firmamızın yetkinlikleri dijital süreçlerle tanımlanabilir.	,681
	Firma süreçlerinde "müşteri deneyimi" deneyimini dijital kanallarla kullanılabilir hale getiriyoruz.	,716
	Süreçler Değişkeni için Güvenilirlik Analizi Sonucu	,782
	Güvenilirlik Analizi Sonucu	,983

Tablo 3.3'e göre; 38 maddeden oluşan araştırma ölçeğinin Cronbach Alpha değeri 0,983 olup bu değer araştırma ölçeğinin güvenilirliğinin yüksek olduğunu göstermektedir. Ölçekler ayrı ayrı olarak Cronbach Alpha değerleri incelendiğinde strateji, kültür, teknoloji ve yönetim ölçeklerinin yüksek güvenilir, süreç ölçeğinin güvenilir olduğu görülmektedir.

3.5.4. Katılımcıların Strateji, Kültür, Teknoloji, Yönetişim ve Süreçler Boyutlarına Yönelik Değerlendirmeleri

Tablo 3.4'te firmaların dijital olgunluk analizinde strateji boyutuna da dijital eylem plan ve fikirlerine yönelik değerlendirmelerini ölçmek amacıyla sorular ve elde edilen cevaplara ilişkin aritmetik ortalama ve standart sapma sonuçları verilmiştir.

Tablo 3.4 Strateji Boyutuna İlişkin Dijital Olgunluk Ölçeğine Ait Tanımlayıcı İstatistikler

	Ortalama	Standart Sapma
Firmamız stratejik plan çalışmalarını düzenli olarak yürütmektedir.	4,92	,856
Firmamızın son beş yıl içerisinde yürüttüğü stratejik plan çalışmalarında dijitalleşme kavramı kullanılmaktadır.	4,48	,975
Firmamız dijital stratejisini ve dijital dönüşüm vizyonunu tüm çalışanlarıyla paylaşmaktadır.	3,53	1,061
Firmamızın iş planı ve stratejisi için uygulanan süreçler dijital dönüşüm hedefleri ile yürütülmektedir.	4,01	,940
Firmamız dijital dönüşüm stratejisine özgü performans göstergeleri (verimlilik değerleri, dönüştürülen süreç sayısı, maliyet indirimi, hedeflerindeki değişim vb.) kullanmaktadır.	3,99	,980
Dijital strateji tamamen performans göstergeleri ile üst yönetim tarafından izlenmektedir.	3,88	1,046
Firmamızın dijital dönüşüm stratejisi performans hedeflerine göre şekillendirilmektedir.	3,84	1,006
Firmamızın öngördüğü dijital dönüşüm stratejisinin performans hedeflerine ulaşma derecesine göre yatırım planları yenilenmekte ve geliştirici veya düzeltici yatırım bütçeleri oluşturulmaktadır.	3,84	1,016
Firmamızın tüm çalışanları işletmenin dijital stratejisine bireysel değerini katarak dijital dönüşümün gelişimine katkı sağlamaktadır.	3,62	1,135
Genel Olarak Strateji Algısı	4,0118	,89211

Tablo 3.4'te göre, katılımcıların firmaların dijital olgunluk analizinde strateji boyutunda dijital eylem plan ve fikirlerine yönelik değerlendirmelere verdikleri cevapların genel ortalaması 4,0118'dir. Katılımcı firmaların sorulara verdikleri cevaplara göre en yüksek iki

değer 4,92 ortalamayla “Firmamız stratejik plan çalışmalarını düzenli olarak yürütmektedir.” ifadesi, diğer yüksek değer ise 4,48 ortalamayla “Firmamızın son beş yıl içerisinde yürüttüğü stratejik plan çalışmalarında dijitalleşme kavramı kullanılmaktadır.” sorusu takip etmektedir. En düşük ortalamaya sahip iki değer ise 3,53 ortalamayla “Firmamız dijital stratejisini ve dijital dönüşüm vizyonunu tüm çalışanlarıyla paylaşmaktadır.” ve 3,62 ortalamayla “Firmamızın tüm çalışanları işletmenin dijital stratejisine bireysel değerini katarak dijital dönüşümün gelişimine katkı sağlamaktadır.” ifadeleridir. Elde edilen ortalamalar doğrultusunda, katılımcı firmaların yetenekleri ve kaynaklarına göre dijital dönüşüm stratejisine yönelik bir vizyon oluşturdıkları söylenebilir.

Tablo 3.5’de katılımcıların, dijital olgunluk analizinde kültür boyutun da dijitalleşmeye ilişkin geliştirilen yeni fikirlerin ve uygulamaların kurumsal iş yapma biçimine yönelik sorular ve elde edilen cevaplara ilişkin aritmetik ortalama ve standart sapmalar verilmiştir.

Tablo 3.5 Kültür Boyutuna İlişkin Dijital Olgunluk Ölçeğine Ait Tanımlayıcı İstatistikler

	Ortalama	Standart Sapma
Firma yönetimi iş süreçlerinin dijital dönüşümüne tam destek vermektedir.	4,06	,912
Firmamızın farklı birimleri arasında dijital veri paylaşımı sorunsuz gerçekleşmektedir.	4,03	,908
Firmamızın dijital faaliyetlerinde müşteriler ile kurulan ilişkiler ölçüt olarak kullanılmaktadır.	3,63	1,007
Firmamız çalışanlarının dijital yeteneklerini arttırmak için sürekli yatırımlar yapmaktadır	3,68	,958
Firmamız dijital hedeflerini ve anahtar performans göstergelerini (verimlilik değerleri, dönüştürülen süreç sayısı, maliyet indirimi hedeflerindeki değişim gibi) desteklemek için dijital yöntemler kullanmaktadır.	3,68	1,036
Firmamız iş yapma biçimini geliştirmek için dış paydaşlarla olan etkileşimini sürekli	3,74	,995
Firmanın kurumsal kimliği dijital iletişimde yer almaktadır.	3,91	1,301
Genel Olarak Kültür Algısı	3,8187	,88830

Tablo 3.5’e göre katılımcıların, kültür boyutun da dijitalleşmeye ilişkin geliştirilen yeni fikirlerin ve uygulamaların kurumsal iş yapma biçimine yönelik verdiklerin cevapların genel ortalaması 3,8187’dir. Katılımcıların ifadelere verdikleri cevaplara göre; en yüksek iki değer 4,06 ortalamayla “Firma yönetimi iş süreçlerinin dijital dönüşümüne tam destek vermektedir.” İfadesi olup, bu ifadeyi 4.03 ortalamayla “Firmamızın farklı birimleri arasında dijital veri paylaşımı sorunsuz gerçekleşmektedir.” ifadesi takip etmektedir. En düşük ortalamaya sahip

iki değer ise 3.63 ortalamaıyla “Firmamızın dijital faaliyetlerinde müşteriler ile kurulan ilişkiler ölçüt olarak kullanılmaktadır.” ifadesidir. Elde edilen ortalamalar doğrultusunda, katılımcıların iş yapma biçimlerini dijitalle dönüştürebilmek için doğru bir kültürel altyapıya sahip olmakla beraber, dijitalleşmeyi firma iş yapma biçimine adapte etmeye önem verdikleri söylenebilir.

Tablo 3.6’ya göre katılımcıların, dijital olgunluk analizinde teknoloji boyutun da işletmenin mevcut teknolojileri ve sahip olmayı hedeflediği teknolojilerin kurum üzerindeki faydalarını ve uygulanabilirliklerine yönelik sorular ve elde edilen cevaplara ilişkin aritmetik ortalama ve standart sapmalar verilmiştir.

Tablo 3.6 Teknoloji Boyutuna İlişkin Dijital Olgunluk Ölçeğine Ait Tanımlayıcı İstatistikler

	Ortalama	Standart Sapma
Firmamız dijital iş uygulamaları için gerekli teknolojiye sahiptir.	4,02	1,052
Firmamız dijital veri toplama teknolojilerini kullanmaktadır.	4,05	1,074
Firmamızda dijital iş uygulamaları içerisinde SMAC (sosyal, mobil, analitik ve bulut) teknolojileri yer almaktadır.	4,15	1,130
Firmamızın bilgi ve iletişim olanakları dijital hizmetlerin sunumu için sürekli geliştirilmektedir.	3,78	1,070
Firmamız dijital dönüşüm hedeflerinde yer alan teknolojik yetkinlik seviyesine uygun altyapıya sahiptir.	3,63	1,071
Firmamız ürün ve hizmetlerinde dijital teknolojik özellikler içermektedir.	2,67	1,417
Firmamızın iş süreç ve hizmetleri dijital araçlarla optimizasyona tabidir.	3,70	1,051
Firmamız teknoloji tasarımlarına dijital dönüşüm hedefleri yön vermektedir.	3,56	1,003
Genel Olarak Teknoloji Algısı	3,6959	,94586

Tablo 3.6’ya göre katılımcıların mevcut teknolojileri ve sahip olmayı hedeflediği teknolojilere yönelik verdiklerin cevapların genel ortalaması 3,6959’dur. Katılımcıların, ifadelere verdikleri cevaplara göre en yüksek iki değer 4,15 ortalamaıyla “Firmamızda dijital iş uygulamaları içerisinde SMAC (sosyal, mobil, analitik ve bulut) teknolojileri yer almaktadır.” bu ifadeyi 4,05 ortalamaıyla “Firmamız dijital veri toplama teknolojilerini kullanmaktadır.” ifadesi takip etmektedir. En düşük ortalamaoya sahip iki değer ise 3,56 ortalamaıyla “Firmamız teknoloji tasarımlarına dijital dönüşüm hedefleri yön vermektedir.” ve 3,63 ortalamaıyla “Firmamız dijital dönüşüm hedeflerinde yer alan teknolojik yetkinlik seviyesine uygun altyapıya sahiptir.” ifadeleridir. Elde edilen ifadelere göre, katılımcıların firmalarda dijital

teknolojilerin kullanılması ve adaptasyonuna yönelik vizyonları olduğu ve dijital teknolojilerin firmada kullanılıp ve bu doğrultuda yatırım yapıldığı söylenebilir.

Tablo 3.7’de katılımcıların, dijital olgunluk analizinde yönetim boyutun da dijital yönetim kılavuzlarını varlığını ve dijital çalışmalarının kontrollerini ve denetimini içermeye yönelik sorular ve elde edilen cevaplara ilişkin aritmetik ortalama ve standart sapmalar verilmiştir.

Tablo 3.7 Yönetişim Boyutuna İlişkin Dijital Olgunluk Ölçeğine Ait Tanımlayıcı İstatistikler

	Ortalama	Standart Sapma
Firma yönetimi, dijital dönüşümü başarı için kritik bir unsur olarak görmektedir.	4,34	,899
Firma hedeflerimiz, iş modellerimizi ve süreçlerimizi dijital dönüşüm hedeflerine göre; yeniden düşünmeyi, yeniden tasarlamayı ve yeniden uygulamayı kapsamaktadır.	4,12	,896
Firmanın yönetim anlayışı, iş modellerini yeniden düşünme, tasarlama ve uygulama aşamalarında dijital müşteri deneyimini temel almaktadır.	3,88	,840
Firmamızın yönetim anlayışı, dijital dönüşüm için gerekli kurum içi davranışları ve programları dönüştürmeyi teşvik etmektedir.	3,66	,899
Firmamızın yönetim anlayışı, farklı iş birimlerinde yer alan kişileri dijital iletişim kanalları kullanarak bir araya getirmektedir.	3,64	,934
Firmamızın yönetim anlayışı, kurumsal inovasyonu hedeflemekte ve kurumsal yöntemler geliştirmek için planlama ve uygulama aktiviteleri gerçekleştirmektedir.	3,66	,888
Firma yönetimi dijital hizmet sunumu için iş ortaklığına sahiptir.	3,61	,949
Genel Olarak Yönetişim Algısı	3,8448	,80150

Tablo 3.7’ye göre katılımcıların, dijital çalışmalarının kontrollerini ve denetimini içermeye yönelik cevapların genel ortalaması 3,8448’dir. Katılımcıları, ifadelere verdikleri cevaplara göre; en yüksek iki değer 4,34 ortalama ile “Firma yönetimi, dijital dönüşümü başarı için kritik bir unsur olarak görmektedir.” İfadesi olup, bu ifadeyi 4,12 ortalama ile “Firma hedeflerimiz, iş modellerimizi ve süreçlerimizi dijital dönüşüm hedeflerine göre; yeniden düşünmeyi, yeniden tasarlamayı ve yeniden uygulamayı kapsamaktadır.” İfadesi takip etmektedir. En düşük ortalama sahip değer ise 3,61 ortalama ile “Firma yönetimi dijital hizmet sunumu için iş ortaklığına sahiptir.” ifadesidir. Elde edilen ifadelere göre, firmaların yönetimi, değişimi, sürekli iyileştirme yönünde desteklenmekte ve sektörel rekabet gücünü

arttırmak için karar verme süreçlerinde veri toplama, veriyi bilgiye dönüştürme ve paylaşımında dijital teknolojileri kullanmakta olduğu söylenebilir.

Tablo 3.8’de katılımcıların dijital olgunluk analizinde süreçler boyutuna da firmaların bünyesindeki temel faaliyetler ve dış paydaşlarla oluşturulan iş yapma yöntemlerinin dijital hale getirilmesine yönelik sorular ve elde edilen cevaplara ilişkin aritmetik ortalama ve standart sapmalar verilmiştir.

Tablo 3.8 Süreçler Boyutuna İlişkin Dijital Olgunluk Ölçeğine Ait Tanımlayıcı İstatistikler

	Ortalama	Standart Sapma
Firmamız süreçlerinde dijital içerik ve araçları kullanmaktadır.	3,90	,898
Dijital dönüşüm programları firma içinde henüz koordine edilmemiş durumdadır.	2,78	1,190
Firmanın iş süreçleri dijital dönüşüm hedefleriyle uyumlu hale getirilmiştir.	3,66	,920
Dijital dönüşüm firma süreçlerimiz için rekabetçi üstünlük değeri yaratmıştır.	3,78	1,024
Firmamız dijital teknolojileri mevcut ve yeni oluşturulacak iş süreçlerini dönüştürmek için kullanır.	3,62	1,008
Firmamızın yetkinlikleri dijital süreçlerle tanımlanabilir.	3,51	1,043
Firma süreçlerinde "müşteri deneyimi" deneyimini dijital kanallarla kullanılabilir hale getiriyoruz.	2,89	1,379
Genel Olarak Süreçlere İlişkin Algısı	3,4492	,70897

Tablo 3.8’e göre katılımcı firmaların bünyesindeki temel faaliyetler ve dış paydaşlarla oluşturulan iş yapma yöntemlerinin dijital hale getirilmesine yönelik verdikleri cevapların genel ortalaması 3,4492’dir. Katılımcıların verdikleri cevaplara ilişkin; en yüksek iki değer 3,90 ortalamayla “Firmamız süreçlerinde dijital içerik ve araçları kullanmaktadır.” ifadesi olup, bu ifadeyi 3,78 ortalamayla “Dijital dönüşüm firma süreçlerimiz için rekabetçi üstünlük değeri yaratmıştır.” ifadesi takip etmektedir. En düşük ortalamaya sahip iki değer ise 2,78 ortalamayla “Dijital dönüşüm programları firma içinde henüz koordine edilmemiş durumdadır.” ve 2,89 ortalamayla “Firma süreçlerinde "müşteri deneyimi" deneyimini dijital kanallarla kullanılabilir hale getiriyoruz.” ifadeleridir. Elde edilen ifadelere göre, dijitalleşen süreçlerde müşteriler ve operasyonlarla ilgili veriler toplanmakta ancak bu verilerin karar alma süreçlerinde kullanılabilir hale gelmesi için bazı değişikliklerin yapılması gerektiği söylenebilir.

3.5.5. Strateji, Kültür, Teknoloji, Yönetişim, Süreçler Boyutlarının Sektörlere Göre Karşılaştırılması

Tablo 3.9’da katılımcı firmaların strateji, kültür, teknoloji, yönetim ve süreçler boyutlarının Erzurum ilinde üretim yapan işletmelerin sektörler göre karşılaştırılmasına yönelik ortalamalar verilmiştir.

Tablo 3.9 Strateji, Kültür, Teknoloji, Yönetişim, Süreçler Boyutlarının Sektör Karşılaştırılması

Sektör		N	Mean	Std. Deviation
Gıda ürünleri ve içecek	Strtejigentop	38	3,9240	,99619
	Kltrgentop	38	3,7632	,95183
	Tknljgentop	38	3,4737	,93232
	Yntsmgentop	38	3,7707	,80985
	Srcgentop	38	3,4286	,73446
Mobilya	Strtejigentop	5	4,1333	,52938
	Kltrgentop	5	4,0857	,72562
	Tknljgentop	5	4,0750	,66497
	Yntsmgentop	5	4,1714	,40908
	Srcgentop	5	3,6571	,38598
Kimyasal madde ve ürünler	Strtejigentop	11	4,2626	,81540
	Kltrgentop	11	4,0260	,96218
	Tknljgentop	11	3,8864	1,02386
	Yntsmgentop	11	3,9351	,82651
	Srcgentop	11	3,6883	,84472
Metalik olmayan diğer ürünler	Strtejigentop	20	4,3556	,54743
	Kltrgentop	20	4,1357	,71725
	Tknljgentop	20	4,1313	,66944
	Yntsmgentop	20	4,1143	,51320
	Srcgentop	20	3,5000	,58168

Tablo 3.9 (devamı)

Sektör		N	Mean	Std. Deviation
Plastik ve kauçuk ürünleri	Strtejigentop	6	3,2963	,96779
	Kltrgentop	6	3,0714	,69253
	Tknljgentop	6	2,9792	,85300
	Yntsmgentop	6	3,3810	,98837
	Srcgentop	6	3,1190	,48164
Elektrikli ve optik donanım	Strtejigentop	9	4,5556	,42310
	Kltrgentop	9	4,2381	,67386
	Tknljgentop	9	4,4722	,75977
	Yntsmgentop	9	4,3175	,59666
	Srcgentop	9	3,8413	,73347
Kağıt ürünleri	Strtejigentop	2	3,5556	,62854
	Kltrgentop	2	3,2143	,30305
	Tknljgentop	2	3,5000	,70711
	Yntsmgentop	2	3,7857	,70711
	Srcgentop	2	2,9286	,30305
Ağaç ürünleri	Strtejigentop	3	2,4074	,35717
	Kltrgentop	3	2,3810	,16496
	Tknljgentop	3	2,1667	,40182
	Yntsmgentop	3	2,2857	,24744
	Srcgentop	3	2,3810	,59476
Tekstil ürünleri, giyim eşyası	Strtejigentop	10	3,8333	,90760
	Kltrgentop	10	3,6571	,77137
	Tknljgentop	10	3,5000	,90523
	Yntsmgentop	10	3,6571	,93119
	Srcgentop	10	3,3286	,69351

Tablo 3.9'a göre katılımcı firmaların Strateji, Kültür, Teknoloji, Yönetişim, Süreçler boyutlarının sektörler doğrultusunda verdikleri cevapların ortalamaları incelenmiştir. Gıda ve içecek sektöründe katılımcıların ifadelerine verdikleri cevaplara göre; en yüksek değer 3,92 ortalama ile strateji boyutu olup, en düşük değer 3,42 ortalama ile süreçler boyutudur. Mobilya sektöründe katılımcıların ifadelerine verdikleri cevaplara göre; en yüksek değer 4,17 ortalama ile yönetim boyutu olup, en düşük değer 3,65 ortalama ile süreçler boyutudur. Kimyasal madde ve ürünler sektöründe katılımcıların ifadelerine verdikleri cevaplara göre; en yüksek değer 4,26 ortalama ile strateji boyutu olup, en düşük değer ise 3,68 ortalama ile süreçler boyutudur. Metalik olmayan diğer ürünler sektöründe katılımcıların ifadelerine verdikleri cevaplara göre; en yüksek değer 4,35 ortalama ile strateji boyutu olup, en düşük değer ise 3,50 ortalama ile süreçler boyutudur. Plastik ve kauçuk sektöründe katılımcıların ifadelerine verdikleri cevaplara göre; en yüksek değer 3,38 ortalama ile yönetim boyutu olup, en düşük değer ise 2,97 ortalama ile teknoloji boyutudur. Elektrikli ve optik donanım sektöründe katılımcıların ifadelerine verdikleri cevaplara göre; en yüksek değer 4,55 ortalama ile strateji boyutu olup, en düşük değer ise 3,84 ortalama ile süreçler boyutudur. Kâğıt ürünleri sektöründe katılımcıların ifadelerine verdikleri cevaplara göre; en yüksek değer 3,78 ortalama ile yönetim boyutu olup, en düşük değer ise 2,92 ortalama ile süreçler boyutudur. Ağaç ürünleri sektöründe katılımcıların ifadelerine verdikleri cevaplara göre; en yüksek değer 2,40 ortalama ile strateji boyutu olup, en düşük değer ise 2,16 ortalama ile teknoloji boyutudur. Tekstil ürünleri, giyim eşyası sektöründe katılımcıların ifadelerine verdikleri cevaplara göre; en yüksek değer 3,83 ortalama ile strateji boyutu olup, en düşük değer ise 3,32 ortalama ile süreçler boyutudur. Elde edilen verilere göre, metalik olmayan diğer ürünler ve elektrikli ve optik donanım sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin boyutlarda ortalamaları yüksek olup, ağaç ürünleri ve kâğıt ürünleri sektörlerinin ortalamaları düşük olduğu gözlemlenmiştir. Genel olarak sektörlerin strateji ve kültür boyutuna ait ortalamaların yüksek olduğu süreçler boyutunun ortalama değerlerinin düşük olduğu tespit edilmiştir.

3.6. İŞLETMELERİN DİJİTAL OLGUNLUK SEVİYELERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Çalışmada değerlendirilen İZKA Dijital Olgunluk Modelinin seviyeleri (Dijital Usta, Dijitalde Trend Takipçisi, Dijitalde Yeni ve Gelenekçi);

Dijital Usta firmalar kendi dijital dönüşümlerini büyük ölçüde tamamlamış firmalardır. Bu firmalar gerekli teknoloji, stratejik perspektif, örgüt kültürü ve yönetim becerilerine

sahiptirler. Tüm süreçleri dijital platformlardan izlenebilir ve entegre bir biçimde çalışmaktadır. Bu firmaların bir sonraki adımının büyük veri analitiği ile daha derinlemesine verimlilik ve etkinlik analizleri yapması olarak söylenebilir. Erzurum ilinde üretim yapan işletmelerde araştırmaya katılan 104 firma içerisinde 23 tane firma dijital usta kategorisinde yer almıştır. Dördüncü Çeyrek 172-228 Puan Aralığı (Dijital Usta) şeklinde belirlenmiştir. Bu işletmeler strateji, kültür, teknoloji, yönetim ve süreçler boyutlarından genel olarak yüksek ortalamaya sahiptirler. Bu kategoride çoğunlukla elektrikli ve optik donanım, metalik olmayan diğer ürünler ve gıda ve içecek sektöründe yer alan işletmeler yer almaktadır.

Dijital Trend Takipçisi firmalar dijital dönüşüm için bazı iş fonksiyonlarında ilerleme kaydetmiş ancak henüz veriden değer yaratma konusunda ve süreçleri birbirine entegre etme konusunda yol alması gereken firmalardır. Erzurum ilinde üretim yapan işletmelerde araştırmaya katılan 104 firma içerisinde 52 tane firma dijital trend takipçisi kategorisinde yer almıştır. Elde edilen verilere göre Erzurum ilinde araştırmaya katılan işletmelerin dijital olgunluk seviyelerinin dijital trend takipçisi kategorisinde yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. Üçüncü Çeyrek 115-171 Puan Aralığı (Dijital Trend Takipçisi) şeklinde belirlenmiştir. Bu işletmeler strateji, kültür ve yönetim boyutlarından yüksek ortalamalara sahipken teknoloji ve süreçler boyutundan daha düşük ortalamalara sahiptirler. Bu kategoride çoğunlukla gıda ve içecek, tekstil ve giyim eşyası, kimyasal madde ve ürünler sektörlerine ait işletmeler yer almaktadır.

Dijitalde yeni firmalar dijital dönüşümün genel olarak ne anlama geldiğini anlamış, bazı iş fonksiyonlarında bu konuda uygulamalar yaparak dijital dönüşümün olası avantajlarını tecrübe etme fırsatı yakalamışlardır. Çalışanları sürece katmak ve değişime olan dirençlerini yok etmek ancak kültürel değişimlerle sağlanabilecektir. Bu firmaların daha ileriye gitmeleri ancak profesyonel bir destek ve kendilerine özel bir yol haritası geliştirilmesi ile olabilir. Erzurum ilinde üretim yapan işletmelerde araştırmaya katılan 104 firma içerisinde 26 tane firma dijitalde yeni kategorisinde yer almıştır. İkinci Çeyrek 58-114 Puan Aralığı (Dijitalde Yeni) şeklinde belirlenmiştir. Bu kategoride yer alan işletmelerin strateji ve kültür boyutlarından yüksek ortalamalara sahipken teknoloji, yönetim ve süreçler boyutlarından düşük ortalamalar elde edilmiştir. Dijitalde yeni firmalar çoğunlukla mobilya, plastik ve kauçuk ürünler sektörlerine ait işletmeler yer almaktadır.

Gelenekçi firma bazen içinde bulunduğu sektör gereği bazen ise kendi alışkanlıkları ve süregelen iş yapma biçimine uygun olarak davranır. Gelişmelere duyarsız olmasa da değişim

bu firmalar için radikal kararlar almayı gerektirir. Erzurum ilinde üretim yapan işletmelerde araştırmaya katılan 104 firma içerisinde 3 tane firma gelenekçi kategorisinde yer almıştır. Birinci Çeyrek 0-57 Puan Aralığı (Gelenekçi) şeklinde belirlenmiştir. Bu kategoride yer alan işletmeler strateji, kültür, teknoloji, yönetim ve süreçler boyutlarında oldukça düşük ortalamalara sahiptir. Gelenekçi firmalara kâğıt ve ağaç ürünlerine ait sektörlerde yer almaktadırlar.

3.7. DİJİTAL OLGUNLUK SEVİYELERİNİN SEKTÖRLERE GÖRE DAĞILIMI

Tablo 3.10’da Erzurum ilinde üretim yapan katılımcı firmaların İZKA Dijital Olgunluk Modeline göre, dijital olgunluk seviyelerinin sektörler bazında dağılımı araştırmadan elde edilen verilere göre sunulmuştur.

Tablo 3.10 Olgunluk Seviyelerinin Sektörlere Göre Dağılımı

Dijital Olgunluk Seviyeleri Sektörler	Dijital Usta	Dijitalde Trend Takipçisi	Dijitalde Yeni	Gelenekçi
Gıda ürünleri ve içecek	8	17	11	2
Mobilya	1	3	1	
Kimyasal madde ve ürünler	3	5	3	
Metalik olmayan diğer ürünler	5	12	3	
Plastik ve kauçuk ürünleri	1	4	1	
Elektrikli ve optik donanım	3	5	1	
Kâğıt ürünleri		2		
Ağaç ürünleri			2	1
Tekstil ürünleri, giyim eşyası	2	4	4	

Tablo 3.10’a göre katılımcı firmaların dijital olgunluk seviyelerinin sektörler doğrultusunda dağılımı verilmiştir. Araştırmaya katılan 104 firma içerisinde; 23 firma Dijital Usta, 52 firma Dijitalde Trend Takipçisi, 26 firma Dijitalde Yeni ve 3 firma Gelenekçi

kategorisinde sıralanmıştır. Elde edilen verilere göre, dört dijital olgunluk seviyesinde yer alan tek sektör gıda ve içecek firmalarıdır. Gıda ve içecek sektöründe; en yüksek iki değer 17 firmayla dijitalde trend takipçisi ve 11 firmayla dijitalde yeni seviyesi olup, en düşük değer 2 firmayla gelenekçi seviyesidir. Dijital usta seviyesinde en çok firmanın yer aldığı sektör gıda ve içecek sektörü olmuştur. Mobilya sektöründe; araştırmaya katılan 5 firma içerisinde 3 firma dijitalde trend takipçisinde yoğunlaşmıştır. Kimyasal madde ve ürünler sektöründe; araştırmaya katılan 11 firma içerisinde en çok dijitalde trend takipçisi seviyesinde eşit sayıda firma dijital usta ve dijitalde yeni seviyelerinde sıralanmıştır. Metalik olmayan diğer ürünler sektöründe; en yüksek değer 12 firmayla dijitalde trend takipçisi seviyesinde yer alırken dijital usta ve dijitalde yeni seviyeleri yakın değerlerle takip etmektedir. Plastik ve kauçuk ürünleri sektöründe; araştırmaya katılan 6 firma içerisinde 4 firma dijitalde trend takipçisi seviyesinde yoğunlaşmıştır. Elektrikli ve optik donanım sektöründe; araştırmaya katılan 9 firma içerisinde 5 firma dijitalde trend takipçisi seviyesinde yer almış ve 3 firma dijital usta seviyesinde sıralanmıştır. Kâğıt ürünleri sektöründe çalışmaya katılan sadece 2 firma dijitalde trend takipçisi seviyesinde yer almıştır. Ağaç ürünleri sektöründe katılımcı 3 firmadan 1 tanesi gelenekçi seviyesinde yer almış 2 firma dijitalde yeni seviyesindedir. Gıda sektöründen sonra gelenekçi seviyesinde firmaya sahip ikinci sektör ağaç ürünleridir. Tekstil ürünleri ve giyim eşyası sektöründe, çalışmaya katılan 10 firma içerisinde dijitalde trend takipçisi ve dijitalde yeni seviyeleri 4 firma ile eşit sayıda yer alırken 2 firma dijital usta kategorisinde yer almıştır.

Elde edilen veriler doğrultusunda, en çok katılımcının olduğu sektör gıda ve içecek sektörü olduğu en az katılımcı ise kâğıt ürünleri sektöründe olduğu görülmüştür. Dijital olgunluk seviyelerinin en yüksek olduğu sektör gıda ve içecek sektörü olup metalik olmayan diğer ürünler sektörü takip etmektedir. Dijital olgunluk seviyelerinin en düşük olduğu sektörler ise, kâğıt ve ağaç ürünleri sektörleri olduğu belirlenmiştir.

SONUÇ

Araştırma Erzurum ilinde üretim yapan işletmelerin, Dijital Olgunluk seviyelerini ölçmek ve değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Bu konuda yapılan araştırmalar sınırlı sayıdadır. Bu noktada, bir ildeki işletmeler için çalışma yapılmış olması Endüstri 4.0 hazırlığını değerlendirme ve Dijital Olgunluğu tespit etme açısından önem arz etmektedir.

İzmir Kalkınma Ajansı tarafından işletmelerin dijital olgunluk seviyesini belirlemek için geliştirilen İZKA Dijital Olgunluk Modeli çalışmada kullanılmıştır. Birçok farklı olgunluk modelleri arasından bu modelin tercih edilmesinin sebebi; ülkemizin dinamikleriyle uyumlu ve anlaşılabilir olması. İZKA Dijital Olgunluk Modelinin alt boyutları (Strateji, Kültür, Teknoloji, Yönetişim ve Süreçler) arasında pozitif yönlü ve anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür. Bu bağlamda, dijital olgunluk seviyesi yüksek olan işletmelerin Strateji, Kültür, Teknoloji, Yönetişim ve Süreçler boyutları seviyelerinin yüksek olduğu söylenebilir.

Çalışma Erzurum ilinde farklı sektörlerde sanayi kapasite geçerlilik süresi devam eden üretim yapan 161 işletmenin tamamına ulaşılmaya çalışılmış ancak 104 işletme ile çalışma yapılmıştır. Araştırmada nicel araştırma tekniği olan anket uygulaması işletmelerde gerçekleştirilmiştir.

Anket uygulaması sonucunda elde edilen veriler işletmelere ait demografik bilgiler ve katılımcıların Strateji, Kültür, Teknoloji, Yönetişim ve Süreçler boyutlarına yönelik değerlendirilmesi yapılmıştır. İZKA Dijital Olgunluk Modeline göre işletmelere her bir boyut 1 en düşük ve 6 en yüksek olarak yapılan ölçekte strateji boyutu 4.01, kültür boyutu 3.81, teknoloji boyutu 3.69, yönetim boyutu 3.84 ve süreçler boyutu 3.44 ortalamaya sahip olduğu belirlenmiştir. Genel olarak güvenilirlik analizi sonucu 0,983 bulunmuştur.

Çalışmada değerlendirilen İZKA Dijital Olgunluk Modelinin alt boyutları (Strateji, Kültür, Teknoloji, Yönetişim ve Süreçler);

Strateji boyutunda seviyesi yüksek olan Erzurum ilinde üretim yapan işletmelerin, dijital yetenekleri ve kaynaklarına göre dijital dönüşüm stratejisine yönelik bir vizyon oluşturmuşlardır. İşletmenin genel stratejik planı veya stratejik yatırımları ile dijital dönüşüm planı arasındaki bağı kurmakta güçlü oldukları söylenebilir. Strateji boyutunda seviyesi düşük olan Erzurum ilinde üretim yapan işletmelerin, iş süreçlerine yönelik net belirlenmiş dijital dönüşüm plan stratejisi geliştirilmemiştir. Sınırları belirlenmiş bir dijitalleşme stratejisi oluşturmaya ve iş süreçlerinin dijitalleşmesi için yatırım yapmaya ihtiyaç vardır.

Kültür boyutunda seviyesi yüksek olan Erzurum ilinde üretim yapan işletmelerin, dijital teknolojilerin firma iş yapma biçimine adapte edilmesinde güçlü bir kültüre sahip oldukları söylenebilir. Ayrıca dijital süreçlerle iş yapma ölçütlerinde güçlüdürler. Kültür boyutunda seviyesi düşük olan Erzurum ilinde üretim yapan işletmelerin, dijitalleşen iş süreç sayısı oldukça azdır ve dijital süreçlerle iş yapma ölçütlerinde düşük seviyede yer alırlar. Dijital dönüşüm adaptasyonuna yönelik ilgi ve istekleri azdır. Dijital dönüşüm yatırım planları başlangıç düzeyindedir. Dijital dönüşüm sürecine uyum sağlama korkusu ve çalışanların değişime direncini en aza indirmek için eğitim planları düzenlemeleri gerekmektedir.

Teknoloji boyutunda seviyesi yüksek olan Erzurum ilinde üretim yapan işletmelerin, dijital teknolojilerin kullanılması ve adaptasyonuna yönelik net bir vizyona sahiptirler. İşletmelerin temel dijital yetkinliklerini, rekabetçi üstünlük yaratacak biçimde değiştirecek dijital teknolojileri benimseme düzeyinin yüksek olduğu söylenebilir. Teknoloji boyutunda seviyesi düşük olan Erzurum ilinde üretim yapan işletmelerin, ana faaliyetleri ve operasyonel süreçleri geleneksel yöntemler ile sürdürülmekte ve işletmelerde mevcut bilişim sistemlerin birbirleriyle entegrasyonu sınırlı düzeydedir. Teknolojik ihtiyaçlar belirli plan doğrultusunda değil kişisel deneyimlere göre belirlenmektedir. Bu işletmelerin dijital teknolojilerin kazanımı ve yatırımlarını firma hedeflerine göre belirlemeleri gerekmektedir.

Yönetişim boyutunda seviyesi yüksek olan Erzurum ilinde üretim yapan işletmelerin, dijital yönetim yol haritasının varlığını ve dijital çalışmalarının kontrollerinin ve denetimlerinin yapıldığı söylenebilir. Çalışanların karar alma sürecine katılmakta ve yönetim dijitalleşmeyi desteklemektedir. Yönetişim boyutunda seviyesi düşük olan Erzurum ilinde üretim yapan işletmelerin, karar alma süreçleri dijital dönüşüm hedefleri doğrultusunda değil kişisel deneyimlere göre verilmektedir. Karar verme süreçlerden elde edilen veri doğrultusunda göre şekillenmemektedir. Yönetişim boyutunda çalışanları işbirlikçi davranış sergileme ve inovasyon yapma yetkinliklerini azaltan yönetim anlayışı ve yetersiz iletişim gibi yönetsel engeller vardır. Bu sebeple birimler arasında uyumsuzluk söz konusudur. Yönetişime etki edecek işletme fonksiyonlarının uyumu ve hedefler doğrultusunda bütünleşik çalışmanın belirlenmesi bu noktada operasyonel çevikliğe katkı sağlayabilecektir.

Süreçler boyutunda seviyesi yüksek olan Erzurum ilinde üretim yapan işletmelerin, temel faaliyetleri ve dış paydaşlarla oluşturulan iş yapma yöntemlerinin dijital hale getirildiği söylenebilir. Dijitalleşen iş süreçleri müşteriler ve operasyonlarla ilgili verileri sistematik olarak toplanmaktadır. Süreçler boyutunda seviyesi düşük olan Erzurum ilinde üretim yapan

işletmelerin, süreçleri geleneksel yöntemler ile yürütülmektedir. Bu işletmelerin dijital teknolojileri kullanılacağı süreç sayısı oldukça azdır. Dijital teknolojilerin süreçlerde aktif kullanarak fırsatlarından yararlanma konusunda oldukça zayıftırlar. Bu işletmeler, süreçlerinde dijitalleşebilecek alanları tespit ederek dijital dönüşüm stratejisi doğrultusunda ilerlemesi faydalı olacaktır.

İZKA Dijital Olgunluk Modeli kategorileri 6'lı likert leği puan skalası ile sınırlandırılmıştır. Toplam puan (38 soru x 6 puan) 228 puan çeyreklik dilimler halinde dörde ayrılmıştır. Birinci eyrek 0-57 Puan Aralığı (Gelenekçi), İkinci eyrek 58-114 Puan Aralığı (Dijitalde Yeni), nc eyrek 115-171 Puan Aralığı (Dijital Trend Takipçisi), Dördüncü eyrek 172-228 Puan Aralığı (Dijital Usta) şeklinde belirlenmiştir. Erzurum ilinde çalışmaya katılan 104 firma içerisinde birinci çeyrekte yer alan gelenekçi işletme sayısı 3, ikinci çeyrekte dijitalde yeni kategorisinde olan işletme sayısı 26, nc çeyrekte dijital trend takipçisi olan işletme sayısı 52 ve dördüncü çeyrekte dijital usta kategorisinde olan işletme sayısı 23 olarak belirlenmiştir. Araştırmaya katılan işletmeler dijital olgunluk seviyelerinin dijital trend takipçisi kategorisinde yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. Dijital usta ve dijitalde yeni kategorisi yakın değerlerle takip etmektedir.

Çalışmada değerlendirilen İZKA Dijital Olgunluk Modelinin seviyeleri (Dijital Usta, Dijitalde Trend Takipçisi, Dijitalde Yeni ve Gelenekçi);

Dördüncü eyrek 172-228 Puan Aralığı (Dijital Usta) şeklinde belirlenmiştir. Erzurum ilinde araştırmaya katılan 104 firma içerisinde 23 tane firma dijital usta kategorisinde yer almıştır. Bu işletmeler strateji, kültür, teknoloji, yönetişim ve süreçler boyutlarından genel olarak yüksek ortalamaya sahiptirler. Bu kategoride çoğunlukla elektrikli ve optik donanım, metalik olmayan diğer ürünler ve gıda ve içecek sektöründe yer alan işletmeler yer almaktadır.

nc eyrek 115-171 Puan Aralığı (Dijital Trend Takipçisi) şeklinde belirlenmiştir. Araştırmaya katılan 104 firma içerisinde 52 tane firma dijital trend takipçisi kategorisinde yer almıştır. Elde edilen verilere göre Erzurum ilinde araştırmaya katılan işletmelerin dijital olgunluk seviyelerinin dijital trend takipçisi kategorisinde yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. Bu işletmeler strateji, kültür ve yönetişim boyutlarından yüksek ortalamalara sahipken teknoloji ve süreçler boyutundan daha düşük ortalamalara sahiptirler. Bu kategoride çoğunlukla gıda ve içecek, tekstil ve giyim eşyası, kimyasal madde ve ürünler sektörlerine ait işletmeler yer almaktadır.

İkinci Çeyrek 58-114 Puan Aralığı (Dijitalde Yeni) şeklinde belirlenmiştir. Araştırmaya katılan 104 firma içerisinde 26 tane firma dijitalde yeni kategorisinde yer almıştır. Bu kategoride yer alan işletmelerin strateji ve kültür boyutlarından yüksek ortalamalara sahipken teknoloji, yönetim ve süreçler boyutlarından düşük ortalamalar elde edilmiştir. Dijitalde yeni firmalar çoğunlukla mobilya, plastik ve kauçuk ürünler sektörlerine ait işletmeler yer almaktadır.

Birinci Çeyrek 0-57 Puan Aralığı (Gelenekçi) şeklinde belirlenmiştir. Araştırmaya katılan 104 firma içerisinde 3 tane firma gelenekçi kategorisinde yer almıştır. Bu kategoride yer alan işletmeler strateji, kültür, teknoloji, yönetim ve süreçler boyutlarında oldukça düşük ortalamalara sahiptir. Gelenekçi firmalara kâğıt ve ağaç ürünlerine ait sektörlerde yer almaktadırlar.

Araştırmadan elde edilen verilere göre genel olarak bakıldığında, çalışmaya katılan firmaların dijital dönüşüm farkındalıklarının olduğunu söylenebilir. Dijital dönüşümün işletmelere adaptasyonu için başarılar elde edilmiş ancak hedeflenen seviyede olmadığı gözlemlenmiştir. Dijital teknolojilerin işletmelerde tüm iş süreçlerine uyumu ve süreçleri birbirlerine entegre etme noktasında yol alınması gereken işletmelerin sayısı oldukça fazladır. Araştırmada çoğu işletme dijital dönüşümün genel olarak ne anlama geldiğini anlayarak avantajlarını tecrübe etme fırsatı yakalamıştır. Ancak işletmeler tüm çalışanlarını dijital dönüşüm sürecine dahil ederek ilerlemeleri gereken uzun bir yol vardır.

KAYNAKLAR

- Aagaard, A., & Skou, A. K. (2020). **Digital Maturity Assessment Tool (DMAT)**
<http://dmat.mgmt.au.dk/dmat/>
- Aagaard, A., Presser, M., Collins, T., Beliatas, M., Skou, A. K., & Jakobsen, E. M. (2021). The role of digital maturity assessment in technology interventions with industrial internet playground. **Electronics**, 10(10), 1134.
- Aimaier, Y. (2020). **Kuşak Yol Projesine Türk Firmaların Bakış Açısı ve Dijital Dönüşüm: Bir Araştırma** (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Samsun.
- Aksoy, S. (2017). Değişen teknolojiler ve endüstri 4.0: endüstri 4.0'ı anlamaya dair bir giriş. **Sav katkı**, 4, 34-44.
- Aksu, H. (2019). **Dijitopya: Dijital Dönüşüm Yolculuk Rehberi**. Pusula.
- Aktaş, F., Çeken, C., & Erdemli, Y. E. (2016). Nesnelerin interneti teknolojisinin biyomedikal alanındaki uygulamaları. **Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi**, 4(1), 37-54.
- Albert Solino (2022) **Dijital Dönüşümün Faydaları. Dijitalleşme Rehberi 2022.**
https://www.albertsolino.com/blog/dijital-donusum-nedir/#Dijital_Donusumun_Faydalari (11.10.2022)
- Alcácer, V., Rodrigues, C., Carvalho, H., & Cruz-Machado, V. (2021). Tracking the maturity of industry 4.0: the perspective of a real scenario. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, 116, 2161-2181.
- Alçın, S. (2016). Üretim için yeni bir izlek: Sanayi 4.0. **Hayat Ekonomisi Dergisi**, 3 (2), 19-30.
- Alguliyev, R., Imamverdiyev, Y. ve Sukhostat, L. (2018). Siber-fiziksel sistemler ve güvenlik sorunları. **Endüstride Bilgisayarlar**, 100, 212-223.
- Arslan, M. C., & Karkacier, A. (2019). Dijital Dönüşüm Sürecinde Yönetim Muhasebesinin Geleceğini Etkileyen Faktörlere Kavramsal Bir Bakış. **Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi**, 6(6), 430-442.
- Asiltürk, A. (2021). İşletmelerde Dijital Dönüşüm Yönetiminde Nihai Hedef: Dijital Olgunluk. **Alanya Akademik Bakış**, 5(2), 647-669.

- Aslanova, I. V., & Kulichkina, A. I. (2020, May). Digital maturity: Definition and model. In **2nd International Scientific and Practical Conference “Modern Management Trends and the Digital Economy: from Regional Development to Global Economic Growth”** (MTDE 2020) (pp. 443-449). Atlantis Press.
- Aslanova, IV ve Kulichkina, AI (2014). **Dijital Olgunluk: Tanımı ve Modeli. Sloan Yönetimi İncelemesi.**
- Ayyıldız, M. E., & Demir, A. O. (2022). Dijital Dönüşüm Olgunluk Seviyesinin Ölçülmesine Yönelik Modellerin İncelenmesi. **İstanbul Ticaret Üniversitesi Girişimcilik Dergisi**, 6(12), 61-80.
- Bağcı, E. (2018). Endüstri 4.0: Yeni Üretim Tarzını Anlamak. **Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 9(24), 122-146.
- Baki, B., & Serdar, D. (2020). Sanayi 4.0 Olgunluk Düzeyinin Değerlendirilmesine Yönelik Çok Kriterli Bir Yaklaşım: Lojistik Sektörü Uygulaması. **Hacettepe University Journal Of Economics & Administrative Sciences/Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 38(4).
- Barnatt, C. (2014). **3D Printing. Wroclaw, Poland: ExplainingTheFuture. com.**
- Barut, B., Ünver, M., Kayım, C., Toprak, E., & Uysal, E. (2020). Otomotiv endüstrisinde akıllı fabrika uygulamaları ve Türkiye’de adaptasyon süreci. **İleri Mühendislik Çalışmaları ve Teknolojileri Dergisi**, 1(1), 28-38.
- Bayhan, N. A. (2022). Dijital Olgunluk Modellerinin Karşılaştırılması: Üretim Yapan KOBİ’lere Öneriler. **Sosyal, Beşerî ve İdari Bilimler Dergisi**, 5(10), 1495-1506.
- Bellantuono, N., Nuzzi, A., Pontrandolfo, P. ve Scozzi, B. (2021). I4 için dijital dönüşüm modelleri. 0 geçiş: **Değişim yönetimi literatüründen dersler**. Sürdürülebilirlik, 13 (23), 12941.
- Bilgi Teknolojileri Derneği, **Dijital dönüşümde yaşanan problemler çalıştay sonuç raporu 2021.** <http://mustafaulus.com/wp-content/uploads/2021/04/DDP-C%CC%A7alis%CC%A7tay-Sonuc%CC%A7-Raporu-213004.pdf> (0410.2023)
- Chi, P. M., & Hong, P. T. T. (2022, December). Digital Maturity: Theory and Models Applied to Businesses in Vietnam. In **4th Asia Pacific Management Research Conference (APMRC 2022)** (pp. 519-528). Atlantis Press.

Colli, M., Berger, U., Bockholt, M., Madsen, O., Møller, C. ve Wæhrens, BV (2019). Endüstri 4.0 çağında bağlama özgü yol haritalarının tasarlanmasına yönelik bir olgunluk değerlendirme yaklaşımı. **Kontrolde Yıllık İncelemeler**, 48 , 165-177.

Colli, M., Madsen, O., Berger, U., Møller, C., Wæhrens, BV ve Bockholt, M. (2018). Endüstri 4.0 için bir olgunluk değerlendirmesinin sonucunu bağlamsallaştırma. **Ifac-paperline**, 51 (11), 1347-1352.

Çelik, D., & Leblebici, D. N. Belediyelerde Dijital Olgunluğun Geliştirilmesinde Dijital Kültürün Etkisi. **Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi**, 25(44), 601-621.

Demir, E. (2022). **Dijital Endüstri. Kütüphane Kartı**, 29.

Dijital Akademi (2021), **Dijital Dönüşüm Nedir?**
<https://dijitalakademi.bilgem.tubitak.gov.tr/dijital-donusum-nedir> (15.03.2023)

Dijital Akademi (2021), **İşletim Bakım Rehberi**,
<https://dijitalakademi.bilgem.tubitak.gov.tr/wpcontent/uploads/2019/04/IsletimBakimRehberi-dijital-V2.pdf> (15.05.2023)

Dijital Kobim. (B.T) **Dijital Skorunuzu Öğrenmek İster Misiniz?**
<https://dijitalkobim.org/quiz-tanitim> (23.04.2023)

Dijital Kobim. (B.T) **KOBİ'ler İçin Dijital Dönüşüm Rehberi**
<https://online.fliphtml5.com/yytvd/gthn/#p=38> (06.05.2023)

Dijital Olgunluğu Anlamak 2021. <https://bluesyemre.com/2021/06/08/dijital-olgunlugu-anlamak/> (17.05.2023)

Dijital Olgunluk Modeli Nedir? 2022. <https://makersconsulting.co/inovasyon-dijital-olgunluk-modeli-nedir/> (25.05.2023)

Dijitalizasyon Rehberi. Siber Güvenlik <https://www.endustri40.com/digitalization-dijitalizasyon-rehberi-siber-guvenlik/> 14.02.2023)

DMAT Dijital Olgunluk Değerlendirme Aracı (2020). <http://dmat.mgmt.au.dk/about-dmat/> (26.07.2023)

Dominguez, A. (2017). **Has your company achieved digital maturity?** (Electronic sources)

- EBSO (2015), **Sanayi 4.0 Uyum Sağlama**
http://www.ebso.org.tr/ebsomedia/documents/sanayi-40_88510761.pdf (25.04.2023)
- Endüstri Tarihine Kısa Bir Yolculuk. **Türkiye'nin Endüstri 4.0 Platformu 2018.**
<https://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk/> (19.03.2023)
- Erturan, Ö. Ü. İ. E., & Ergin, E. **Muhasebe Mesleğinde Dijitalleşme: Endüstri 4.0 Etkisi Öz.**
- Evans, PC ve Annunziata, M. (2012). Endüstriyel internet: Sınırları zorlamak. **General Electric Raporları**, 488-508.
- FcoAkademi. **Dijital Dönüşüm Olgunluk Analizi.** (B.T) (2021)
<https://www.fcoakademi.com/danismanliklarimiz/dijital-donusum-olgunluk-analizi>
(19.05.2023)
- Fuchs, C. (2018). **Digital demagogue: Authoritarian capitalism in the age of Trump and Twitter.** Pluto Press.
- Geissbauer, R., Vedso, J., & Schrauf, S. (2016). **Industry 4.0: Building the digital enterprise.**
<https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf> (16.06.2023)
- Gökalp, E. ve Martinez, V. (2021). Endüstriyel üreticilerin değerlendirilmesine olanak sağlayan dijital dönüşüm yeteneği olgunluk modeli. **Endüstride Bilgisayarlar**, 132, 103522.
- Gökalp, E., Şener, U., & Eren, P. E. (2017). Development of an assessment model for industry 4.0: industry 4.0-MM. In Software Process Improvement and Capability Determination: **17th International Conference, SPICE 2017, Palma de Mallorca, Spain, October 4–5, 2017**, Proceedings (pp. 128-142). Springer International Publishing.
- Gökrem, L., & Bozuklu, M. (2016). Nesnelerin interneti: Yapılan çalışmalar ve ülkemizdeki mevcut durum. **Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi**, (13), 47-68.
- Henriette, E., Feki, M., & Boughzala, I. (2015). The shape of digital transformation: A systematic literature review. **Mediterranean Conference On Information Systems (Mcis) 2015.**
- IMPULS **Dijital Olgunluk Modeli** (2015). <https://impuls-stiftung.de/wp-content/uploads/2022/05/Industrie-4.0-Readiness-english.pdf> (18.04.2023)

- Ismail, MH, Khater, M. ve Zaki, M. (2017). Dijital iş dönüşümü ve stratejisi: Şimdiye kadar ne biliyoruz? **Cambridge Hizmet Birliği**, 10 (1), 1-35.
- İş Dünyasının Dijital Olgunluk Karnesi** (2020). <https://digitalage.com.tr/is-dunyasinin-dijital-olgunluk-karnesi-2/> (27.04.2023)
- İzmir Kalkınma Ajansı. (2020) **Dijital Dönüşüm Olgunluk Düzeyi Belirleme Aracı Geliştirilmesi Çalışması, Yönetici Özeti.** <https://izka.org.tr/wp-content/uploads/pdf/proje-sonuc-raporu.pdf> (26.08.2023)
- İzmir Kalkınma Ajansı. (B.T) **Dijital Olgunluk Modeli** <https://izka.org.tr/dijital-olgunluk-modeli/> (14.09.2023)
- Kabaca, D. Y. (2019). **Endüstri 4.0 Devrimi ve Uygulamaları ile Etkilerinin İncelenmesi.** (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kamber, E., & Bolatan, G. İ. S. (2019). Endüstri 4.0 Türkiye Farkındalığı. **Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 11(30), 836-847
- Kane, GC, Palmer, D. ve Phillips, AN (2017). **Dijital olgunluğa ulaşmak.** MIT Sloan Yönetim İncelemesi.
- Kasnak, E., & Özkara, B. (2022). Türkiye'deki İmalat Şirketlerinin Endüstri 4.0 Olgunluk Düzeyinin Belirlenmesi. **Verimlilik Dergisi**, (3), 365-380.
- Kavzoğlu, T., & Şahin, E. K. (2012). Bulut Bilişim Teknolojisi ve Bulut Cbs Uygulamaları. IV. **Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZAL-CBS 2012)**, 16-19.
- Kaygın, E., Zengin, Y., & Topçuoğlu, E. (2019). Endüstri 4.0'a Akademik Bakış. **Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, 33(4), 1065-1081.
- Kiraz, A., Canpolat, O., Erkan, E. F., & Uygun, Ö. (2019). IMPULS kriterleri ile Endüstri 4.0 eğiliminin değerlendirilmesi: Bir bulanık bilişsel harita uygulaması. **Academic Platform-Journal of Engineering and Science**, 7(1), 14-23.
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. **Business & information systems engineering**, 6, 239-242.

- Lichtblau, K., Stich, V., Bertenrath, R., Blum, M., Bleider, M., Millack, A., ... & Schröter, M. (2015). IMPULS-Industrie 4.0-Readiness, **Impuls-Stiftung des VDMA**, Aachen-Köln.
- Lu, Y. (2017). Endüstri 4.0: Teknolojiler, uygulamalar ve açık araştırma konularına ilişkin bir anket. **Endüstriyel bilgi entegrasyonu dergisi**, 6, 1-10.
- Matalamäki, M. J., & Joensuu-Salo, S. (2021). Digitalization and strategic flexibility—a recipe for business growth. **Journal of Small Business and Enterprise Development**.
- Matarazzo, M., Penco, L., Profumo, G., & Quaglia, R. (2021). Digital transformation and customer value creation in Made in Italy SMEs: A dynamic capabilities perspective. **Journal of Business Research**, 123, 642-656.
- Mrugalska, B. ve Wyrwicka, MK (2017). Endüstri 4.0'da yalın üretime doğru. **Procedia mühendisliği**, 182, 466-473.
- Othman, F., Bahrin, MA ve Azli, N. (2016). Endüstri 4.0: Endüstriyel otomasyon ve robotik üzerine bir inceleme. **J Teknol**, 78 (6-13), 137-143.
- Özkan, M., Arzu, A. L., & Yavuz, S. (2018). Uluslararası politik ekonomi açısından dördüncü sanayi-endüstri devrimi'nin etkileri ve Türkiye. **International Journal of Political Science and Urban Studies**, 6(2).
- Özsoylu, AF (2017). Endüstri 4.0. **Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 21 (1), 41-64.
- Pakdemirli, B. (2019). Dijital dönüşüm ve ekonomik büyüme. **Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, (32), 665-694.
- Pamuk, N. S., & Soysal, M. (2018). Yeni sanayi devrimi endüstri 4.0 üzerine bir inceleme. **Verimlilik Dergisi**, (1), 41-66.
- Pereira, A. C., & Romero, F. (2017). A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. **Procedia Manufacturing**, 13, 1206-1214.
- Perkin, N., & Abraham, P. (2021). **Building the agile business through digital transformation**. Kogan Page Publishers.
- Petekci, A. R. (2021). Endüstri 4.0: Fırsat mı Tehlike mi?, **Bilgisayar Bilimleri ve Teknolojileri Dergisi**, 2(1), 7-15.

- Qin, J., Liu, Y. ve Grosvenor, R. (2016). Endüstri 4.0 ve ötesi için kategorik bir üretim çerçevesi. **Procedia cirp**, 52 , 173-178.
- Rader, D. (2019). Digital maturity–the new competitive goal. **Strategy & Leadership**, 47(5), 28-35.
- Rossmann, A. (2018). Digital maturity: Conceptualization and measurement model. **International Conference On Information Systems (Icis) 2018**.
- Sağlam, M. (2021). İşletmelerde Geleceğin Vizyonu Olarak Dijital Dönüşümün Gerçekleştirilmesi ve Dijital Dönüşüm Ölçeğinin Türkçe Uyarlaması. **İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 20(40), 395-420.
- Salkin, C., Öner, M., Üstündağ, A. ve Çevikcan, E. (2018). Endüstri 4.0 için kavramsal bir çerçeve. **Endüstri 4.0: dijital dönüşümü yönetmek**, 3-23.
- Santos, R. C., & Martinho, J. L. (2020). An Industry 4.0 maturity model proposal. **Journal of Manufacturing Technology Management**, 31(5), 1023-1043.
- Schuchmann, D. ve Seufert, S. (2015). Dijital dönüşüm zamanlarında kurumsal öğrenme: bankacılık organizasyonlarında öğrenme işlevi için kavramsal bir çerçeve ve hizmet portföyü. **Uluslararası Kurumsal Öğrenme Dergisi (IJAC)**, 8 (1), 31-39.
- Schuh, G., Anderl, R., Dumitrescu, R., Krüger, A., & ten Hompel, M. (2020). **Using the industrie 4.0 maturity index in industry**. Current Challenges, Case Studies and Trends. Acatech Cooperation.
- Schuh, G., Anderl, R., Gausemeier, J., Ten Hompel, M., & Wahlster, W. (Eds.). (2017). **Industrie 4.0 maturity index: die digitale transformation von unternehmen gestalten**. Herbert Utz Verlag.
- Schumacher, A., Erol, S. ve Sihn, W. (2016). İmalat işletmelerinin Endüstri 4.0 hazırlığını ve olgunluğunu değerlendirmek için bir olgunluk modeli. **Procedia Cirp**, 52, 161-166.
- Schumacher, A., Nemeth, T. ve Sihn, W. (2019). İmalat işletmeleri için Endüstri 4.0 olgunluk modeline dayalı endüstriyel dijitalleşmeye yönelik yol haritası. **Procedia Cirp**, 79, 409-414.
- Schwab, K. (2017). **Dördüncü sanayi devrimi**. Optimist Yayın Grubu.

- Selim, S., Doğan, R. Ş., & Doğan, M. (2021). Firmaların Endüstri 4.0 yatkınlık düzeylerini etkileyen faktörlerin analizi. **Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi**, 28(4), 613-624.
- Somyürek, S. (2014). Öğretim sürecinde z kuşağının dikkatini çekme: artırılmış gerçeklik. **Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama**, 4(1), 63-80.
- Stock, T., & Seliger, G. (2016). Opportunities of sustainable manufacturing in industry 4.0. **Procedia CIRP**, 40, 536-541.
- Sundu, M., Sağbaş, M., & Sabri, T. Ü. R. K. (2022). Dijital Dönüşüm Kavramının Sistematik İçerik Analizi Yöntemi ile İncelenmesi: Türkiye’de 2016-2021 Yılları Arasındaki Yapılan Lisansüstü Tez Çalışmaları. **Pearson Journal**, 7(18), 255-264.
- Şekkeli, Z. H., & Bakan, İ. (2018). Akıllı Fabrikalar. **Journal Of Life Economics**, 5(4), 203-220.
- Şener, U., Gökalp, E., & Erhan, E. R. E. N. (2022). Dijital Olgunluk İndeksi: Organizasyonların Dijital Dönüşüm Yolculuğunda Verimliliği Artırmak İçin Bir Kantitatif Yöntem. **Verimlilik Dergisi**, 17-29.
- T.C Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2017). **Türkiye'nin sanayi devrimi dijital Türkiye yol haritası**.
- Taş, H. Y. (2018). Dördüncü sanayi devrimi’nin (endüstri 4.0) çalışma hayatına ve istihdama muhtemel etkileri. **OPUS International Journal of Society Researches**, 9(16), 1817-1836.
- Teichert, R. (2019). Digital transformation maturity: A systematic review of literature. **Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendelianae brunensis**.
- TTGV (2018). **Sanayide Dijital Dönüşüm: Eğitim**, Ankara Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı. <https://www.ttgvt.org.tr/eng/images/publications/6005a78999c30.pdf> Erişim Tarihi: (14.05.2023)
- Tutkunca, T. (2020). İşletmelerde dijital dönüşüm ve ilgili bileşenlerinin analiz edilmesi üzerine kavramsal bir araştırma. **Çağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 17(1), 65-75.
- Tübitak Dijital Akademi (2021), **Dijital Olgunluk Modeli Rehberleri**. <https://dijitalakademi.bilgem.tubitak.gov.tr/dijital-olgunluk-rehberleri/> (25.06.2023)

- Tübitak Dijital Olgunluk Modeli ve Rehberliği (Tanıtım Etkinliği) (2017)**
https://dijitalakademi.bilgem.tubitak.gov.tr/wp-content/uploads/2017/01/DIJITAL-OMR-Etkinlik-DOMR_NuriyeUNLU_170119-1.pdf (17.09.2023)
- Ustundag, A., Cevikcan, E., Akdil, K. Y., Ustundag, A., & Cevikcan, E. (2018). Maturity and readiness model for industry 4.0 strategy. **Industry 4.0: Managing the digital transformation**, 61-94.
- VanBoskirk, S., Gill, M., Green, D., Berman, A., Swire, J., & Birrell, R. (2017). The digital maturity model 5.0. **Forrester Research**.
- Vaska, S., Massaro, M., Bagarotto, EM ve Dal Mas, F. (2021). İş modeli inovasyonunun dijital dönüşümü: Yapılandırılmış bir literatür taraması. **Psikolojide Sınırlar**, 3557.
- Wagire, A. A., Rathore, A. P. S., & Jain, R. (2020). Analysis and synthesis of Industry 4.0 research landscape: Using latent semantic analysis approach. **Journal of Manufacturing Technology Management**, 31(1), 31-51.
- Wagire, AA, Joshi, R., Rathore, APS ve Jain, R. (2021). Endüstri 4.0 uygulamasının değerlendirilmesine yönelik olgunluk modelinin geliştirilmesi: teori ve pratikten öğrenme. **Üretim Planlama ve Kontrol**, 32 (8), 603-622.
- Wang, L. ve Wang, G. (2016). Siber-fiziksel sistemlerde, dijital üretimde ve endüstri 4.0'da büyük veri. **Uluslararası Mühendislik ve İmalat Dergisi (IJEM)** , 6 (4), 1-8.
- Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. (2014). The nine elements of digital transformation. **MIT Sloan Management Review**, 55(3), 1-6.
- Yetmen, G. (2021). Lüks Moda Giyim Markalarının Dijital Dönüşümü. **İBAD Sosyal Bilimler Dergisi**, (10), 161-187.
- Yıldırım, G., Yıldırım, S., & Çelik, E. (2018). Yeni bir bakış-3 boyutlu yazıcılar ve öğretimsel kullanımı: Bir içerik analizi. **Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi**, 13(25), 163-184.
- Yıldız, A. (2018). Endüstri 4.0 ve akıllı fabrikalar. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22(2), 546-556.
- Yılmaz, D. Ö. Ü. A. (2021). **Yapay zekâ**. Kodlab Yayın Dağıtım Yazılım Ltd. Şti.
- Yüksel, M., & Genç, K. Y. (2018, November). Endüstri 4.0 ve Liderlik. **In 2nd International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies** (pp. 338-341).

- Zeller, V., Hocken, C. ve Stich, V. (2018). Acatech Industrie 4.0 olgunluk endeksi – çok boyutlu bir olgunluk modeli. **Üretim Yönetim Sistemlerinde Gelişmeler. Endüstri 4.0 için Akıllı Üretim: IFIP WG 5.7 Uluslararası Konferansı**, APMS 2018, Seul, Kore, 26-30 Ağustos 2018, Bildiriler, Bölüm II (s. 105-113). Springer Uluslararası Yayıncılık.
- Zhou, K., Liu, T. ve Zhou, L. (2015, Ağustos). Endüstri 4.0: Gelecekteki endüstriyel fırsatlara ve zorluklara doğru. 2015 yılında **12. Uluslararası Bulanık Sistemler ve Bilgi Keşfi Konferansı (FSKD)** (s. 2147-2152). IEEE.



EKLER

EK 1. ANKET FORMU

Değerli Katılımcı, Endüstri 4.0 Bağlamında İşletmelerde Dijital Olgunluk: Erzurum İli Örneği başlıklı bu çalışma ile ETSO'dan kapasite raporu alan KOBİ'lerimizin dijital olgunlukta mevcut durumlarının tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Çalışmanın başarıya ulaşması her şeyden önce vereceğiniz bilgilerin doğruluğuna bağlıdır. Lütfen tüm sorulara cevap veriniz. Soruları cevaplamada göstereceğiniz sabır ve samimiyet için teşekkür eder, işlerinizde başarılar dileriz. Doç. Dr. Ahmet İlker AKBABA (Danışman) Aybüke MÜHÜRDAROĞLU (YL Öğrencisi)

1	Cinsiyetiniz	① Erkek ② Kadın
2	Yaşınız	① 18-22 ② 23-38 ③ 39-54 ④ 54-73
3	Eğitim durumunuz (son bitirilen)	① İlkokul ② Ortaokul ③ Lise ④ Önlisans ⑤ Lisans ⑥ Lisansüstü
4	İşyerindeki göreviniz	① İşletme sahibi/ortağı ② Üst Kademe Yönetici (Genel Md./Md. Yrd. gibi) ③ Orta Kademe Yönetici (Muhasebe, Pazarlama Md. Md. Yrd. gibi)
5	Faaliyet gösterilen sektör	① Gıda ürünleri ve içecek ② Mobilya ③ Kimyasal madde ve ürünleri ④ Mücevherat ve ilgili eşyalar ⑤ Metalik olmayan diğer ürünler ⑥ Plastik ve kauçuk ürünleri ⑦ Elektrikli ve optik donanım ⑧ Kâğıt ürünleri ⑨ Ağaç ürünleri ⑩ Tekstil ürünleri, giyim eşyası ve deri
6	İşletme statüsü	① Şahıs ② Limited ③ Anonim

7	İşletmedeki çalışan sayısı	① 1-9 kişi ② 10-49 kişi ③ 50-249 kişi ④ 250 kişi ve üzeri					
8	Faaliyet süresi	① 1-3 yıl ② 4-6 yıl ③ 7-9 yıl ④ 10 yıl ve üzeri					
Dijital dönüşüm olgunluk seviyesi ile ilgili aşağıda verilen ifadelere katılma derecenizi belirtiniz.		Kesinlikle uygun değil	Uygun Değil	Kısmen Uygun	Kısmen Uygun	Uygun	Kesinlikle Uygun
1.Faktör: Strateji							
1	Firmamız stratejik plan çalışmalarını düzenli olarak yürütmektedir.						
2	Firmamızın son beş yıl içerisinde yürüttüğü stratejik plan çalışmalarında dijitalleşme kavramı kullanılmaktadır.						
3	Firmamız dijital stratejisini ve dijital dönüşüm vizyonunu tüm çalışanlarıyla paylaşmaktadır.						
4	Firmamızın iş planı ve stratejisi için uygulanan süreçler dijital dönüşüm hedefleri ile yürütülmektedir.						
5	Firmamız dijital dönüşüm stratejisine özgü performans göstergeleri kullanmaktadır.						
6	Dijital strateji tamamen performans göstergeleri (verimlilik değerleri, dönüştürülen süreç sayısı, maliyet indirimi, hedeflerindeki değişim vb.) ile üst yönetim tarafından izlenmektedir.						
7	Firmamızın dijital dönüşüm stratejisi performans hedeflerine göre şekillendirilmektedir.						
8	Firmamızın öngördüğü dijital dönüşüm stratejisinin performans hedeflerine ulaşma derecesine göre yatırım planları yenilenmekte ve geliştirici veya düzeltici yatırım bütçeleri oluşturulmaktadır.						
9	Firmamızın tüm çalışanları işletmenin dijital stratejisine bireysel değerini katarak dijital dönüşümün gelişimine katkı sağlamaktadır.						
2.Faktör: Kültür							
10	Firma yönetimi iş süreçlerinin dijital dönüşümüne tam destek vermektedir.						
11	Firmamızın farklı birimleri arasında dijital veri paylaşımı sorunsuz gerçekleşmektedir.						
12	Firmamızın dijital faaliyetlerinde müşteriler ile kurulan ilişkiler ölçüt olarak kullanılmaktadır.						
13	Firmamız çalışanlarının dijital yeteneklerini arttırmak için sürekli yatırımlar yapmaktadır						
14	Firmamız dijital hedeflerini ve anahtar performans göstergelerini (verimlilik değerleri,						

	dönüştürülen süreç sayısı, maliyet indirimi hedeflerindeki değişim gibi) desteklemek için dijital yöntemler kullanmaktadır.						
15	Firmamız iş yapma biçimini geliştirmek için dış paydaşlarla olan etkileşimini sürekli değerlendirmektedir.						
16	Firmanın kurumsal kimliği dijital iletişimde yer almaktadır.						
3. Faktör: Teknoloji							
17	Firmamız dijital iş uygulamaları için gerekli teknolojiye sahiptir.						
18	Firmamız dijital veri toplama teknolojilerini kullanmaktadır.						
19	Firmamızda dijital iş uygulamaları içerisinde SMAC (sosyal, mobil, analitik ve bulut) teknolojileri yer almaktadır.						
20	Firmamızın bilgi ve iletişim olanakları dijital hizmetlerin sunumu için sürekli geliştirilmektedir.						
21	Firmamız dijital dönüşüm hedeflerinde yer alan teknolojik yetkinlik seviyesine uygun altyapıya sahiptir.						
22	Firmamız ürün ve hizmetlerinde dijital teknolojik özellikler içermektedir.						
23	Firmamızın iş süreç ve hizmetleri dijital araçlarla optimizasyona tabidir.						
24	Firmamız teknoloji tasarımlarına dijital dönüşüm hedefleri yön vermektedir.						
4. Faktör: Yönetişim							
25	Firma yönetimi, dijital dönüşümü başarı için kritik bir unsur olarak görmektedir.						
26	Firma hedeflerimiz, iş modellerimizi ve süreçlerimizi dijital dönüşüm hedeflerine göre; yeniden düşünmeyi, yeniden tasarlamayı ve yeniden uygulamayı kapsamaktadır.						
27	Firmanın yönetim anlayışı, iş modellerini yeniden düşünme, tasarlama ve uygulama aşamalarında dijital müşteri deneyimini temel almaktadır.						
28	Firmamızın yönetim anlayışı, dijital dönüşüm için gerekli kurum içi davranışları ve programları dönüştürmeyi teşvik etmektedir.						
29	Firmamızın yönetim anlayışı, farklı iş birimlerinde yer alan kişileri dijital iletişim kanalları kullanarak bir araya getirmektedir.						
30	Firmamızın yönetim anlayışı, kurumsal inovasyonu hedeflemekte ve kurumsal yöntemler geliştirmek için planlama ve uygulama aktiviteleri gerçekleştirmektedir.						

31	Firma yönetimi dijital hizmet sunumu için iş ortaklığına sahiptir.						
	5. Faktör: Süreçler						
32	Firmamız süreçlerinde dijital içerik ve araçları kullanmaktadır.						
33	Dijital dönüşüm programları firma içinde henüz koordine edilmemiş durumdadır.						
34	Firmanın iş süreçleri dijital dönüşüm hedefleri ile uyumlu hale getirilmiştir.						
35	Dijital dönüşüm firma süreçlerimiz için rekabetçi üstünlük değeri yaratmıştır.						
36	Firmamız dijital teknolojileri mevcut ve yeni oluşturulacak iş süreçlerini dönüştürmek için kullanır.						
37	Firmamızın yetkinlikleri dijital süreçlerle tanımlanabilir.						
38	Firma süreçlerinde “müşteri deneyimi”ni dijital kanallarla kullanılabilir hale getiriyoruz.						